

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO

POTENZIAMENTO DEL SISTEMA TANGENZIALE DI BOLOGNA TRA BORGHI PANIGALE E
SAN LAZZARO

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SPECIALISTICA DEL PROGETTO STRADALE

Sommario

1	PREMESSA	5
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	7
2.1	CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDEZZA AL D.M. 05/11/2001	8
2.1.1	<i>Caratteristiche planimetriche</i>	8
2.1.2	<i>Caratteristiche altimetriche</i>	11
2.1.3	<i>Analisi di visibilità</i>	12
2.2	INTERSEZIONI	13
2.2.1	<i>Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate</i>	13
2.2.1.1	Corsie di diversione	13
2.2.1.2	Corsie di Immissione	14
2.2.2	<i>Rampe di svincolo</i>	17
2.2.3	<i>Intersezioni a rotatoria</i>	18
2.2.4	<i>Distanze di visibilità</i>	19
3	L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO	20
3.1	AMPLIAMENTO AUTOSTRADALE	20
3.1.1	<i>Sezioni tipo</i>	20
3.1.2	<i>Andamento plano-altimetrico di progetto e verifiche di rispondenza al D.M. 05/11/2001</i>	22
3.1.3	<i>A14 carreggiata Sud</i>	23
3.1.3.1	Andamento planimetrico e verifiche	23
3.1.3.2	Analisi Altimetrica	25
3.1.3.3	Verifiche di visibilità	27
3.1.4	<i>A14 carreggiata Nord</i>	27
3.1.4.1	Andamento planimetrico e verifiche	27
3.1.4.2	Analisi Altimetrica	29
3.1.4.1	Verifiche di visibilità	32
3.1.5	<i>Tangenziale carreggiata Sud</i>	33
3.1.5.1	Andamento planimetrico e verifiche	34
3.1.5.2	Analisi Altimetrica	36
3.1.5.1	Verifiche di visibilità	39
3.1.6	<i>Tangenziale carreggiata Nord</i>	40
3.1.6.1	Andamento planimetrico e verifiche	40
3.1.6.2	Analisi Altimetrica	42
3.1.6.1	Verifiche di visibilità	44
3.2	ADEGUAMENTO DEGLI SVINCOLI	44
3.2.1	<i>Svincolo n. 4 e 4 bis aeroporto</i>	45
3.2.1.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	46
3.2.1.2	Analisi planimetriche	46
3.2.1.3	Analisi Altimetrica	48
3.2.1.4	Verifiche di visibilità	49
3.2.1.5	Corsie specializzate	49
3.2.2	<i>Svincolo n. 5 Lame</i>	52
	Figura 36 – Stralcio planimetrico svincolo	52
3.2.2.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	53
3.2.2.2	Analisi planimetriche	54
3.2.2.3	Analisi Altimetrica	55
3.2.2.4	Verifiche di visibilità	56
3.2.2.5	Corsie specializzate	56
3.2.3	<i>Svincolo n. 6 Castelmaggiore</i>	58
3.2.3.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	59
3.2.3.2	Analisi planimetriche	59
3.2.3.3	Analisi Altimetrica	62
3.2.3.4	Verifiche di visibilità	63
3.2.3.5	Corsie specializzate	63
3.2.4	<i>Svincolo n. 7 e 7bis</i>	65
3.2.4.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	65
3.2.4.2	Analisi planimetriche	66
3.2.4.3	Analisi Altimetrica	68
3.2.4.4	Verifiche di visibilità	70
3.2.4.5	Corsie specializzate	70

3.2.5	<i>Svincolo Bologna-Fiera</i>	72
3.2.5.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	72
3.2.5.2	Analisi planimetriche	73
3.2.5.3	Analisi Altimetrica	75
3.2.5.4	Verifiche di visibilità	76
3.2.5.5	Corsie specializzate	76
3.2.6	<i>Svincolo n. 8 Viale Europa e n. 8b Granarolo/CAAB</i>	79
3.2.6.1	Analisi planimetriche	79
3.2.6.2	Analisi Altimetrica	81
3.2.6.1	Verifiche di visibilità	82
3.2.6.2	Corsie specializzate	83
3.2.7	<i>Interconnessione A13 – Arcoveggio</i>	85
3.2.7.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	85
3.2.7.1	Analisi planimetriche	86
3.2.7.2	Analisi Altimetrica	88
3.2.7.1	Verifiche di visibilità	90
3.2.7.2	Corsie specializzate	90
3.2.8	<i>Svincolo 10 – Zona Industriale Roveri</i>	93
3.2.8.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	94
3.2.8.1	Analisi planimetriche	95
3.2.8.2	Analisi Altimetrica	96
3.2.8.1	Verifiche di visibilità	97
3.2.8.1	Corsie specializzate	97
3.2.9	<i>Svincolo n. 11 via Masserenti e n. 11b via Lenin</i>	99
3.2.9.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	99
3.2.9.2	Analisi planimetriche	100
3.2.9.3	Analisi Altimetrica	102
3.2.9.1	Verifiche di visibilità	103
3.2.9.1	Corsie specializzate	103
3.2.10	<i>Svincolo n. 12 via Mazzini – S.S. 65</i>	106
3.2.10.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	106
3.2.10.2	Analisi planimetriche	107
3.2.10.3	Analisi Altimetrica	108
3.2.10.4	Verifiche di visibilità	109
3.2.10.5	Corsie specializzate	109
3.2.11	<i>Svincolo n. 13 San Lazzaro</i>	112
3.2.11.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	113
3.2.11.2	Analisi planimetriche	113
3.2.11.3	Analisi Altimetrica	115
3.2.11.1	Verifiche di visibilità	116
3.2.11.1	Corsie specializzate	116
3.2.12	<i>Svincolo di Lazzaretto</i>	118
3.2.12.1	Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto	119
3.2.12.2	Analisi planimetriche	120
3.2.12.3	Analisi Altimetrica	121
3.2.12.4	Verifiche di visibilità	123
3.2.12.5	Corsie specializzate	123
3.3	VIABILITÀ INTERFERITA	125
3.3.1	<i>Viabilità in sottovia</i>	125
3.3.1.1	Via del Triumvirato	127
3.3.1.2	Via Zanardi	130
3.3.1.3	Via Arcoveggio	132
3.3.1.4	Via Corticella	135
3.3.1.5	Via Ferrarese	138
3.3.1.6	Via Zambellini via Stalingrado	140
3.3.1.7	Via Zambeccari	142
3.3.1.8	Via Scandellara	145
3.3.1.9	Via Masserenti	146
3.3.1.10	Via Rivani	147
3.3.1.11	Via due Madonne	148
3.3.1.12	Via Vighi	150
3.3.1.13	Sito di cogenerazione svincolo San Lazzaro	152
3.3.2	<i>Viabilità in cavalcavia</i>	153
3.3.2.1	Via San Donato	153
3.3.2.2	Via Benazza	155



3.3.2.3 Via Cristoforo Colombo 157
3.3.2.4 Via Del Terrapieno 159
3.3.3 *Altre Viabilità'* 161
3.3.3.1 Collegamento Via Agucchi – Asse Attrezzato 161

1 Premessa

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro.

Nel corso degli anni il sistema è stato potenziato ed attualmente la sezione trasversale dell'Autostrada presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio, 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica (aperta nel 2008) fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro, 2 corsie per senso di marcia più emergenza sul Raccordo Autostradale di Casalecchio. La sezione trasversale delle complanari presenta 2 corsie per senso di marcia più emergenza.

I livelli di servizio, valutati nelle ore di punta di un giorno feriale medio, mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

Al fine di risolvere queste criticità e stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano, è stato sottoscritto in data 15 Aprile 2016 l'Accordo per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di mezzo".

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Inoltre, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, sono stati individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termini trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

La scelta del potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna è il frutto di un lungo lavoro di progettazione e di confronto con gli Enti territoriali e si propone di soddisfare una molteplicità di obiettivi: migliorare le condizioni di circolazione sulla rete esistente, migliorare la sicurezza stradale, riorganizzare lo spazio territoriale adiacente fortemente urbanizzato nell'ottica di miglioramento dell'inserimento territoriale/paesaggistico dell'opera, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale. Il tutto per una migliore qualità della vita.

2 Inquadramento normativo e criteri progettuali

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti).
- D.M. 18/02/92, n. 223: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”, così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del “Nuovo codice della Strada” – contenuto nell’ Art. 1 – secondo il quale “Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell’ambiente e del risparmio energetico”).

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza solamente per il nuovo svincolo Lazzaretto.

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie cercando in ogni caso di volgere verso il rispetto delle prescrizioni in essa contenute dove questo era realmente possibile.

Nel seguito sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte.

2.1 Criteri per le verifiche di rispondenza al D.M. 05/11/2001

L'ammmodernamento dell'autostrada A14 prevede un potenziamento funzionale della sezione stradale esistente, con riferimento alle caratteristiche della categoria "A - autostrada in ambito urbano", alla quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto 80÷140 km/h; tale intervallo sarà quindi quello considerato per il dimensionamento plano-altimetrico dell'opera in oggetto; questi valori sono coerenti, peraltro, con il limite massimo della velocità di esercizio di 110 km/h fissato nella relazione preliminare allegata all'accordo con gli Enti territoriali ed il MIT del 15 aprile 2016.

Per quanto riguarda la Tangenziale, la categoria di riferimento può essere ricondotta anche essa a strada principale cat. A, ambito urbano. Per il dimensionamento plano-altimetrico dell'opera si dovrà quindi considerare un intervallo della Velocità di progetto 80÷140 km/h, considerando in ogni caso che il limite della velocità di esercizio fissato dalla relazione preliminare allegata all'accordo con gli Enti territoriali ed il MIT del 15 aprile 2016, è pari in questo caso a 80 km/h.

Lo studio dell'andamento planimetrico dell'asse dell'A14 riguarda sostanzialmente la ricostruzione della riga bianca che delimita in sinistra la corsia di marcia veloce esistente per entrambe le carreggiate, mentre per la tangenziale riguarda lo studio di un asse sostanzialmente parallelo a quello dell'autostrada, tranne che nei tratti dove la Tangenziale si stacca, deviando in variante planimetrica, come nella zona di Arcoveggio e Svincolo Fiera, oppure nei tratti laddove si ha la chiusura della corsia di emergenza in A14 (zona San Donnino e Scavalco AV).

L'andamento altimetrico e le pendenze trasversali ricalcano sostanzialmente quelli della A14 esistente (come anticipato sopra), mentre per quanto riguarda la Tangenziale potranno esservi limitate variazioni altimetriche dettate dalle soluzioni d'intervento della pavimentazione e di eventuale adeguamenti puntuali delle pendenze trasversali. Nel seguito si riporta una descrizione dei criteri progettuali presi a riferimento per la progettazione.

2.1.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento (DM2001) richiede il rispetto delle seguenti condizioni principali:

(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 252 m nel caso di autostrade urbane

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

$$\begin{aligned} \text{per } L < 300 \text{ m} \quad R &\geq L \\ \text{per } L \geq 300 \text{ m} \quad R &\geq 400 \text{ m} \end{aligned}$$

(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 Figura 1.

(d) *Lunghezza massima dei rettili:*

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

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

- (e) *Lunghezza minima dei rettifili.* 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 rettifili in relazione alla velocità

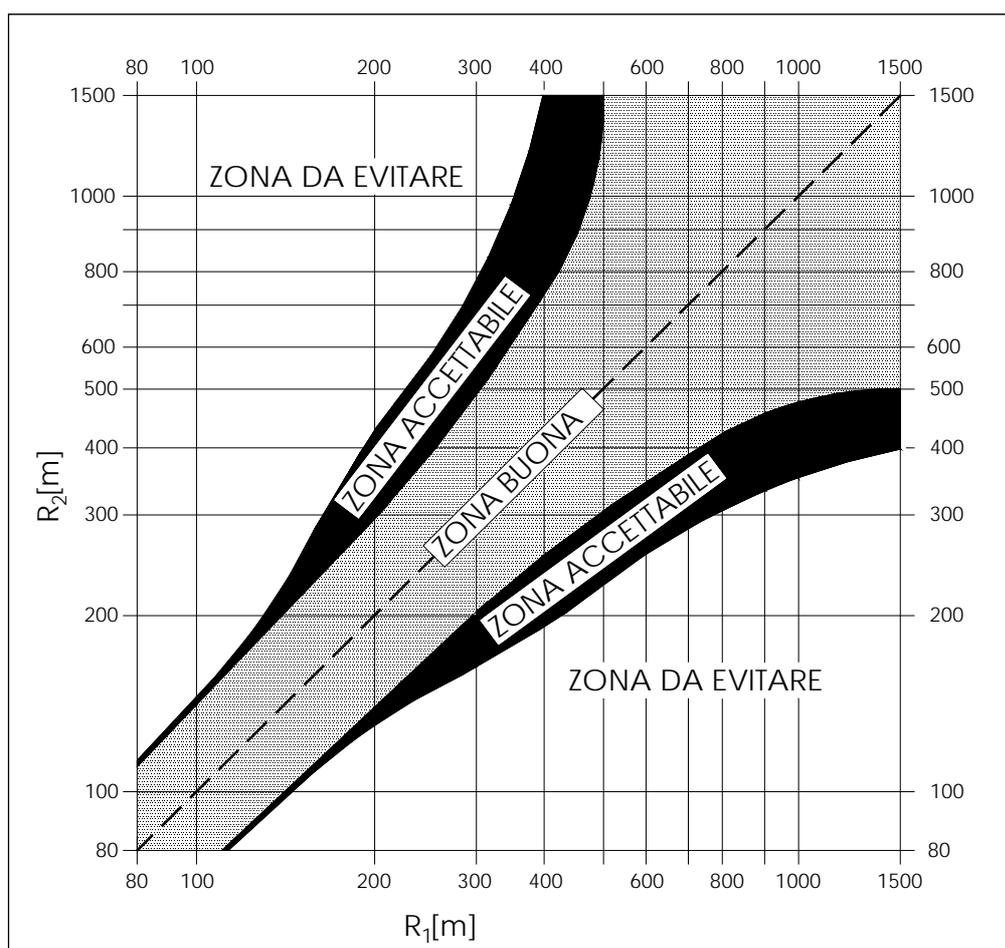


Figura 1 – Abaco di Koppel

- (f) *Congruenza del diagramma delle velocità.* La norma prevede che per $V_{p,max} \geq 100$ km/h (e quindi per autostrade) 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 (f_1). 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 (f_2).

- (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 contraccollo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccollo), 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:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccollo;
- v = **massima velocità (m/s)**, desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo

$$c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$$

si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Critero 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- q_i = $\frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- q_f = $\frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- |q_i + q_f| è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

Criterion 3 (Optical)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio la norma prevede che sia soddisfatta la relazione:

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R2/3 \leq A \leq R1$$

dove R1 è il raggio minore ed R2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti la norma prevede che il rapporto AE/AU delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e il rapporto A1/A2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto indicato dal D.M. 5/11/2001, soddisfino le relazioni:

$$2/3 \leq AE/AU \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$$

2.1.2 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 A (autostrade urbane), è pari al 5% (in galleria 4%).

(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.

(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 $\vartheta = 1^\circ$.

2.1.3 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 a carreggiate separate, con la 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.

La procedura adottata per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto, tiene conto del limite massimo della velocità di esercizio di 110 km/h fissato nella relazione preliminare allegata all'accordo con gli Enti territoriali ed il MIT del 15 aprile 2016. Pertanto il calcolo delle distanze di arresto, è stato eseguito secondo l' limitando superiormente la velocità di progetto dei singoli elementi del tracciato a 120 km/h. Tale valore è stato determinato in analogia a quanto indicato nella norma, che prescrive di effettuare le verifiche adottando un valore massimo della velocità di progetto pari al limite di velocità legale previsto dal Codice della Strada incrementato di 10 km/h, al fine di mantenere il fattore di sicurezza adottato (e quindi il livello di rischio accettato) dalla norma stessa. Per completezza è stata condotta la verifica anche secondo il D.M. 2001 che prevede per le viabilità di categoria A in ambito urbano un intervallo di velocità pari a 80-140km/h.

Per

VELOCITÀ km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_1 (Autostrade)	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

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

. I valori delle distanza di arresto sono stati determinati secondo l'espressione sotto riportata:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_1(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

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/s ²]
Ra =	resistenza aerodinamica	[N]
m =	massa del veicolo	[kg]
f_1 =	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:

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

I risultati delle analisi sono esposti negli elaborati grafici di progetto.

2.2 Intersezioni

2.2.1 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate

Le corsie specializzate sono state calcolate, prendendo a riferimento quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), prevedendo di non scendere al di sotto del minimo di 100m di tratto parallelo per le corsie di diversione e di 150m di tratto parallelo per le corsie di immissione, rispetto a questo criterio costituisce eccezione lo svincolo Lazzaretto dove i vincoli al contorno hanno limitato lo sviluppo della corsia di diversione.

Il tronco di manovra è previsto di lunghezza pari a 75m per le immissioni mentre per le diversioni si avrà rispettivamente un valore pari a 90 metri per l'autostrada e a 75 metri per le complanari.

2.2.1.1 Corsie di diversione

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 2), la lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ (avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita, coincidente con il punto di inizio della

clotoide) è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione $L_{d,u}$ viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L_{d,u}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);
- v_2 (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per v_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);
- a (m/s²) è la decelerazione assunta per la manovra pari a 3 m/s² per le strade tipo A, B e 2,0 m/s² per le altre strade.

Il tratto di manovra $L_{m,u}$ deve avere una lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h.

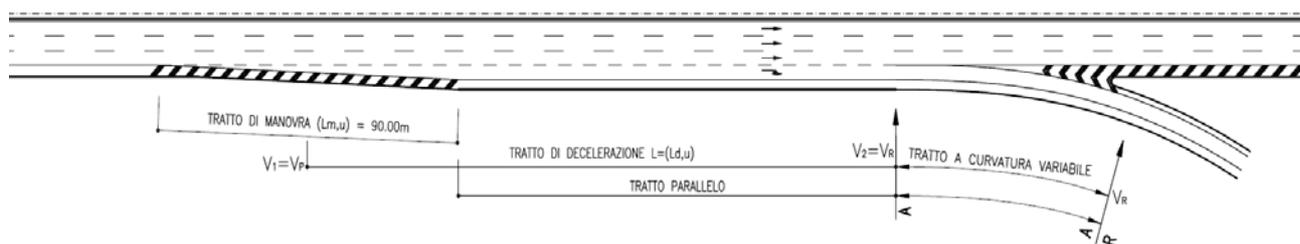


Figura 2 - schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

2.2.1.2 Corsie di Immissione

Nel dimensionamento delle immissioni si è fatto un distinguo tra svincoli esistenti e lo svincolo Lazzaretto adottando due differenti metodologie di calcolo come sotto riportato:

Svincoli esistenti

Con riferimento allo schema di Figura 3 la lunghezza minima del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a 0,80*v_p (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)

- a (m/s^2) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a $1 m/s^2$.

Il tratto di raccordo $L_{v,e}$ deve avere una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ($L_{v,e} = 50$ metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h);

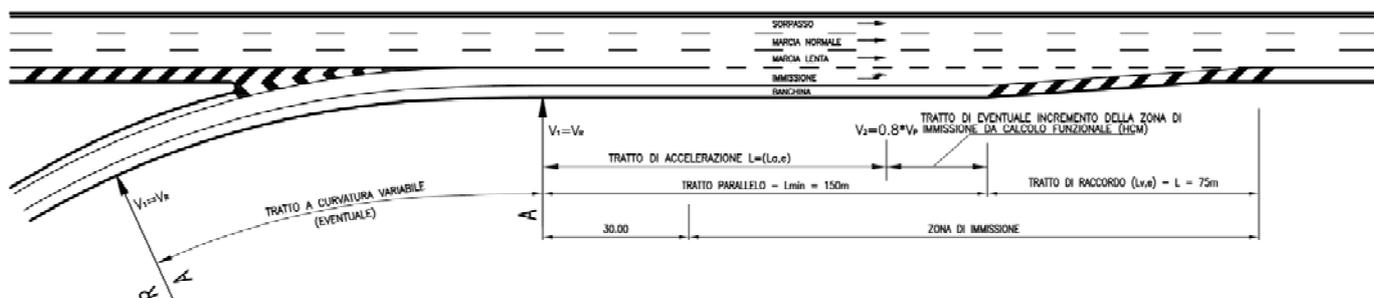


Figura 3 – Schema planimetrico corsia di immissione

Come si vede dallo schema rappresentato in Figura 3, nel calcolo cinematico della corsia di immissione, non si è considerato il tratto a curvatura variabile, questa impostazione è legata all'impossibilità, in generale, di verificare la clotoide per una accelerazione pari a $1 m/s^2$, pertanto si considererà una velocità a inizio tratto parallelo pari a quello della curva antecedente.

Svincolo Lazzaretto

Con riferimento allo schema di Figura 4 la lunghezza minima del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

- $L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);
- v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a $0,80 \cdot v_p$ (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità)
- a (m/s^2) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a $1 m/s^2$.

Il tratto di raccordo $L_{v,e}$ deve avere una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ($L_{v,e} = 50$ metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h);



Figura 4 – Schema planimetrico corsia di immissione

2.2.2 Rampe di svincolo

Per le rampe di svincolo si è tenuto conto dei seguenti criteri di progettazione:

- **VELOCITÀ DI PROGETTO**

Per le rampe di tipo 2 è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h, mentre per l'interconnessione di Arcoveggio, essendo di tipo 1, è stata assunta una velocità 40/70 per le rampe semi-dirette e 50/80km/h per quelle dirette.

- **GEOMETRIA DELL'ANDAMENTO PLANOALTIMETRICO**

Con riferimento all'andamento dei tracciati planimetrico e altimetrico si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella D.M. 19/04/2006 e relativi rimandi al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Il raggio minimo previsto per tutte le rampe di svincolo risulta pari a 45m. Solo per alcune rampe i raggi di minimi adottati risultano inferiori a 45 m (comunque non inferiori a 40m) per garantire lungo l'asse principale le lunghezze minime previste dalla Normativa per i tronchi di scambio.

- **LARGHEZZA DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE RAMPE**

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari di progetto delle rampe si è adottato una larghezza di corsia pari a 4m e due banchine laterali di larghezza pari a 1m per le rampe monodirezionali a 1corsia mentre per le rampe monodirezionali a 2 corsie si è adottato una larghezza a 3.5m per corsia e due banchine laterali di larghezza pari a 1m (vedi tabella sottostante)

Al fine di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato sono stati introdotti allargamenti di carreggiata secondo quanto previsto dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Inoltre sono state introdotte opportune visuali libere per garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale secondo quanto previsto dal suddetto decreto ministeriale.

Nelle zone di raccordo alle esistenti rampe di svincolo, sia di diversione che di immissione, si è provveduto a geometrizzare raccordi che assicurino una graduale variazione della larghezza dei singoli elementi di sezione.

Strade urbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-

Tabella 3 – Larghezze degli elementi modulari

- **RACCORDI VERTICALI CONVESSI**

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001).

- **RACCORDI VERTICALI CONCAVI**

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 .

- **PENDENZA MASSIMA LONGIFUDINALE**

La pendenza massima delle livellette adottata per le rampe di svincolo di progetto risulta pari a 5%

2.2.3 Intersezioni a rotatoria

Le rotatorie vengono distinte normativamente in funzione del diametro della circonferenza esterna in:

- rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50 m;
- rotatorie compatte con diametro esterno compreso tra 25 e 40 m;
- mini rotatorie con diametro esterno compreso tra 14 e 24 m.

Le sezioni tipologiche adottate in progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 6 del paragrafo 4.5.2 del D.M. 19/04/2006 che fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Larghezza elementi modulari rotatorie		
elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00-8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9.00
	<40	8.50-9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia 6.00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

(*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia

(**)organizzatati al massimo su due corsie

Tabella 4 – Larghezze degli elementi modulari delle rotatorie

La geometria delle rotatorie è stata definita prestando particolare attenzione alla deviazione delle traiettorie in attraversamento al nodo. Tale valutazione è stata condotta valutando il valore dell'angolo di deviazione β (vedi figura seguente), per il quale la norma raccomanda un valore di almeno 45° .

Per ogni rotatoria sono riportate in forma tabellare i seguenti elementi geometrici significativi:

- Raggi $Re1$ ed $Re2$ dei rami in ingresso;
- Raggi $Ra1$ e $Ra2$ dei rami in uscita;
- Angoli di ingresso α ;
- Angoli di deviazione β per la manovra di attraversamento.

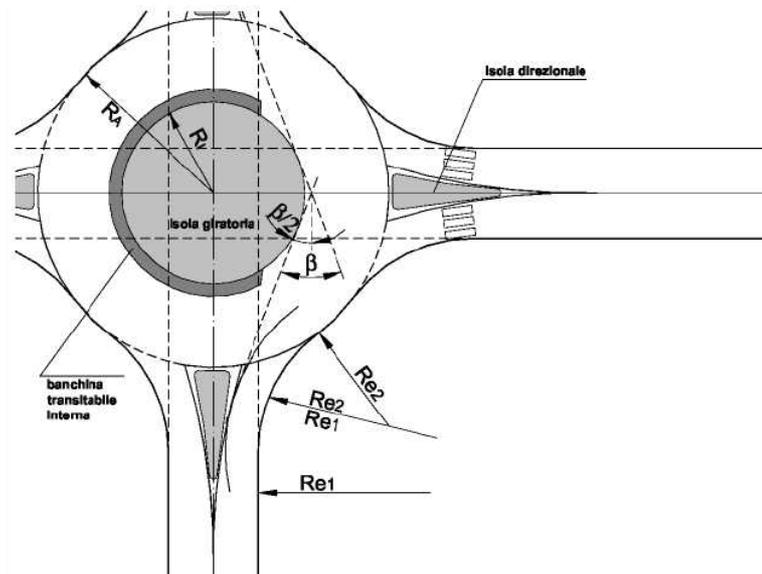


Figura 5 – Elementi di progetto e tipizzazione delle rotonde

2.2.4 Distanze di visibilità

Per la verifica delle distanze di visibilità, il progetto delle rampe rispetta i criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 relativi agli assi stradali.

3 L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO

3.1 Ampliamento autostradale

L'ampliamento autostradale si pone lo scopo di risolvere le criticità trasportistiche di livello nazionale del nodo di Bologna e di migliorare sensibilmente l'accessibilità viaria di livello metropolitano. Le componenti salienti possono essere individuate in :

- potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza dell'A14
- potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza delle complanari, prevedendo dei tratti a quattro corsie per la presenza di alcuni tronchi di scambio tra ingressi e uscite successive

3.1.1 Sezioni tipo

Il progetto prevede di minimizzare al massimo l'impatto sul territorio aumentando tuttavia la sicurezza stradale, pertanto la soluzione tipologica adottata prevede:

- mantenimento della larghezza delle corsie di marcia dell'A14 e del margine interno esistenti;
- mantenimento delle pendenze esistenti in corrispondenza delle piattaforme (A14 e complanari), pertanto l'emergenza in A14 corrispondenza dei rettifili sarà opposta rispetto a quella delle corsie.

In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà pari a 6,50 m per lato, realizzando una piattaforma di larghezza complessiva pari a 60,4 m, così organizzata:

- A14: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Complanari: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3,50 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 1,60 m per senso di marcia

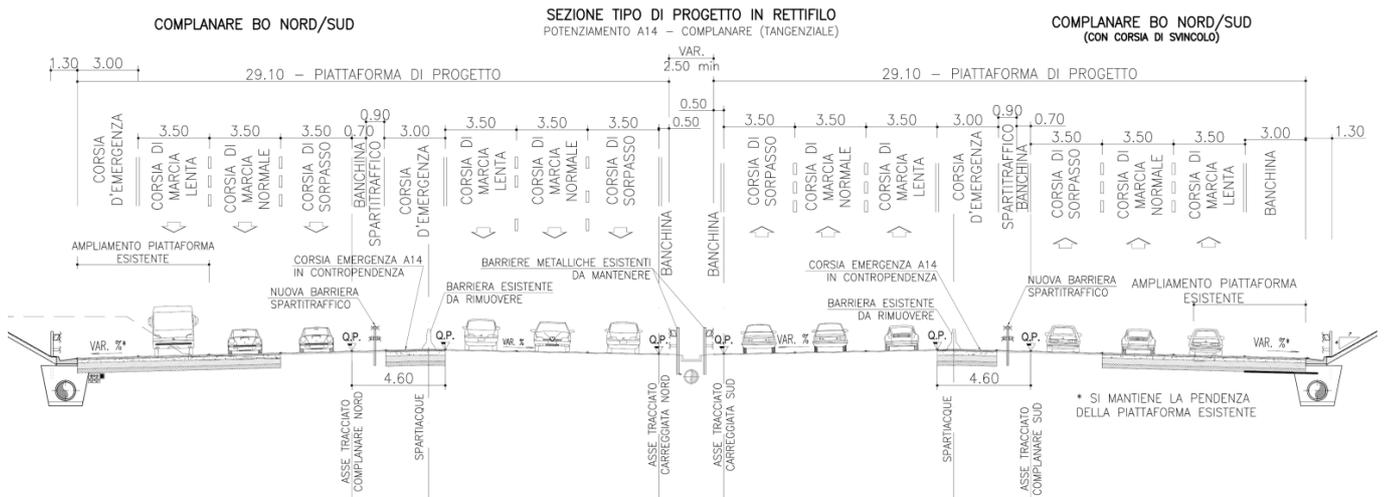


Figura 6 – Sezione tipo corrente

Nel tratto a cavallo dell'interconnessione con l'A13, nello specifico tra il km 14+150 e il km 16+200, lo studio di traffico ha suggerito la necessità di prevedere l'ampliamento a quattro corsie più emergenza delle complanari. In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà pari a 10,00 m per lato, realizzando una piattaforma di larghezza complessiva pari a 67,4 m, così organizzata:

- A14: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Complanari: 4 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3,20 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 1,60 m per senso di marcia



Figura 7 – Sezione tipo corrente tra le progressive km 14+150 e il km 16+200

In alcuni ambiti singolari del tracciato, al fine di minimizzare l'impatto sulle opere infrastrutturali interferenti con il sedime esistente nonché le interferenze con immobili e attività presenti lungo l'asse, sono state previste riduzioni puntuali della sezione di progetto, nello specifico:

- progr. km 17+500-17+530: la presenza di un importante opera ferroviaria di scavalco impone la necessità di eliminare le corsie di emergenza e di ampliare il margine interno (larghezza complessiva 4m) al fine di proteggere in modo adeguato la pila dell'opera, mediante l'inserimento degli opportuni sistemi di

ritenuta.

- progr. km 21+380-21+620: emergenza variabile da 3.00 m a 0.00 m in A14 (per fine intervento di potenziamento).

3.1.2 Andamento plano-altimetrico di progetto e verifiche di rispondenza al D.M. 05/11/2001

Le carreggiate di progetto sono state elaborate prevedendo quattro assi di tracciamento che descrivono le due carreggiate autostradali, A14 Sud e A14 nord, e le rispettive complanari, Tangenziale Sud e Tangenziale Nord.

Mediante l'analisi dei dati dei rilevamenti topografici delle piattaforme e dei cigli attuali si potuto verificare che lo spartitraffico dell'autostrada è, in molti tratti, di larghezza variabile, da qui l'esigenza di rappresentare geometricamente le carreggiate autostradali con due tracciati distinti, Sud e Nord.

Gli assi sono stati posti in corrispondenza della linea bianca che delimita la corsia di sorpasso dalla banchina interna.

Il percorso delle tangenziali segue parallelamente la relativa carreggiata autostradale salvo che nei tratti ove si è reso necessario uno scostamento per l'adeguamento delle corsie specializzate dell'autostrada ad inizio intervento e nei tratti ove già attualmente l'infrastruttura sviluppa su carreggiate separate in corrispondenza dell'interconnessione A13 Arcoveggio e dello Svincolo Fiera.

Lo sviluppo altimetrico longitudinale di progetto è coincidente all'andamento della piattaforma esistente. Le pendenze trasversali di progetto dell'ampliamento oltre la linea di taglio della pavimentazione attuale sono state mantenute corrispondenti a quella della carreggiata esistente.

Gli aspetti relativi alla verifica di conformità a norma degli elementi geometrici di tracciamento, i diagrammi di velocità e di visuale libera sono dettagliati nei paragrafi successivi

Nei seguenti paragrafi si riportano le caratteristiche geometriche degli assi interessati e il relativo andamento delle velocità.

3.1.3 A14 carreggiata Sud

La carreggiata in oggetto è stata analizzata mediante l'adozione di un asse denominato A14Sud, di categoria A (Autostrada urbana), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 80 e 140 km/h.

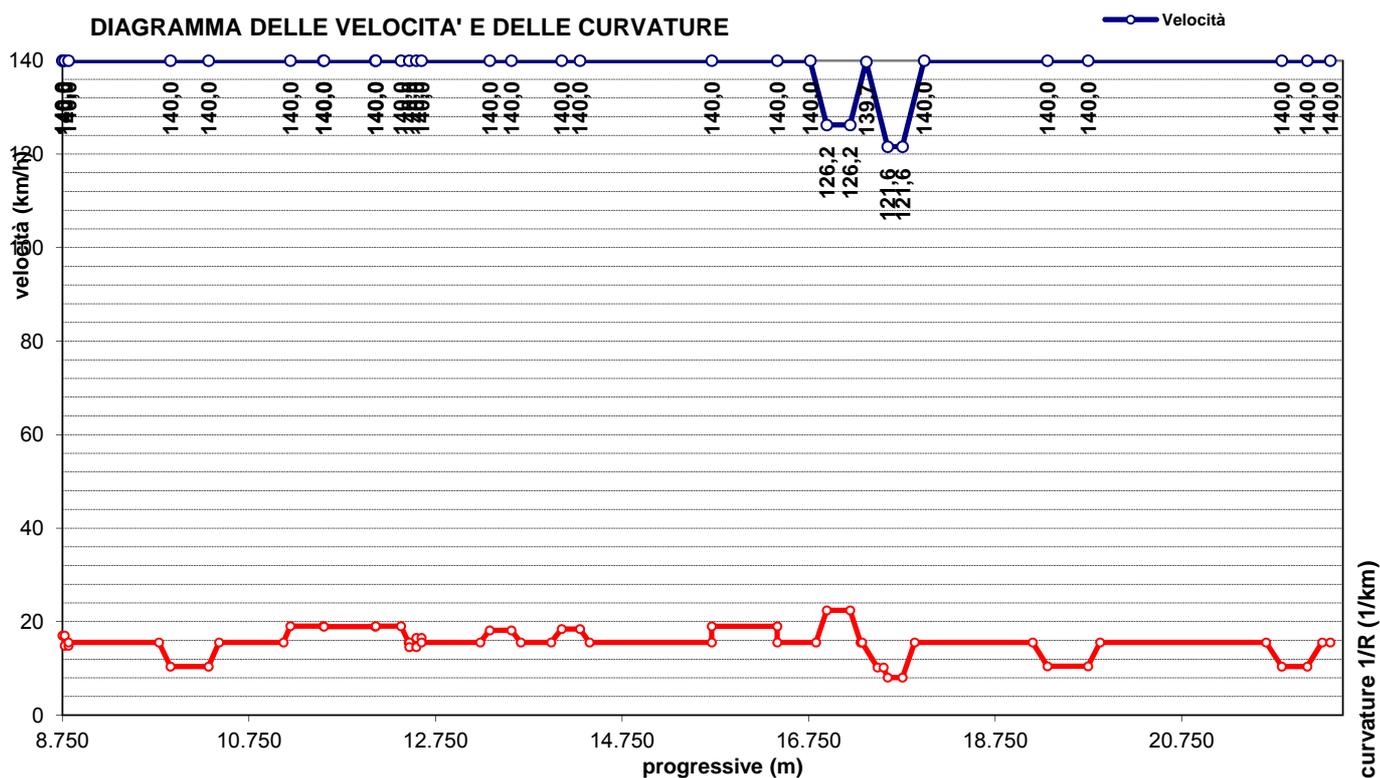


Figura 8 – Diagramma delle velocità – A14 carreggiata Sud

3.1.3.1 Andamento planimetrico e verifiche

Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	8.750,000	8.773,471	23,471	C	3500,00	DX	3,07	140,0	97,22		NO	(g)
2	8.773,471	8.814,692	41,221	C	7500,00	SX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
3	8.814,692	9.784,450	969,758	R				140,0				
4	9.784,450	9.907,392	122,943	AT	350,50			140,0				
5	9.907,392	10.315,986	408,594	C	999,25	SX	6,84	140,0				
6	10.315,986	10.428,631	112,645	AT	335,50			140,0				
7	10.428,631	11.119,587	690,957	R				140,0				
8	11.119,587	11.193,418	73,831	AT	330,00			140,0		491,67	NO	Err. AE/AU (h1) (h3)
9	11.193,418	11.545,385	351,967	C	1475,00	DX	5,33	140,0				
10	11.545,385	11.552,610	7,226	AC	600,00			140,0			NO	Err. AE/AU
11	11.552,610	12.101,595	548,985	C	1520,00	DX	5,23	140,0				
12	12.101,595	12.107,668	6,073	AC	600,00			140,0			NO	Err. AE/AU
13	12.107,668	12.378,572	270,904	C	1482,00	DX	5,32	140,0				
14	12.378,572	12.461,230	82,659	AT	350,00			140,0		494,00	NO	Err. AE/AU (h3)
15	12.461,230	12.467,723	6,493	R				140,0				
16	12.467,723	12.542,874	75,151	C	5250,00	SX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
17	12.542,874	12.598,479	55,605	C	5250,00	DX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
18	12.598,479	13.228,966	630,487	R				140,0				
19	13.228,966	13.330,172	101,206	AT	449,70			140,0		666,08	NO	(h3)
20	13.330,172	13.562,056	231,884	C	1998,25	DX	4,39	140,0				
21	13.562,056	13.663,260	101,204	AT	449,70			140,0		666,08	NO	(h3)
22	13.663,260	13.988,760	325,500	R				140,0	360,00		NO	(e)
23	13.988,760	14.101,219	112,459	AT	449,70			140,0		599,42	NO	(h3)
24	14.101,219	14.297,355	196,136	C	1798,25	DX	4,70	140,0				
25	14.297,355	14.400,034	102,679	AT	429,70			140,0		599,42	NO	(h3)
26	14.400,034	15.710,313	1310,280	R				140,0				
27	15.710,313	16.412,850	702,536	C	1498,25	DX	5,28	140,0				
28	16.412,850	16.827,630	414,781	R				140,0				
29	16.827,630	16.943,355	115,725	AT	295,00			135,3		336,82	NO	(h1)
30	16.943,355	17.193,619	250,264	C	752,00	DX	7,00	126,2			NO	(f1) [-13.8 km/h]
31	17.193,619	17.305,454	111,835	AT	290,00			134,9		335,42	NO	(h1)
32	17.305,454	17.321,254	15,800	R				136,1				
33	17.321,254	17.487,057	165,803	AT	400,00			139,7				
34	17.487,057	17.551,660	64,604	C	965,00	SX	7,00	130,2	90,43		NO	(g)
35	17.551,660	17.595,729	44,069	AC	325,00			125,1				
36	17.595,729	17.754,837	159,107	C	688,00	SX	7,00	121,6				
37	17.754,837	17.885,650	130,814	AT	300,00			131,9				
38	17.885,650	19.150,384	1264,733	R				140,0				
39	19.150,384	19.308,937	158,553	AT	400,52			140,0				
40	19.308,937	19.744,660	435,724	C	1011,75	SX	6,79	140,0				
41	19.744,660	19.873,088	128,428	AT	360,47			140,0				
42	19.873,088	21.652,411	1779,323	R				140,0				
43	21.652,411	21.820,511	168,100	AT	410,00			140,0				
44	21.820,511	22.094,431	273,920	C	1000,00	SX	6,84	140,0				
45	22.094,431	22.254,431	160,000	AT	400,00			140,0				
46	22.254,431	22.341,204	86,773	R				140,0				

Tabella 5 – Verifiche planimetriche con progressive crescenti – Asse A14 carreggiata Sud

Le carenze evidenziate dipendono dal fatto che i tracciamenti calcolati sono strettamente connessi dalla geometria dell'infrastruttura attuale.

Trattandosi di un adeguamento di una strada esistente, il decreto in oggetto ai sensi del DM 22.04.04, viene preso come riferimento, ma risulta non cogente ai fini della progettazione.

Le difettosità di tracciato sono, alcune di carattere ottico (H3 e rapporti tra clotoidi AE/AU) che sostanzialmente non influiscono sulla sicurezza della circolazione, ed altre di tipo dinamico (H1 e f1) che invece influiscono maggiormente sulla sicurezza stradale. Si tiene però a precisare come queste ultime anomalie riscontrate per una velocità massima pari a 140km/h siano sanate, limitando superiormente il diagramma delle velocità a 110km/h (limite di velocità, tuttora in essere e previsto anche dall'accordo di progetto), per queste difettosità si riportano le velocità ammissibili:

Elem	Elem	Parametro	Vammissibile
8	AT	330.00	137 km/h
29	AT	295.00	128 km/h
31	AT	290.00	127 km/h

Tabella 6 - Asse A14 carreggiata Sud: velocità ammissibili

3.1.3.2 Analisi Altimetrica

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, la pendenza massima delle livellette è pari al 1.54%. Tale valore è sempre inferiore al massimo imposto dalla normativa che richiede, per strade di tipo A – urbane principali, di non superare la pendenza del 6%.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (80-140km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 140 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	8.798	8.778	8.818	39,53	1,12	0,43	0,69	5700	140,0	225,6	1,1	0,1	-		
2	D	8.859	8.855	8.864	9,77	0,43	0,10	0,33	3000	140,0	227,6	1,1	0,1	-		
3	D	8.915	8.901	8.929	27,45	0,10	-0,12	0,23	12000	140,0	228,7	1,1	0,1	-		
4	S	8.932	8.929	8.935	6,58	-0,12	0,09	0,22	3000	140,0	228,7	0,5	1	-		
5	D	8.957	8.953	8.961	8,53	0,09	-0,19	0,28	3000	140,0	228,9	1,1	0,1	-		
6	S	8.969	8.962	8.975	13,25	-0,19	0,14	0,33	4000	140,0	228,8	0,5	1	-		
7	S	8.993	8.982	9.004	21,52	0,14	0,29	0,14	15000	140,0	227,8	0,5	1	-		
8	D	9.070	9.027	9.112	85,44	0,29	0,14	0,14	60000	140,0	227,8	1,1	0,1	-		
9	D	9.162	9.144	9.180	35,23	0,14	-0,21	0,35	10000	140,0	228,8	1,1	0,1	-		
10	S	9.190	9.180	9.199	19,59	-0,21	0,04	0,24	8000	140,0	229,0	0,5	1	-		
11	S	9.255	9.231	9.279	48,00	0,04	0,13	0,10	50000	140,0	228,3	0,5	1	-		
12	D	9.416	9.393	9.440	46,58	0,13	-0,02	0,16	30000	140,0	228,4	1,1	0,1	-		
13	S	9.472	9.445	9.500	55,34	-0,02	0,20	0,22	25000	140,0	228,3	0,5	1	-		
14	D	9.533	9.506	9.559	53,43	0,20	-0,02	0,21	25000	140,0	228,3	1,1	0,1	-		
15	S	9.642	9.617	9.666	49,19	-0,02	0,10	0,12	42000	140,0	228,5	0,5	1	-		
16	D	9.714	9.690	9.738	47,89	0,10	0,00	0,10	49000	140,0	228,5	1,1	0,1	-		
17	D	9.843	9.763	9.923	159,91	0,00	-0,23	0,23	70000	140,0	229,1	1,1	0,1	-		
18	D	10.040	9.995	10.085	90,19	-0,23	-0,43	0,20	44000	140,0	230,0	1,1	0,1	-		
19	S	10.156	10.148	10.164	16,06	-0,43	-0,05	0,38	4200	140,0	229,6	0,5	1	-		
20	D	10.203	10.189	10.217	27,57	-0,05	-0,36	0,31	8800	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
21	S	10.345	10.289	10.401	112,70	-0,36	-0,17	0,19	60000	140,0	229,7	0,5	1	-		
22	D	10.500	10.452	10.548	96,35	-0,17	-0,27	0,10	100000	140,0	229,6	1,1	0,1	-		
23	D	10.683	10.626	10.739	112,84	-0,27	-0,38	0,11	100000	140,0	230,0	1,1	0,1	-		
24	D	10.885	10.849	10.922	72,95	-0,38	-0,63	0,24	30000	140,0	230,7	1,1	0,1	-		
25	S	11.054	11.019	11.089	69,61	-0,63	-0,39	0,23	30000	140,0	230,7	0,5	1	-		
26	D	11.178	11.167	11.189	22,08	-0,39	-0,95	0,55	4000	140,0	231,4	1,1	0,1	-		
27	S	11.221	11.189	11.252	62,31	-0,95	-0,63	0,31	20000	140,0	231,9	0,5	1	-		
28	D	11.283	11.255	11.311	55,91	-0,63	-0,80	0,16	34000	140,0	231,6	1,1	0,1	-		
29	S	11.892	11.875	11.909	34,36	-0,80	-0,63	0,17	20000	140,0	231,6	0,5	1	-		
30	D	12.411	12.385	12.437	51,95	-0,63	-0,92	0,29	18000	140,0	231,8	1,1	0,1	-		
31	S	12.473	12.456	12.490	34,34	-0,92	0,31	1,23	2800	140,0	229,9	0,5	1	-		
32	S	12.538	12.506	12.569	62,80	0,31	1,15	0,84	7500	140,0	225,8	0,5	1	-		
33	D	12.752	12.737	12.767	29,68	1,15	0,95	0,20	15000	140,0	224,6	1,1	0,1	-		
34	S	12.786	12.769	12.803	34,08	0,95	1,29	0,34	10000	140,0	224,3	0,5	1	-		
35	D	13.015	12.992	13.038	46,17	1,29	0,71	0,58	8000	140,0	224,7	1,1	0,1	-		
36	S	13.057	13.047	13.066	18,59	0,71	1,09	0,37	5000	140,0	225,1	0,5	1	-		
37	S	13.205	13.182	13.228	45,73	1,09	1,54	0,46	10000	140,0	223,6	0,5	1	-		
38	D	13.281	13.261	13.301	40,36	1,54	1,14	0,40	10000	140,0	223,5	1,1	0,1	-		

39	D	13.634	13.605	13.664	58,46	1,14	0,49	0,65	9000	140,0	225,5	1,1	0,1	-		
40	D	13.720	13.689	13.752	63,32	0,49	0,28	0,21	30000	140,0	227,1	1,1	0,1	-		
41	D	13.804	13.795	13.813	18,50	0,28	-0,65	0,92	2000	140,0	229,4	1,1	0,1	6044	NO	129,9
42	S	13.842	13.832	13.852	20,45	-0,65	-0,13	0,51	4000	140,0	230,2	0,5	1	-		
43	S	13.947	13.920	13.973	53,70	-0,13	0,28	0,41	13000	140,0	228,4	0,5	1	-		
44	D	14.004	13.985	14.022	36,99	0,28	-0,18	0,46	8000	140,0	228,5	1,1	0,1	-		
45	S	14.220	14.207	14.233	26,25	-0,18	0,69	0,88	3000	140,0	227,7	0,5	1	-		
46	D	14.245	14.235	14.256	20,57	0,69	-0,34	1,03	2000	140,0	228,0	1,1	0,1	9099	NO	124,9
47	S	14.284	14.263	14.304	40,23	-0,34	0,47	0,80	5000	140,0	228,4	0,5	1	-		
48	D	14.322	14.310	14.335	25,03	0,47	0,24	0,23	11000	140,0	227,3	1,1	0,1	-		
49	S	14.433	14.422	14.444	22,24	0,24	0,68	0,44	5000	140,0	226,8	0,5	1	-		
50	D	14.474	14.464	14.484	20,25	0,68	0,11	0,58	3500	140,0	227,1	1,1	0,1	-		
51	S	14.522	14.504	14.541	36,52	0,11	0,47	0,37	10000	140,0	227,5	0,5	1	-		
52	S	14.661	14.653	14.669	16,45	0,47	1,29	0,82	2000	140,0	225,2	0,5	1	-		
53	D	14.700	14.676	14.725	48,52	1,29	0,08	1,21	4000	140,0	226,0	1,1	0,1	11929	NO	120..0
54	S	14.742	14.733	14.752	18,21	0,08	0,99	0,91	2000	140,0	226,5	0,5	1	-		
55	D	14.759	14.752	14.766	14,18	0,99	0,28	0,71	2000	140,0	226,2	1,1	0,1	-		
56	S	14.786	14.779	14.794	14,64	0,28	0,38	0,10	15000	140,0	227,3	0,5	1	-		
57	S	14.829	14.803	14.856	53,54	0,38	0,61	0,23	23000	140,0	226,7	0,5	1	-		
58	D	15.006	14.988	15.024	36,49	0,61	-0,37	0,99	3700	140,0	228,2	1,1	0,1	7957	NO	129,9
59	D	15.099	15.071	15.127	55,88	-0,37	-0,84	0,47	12000	140,0	231,1	1,1	0,1	-		
60	D	15.322	15.310	15.334	24,08	-0,84	-0,96	0,12	20000	140,0	232,3	1,1	0,1	-		
61	S	15.458	15.448	15.467	18,45	-0,96	-0,38	0,58	3200	140,0	231,4	0,5	1	-		
62	S	15.497	15.489	15.504	14,59	-0,38	-0,09	0,29	5000	140,0	229,6	0,5	1	-		
63	S	15.559	15.549	15.569	20,53	-0,09	0,11	0,21	10000	140,0	228,6	0,5	1	-		
64	S	15.617	15.611	15.622	11,54	0,11	0,53	0,41	2800	140,0	227,4	0,5	1	-		
65	D	15.701	15.688	15.715	27,11	0,53	-0,04	0,56	4800	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
66	S	15.761	15.755	15.767	12,26	-0,04	0,61	0,65	1900	140,0	227,5	0,5	1	-		
67	D	15.790	15.780	15.800	20,75	0,61	0,24	0,36	5700	140,0	227,0	1,1	0,1	-		
68	D	15.882	15.841	15.924	82,98	0,24	-0,20	0,44	18700	140,0	228,6	1,1	0,1	-		
69	S	15.944	15.933	15.955	22,43	-0,20	0,02	0,22	10000	140,0	229,0	0,5	1	-		
70	S	16.147	16.136	16.159	23,49	0,02	0,26	0,23	10000	140,0	228,1	0,5	1	-		
71	D	16.188	16.163	16.212	48,43	0,26	-0,37	0,63	7700	140,0	228,9	1,1	0,1	-		
72	S	16.250	16.214	16.287	73,78	-0,37	0,04	0,41	18000	140,0	229,3	0,5	1	-		
73	D	16.349	16.336	16.362	25,77	0,04	-0,48	0,52	5000	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
74	S	16.411	16.375	16.448	72,87	-0,48	0,09	0,57	12800	140,0	229,4	0,5	1	-		
75	S	16.819	16.813	16.825	12,84	0,09	0,52	0,43	3000	136,4	217,6	0,5	1	-		
76	D	16.909	16.879	16.940	60,67	0,52	0,03	0,49	12300	131,3	203,7	1,1	0,1	-		
77	S	17.049	17.025	17.074	48,77	0,03	0,40	0,38	13000	126,2	190,9	0,5	1	-		
78	D	17.223	17.210	17.236	25,77	0,40	0,15	0,26	10000	129,5	199,0	1,1	0,1	-		
79	S	17.313	17.301	17.324	22,32	0,15	0,37	0,22	10000	136,4	217,7	0,5	1	-		
80	S	17.574	17.506	17.642	135,81	0,37	1,27	0,91	15000	128,7	195,3	0,5	1	-		
81	D	18.622	18.515	18.730	215,03	1,27	0,38	0,90	24000	140,0	225,4	1,1	0,1	3896		
82	D	19.108	19.040	19.176	135,98	0,38	0,09	0,29	47000	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
83	S	19.354	19.254	19.455	200,48	0,09	0,45	0,36	55000	140,0	227,6	0,5	1	-		
84	D	19.508	19.455	19.560	104,68	0,45	0,03	0,42	25000	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
85	D	19.834	19.803	19.865	61,18	0,03	-0,40	0,44	14000	140,0	229,4	1,1	0,1	-		
86	D	19.957	19.941	19.972	30,89	-0,40	-0,77	0,36	8500	140,0	231,0	1,1	0,1	-		
87	S	20.211	20.154	20.267	113,62	-0,77	-0,49	0,28	41000	140,0	231,2	0,5	1	-		
88	S	20.402	20.346	20.458	112,30	-0,49	-0,02	0,47	24000	140,0	229,7	0,5	1	-		
89	D	20.685	20.618	20.751	132,73	-0,02	-0,40	0,38	35000	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
90	S	20.939	20.848	21.030	182,30	-0,40	-0,14	0,26	70000	140,0	229,7	0,5	1	-		
91	S	21.213	21.166	21.261	94,96	-0,14	0,49	0,63	15000	140,0	228,0	0,5	1	-		
92	D	21.334	21.318	21.350	32,39	0,49	-0,21	0,70	4600	140,0	228,1	1,1	0,1	-		
93	S	21.486	21.422	21.550	127,67	-0,21	-0,07	0,14	90000	140,0	229,2	0,5	1	-		
94	D	21.797	21.723	21.872	149,33	-0,07	-0,67	0,60	25000	140,0	230,1	1,1	0,1	-		
95	S	22.026	22.012	22.040	28,12	-0,67	-0,10	0,56	5000	140,0	230,2	0,5	1	-		
96	S	22.214	22.202	22.225	23,06	-0,10	0,36	0,46	5000	140,0	228,2	0,5	1	-		
97	S	22.299	22.289	22.309	19,95	0,36	1,02	0,66	3000	140,0	225,9	0,5	1	-		

Tabella 7 – Riepilogo caratteristiche altimetriche Asse A14 carreggiata Sud

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che, alcuni raccordi verticali, non soddisfano la verifica da normativa, comunque la velocità ammissibile risulta sempre superiore alla velocità di 120km/h, valore dimensionante per la viabilità autostradale. In relazione ai bassi valori della differenza di pendenza fra le due livellette (Δi), la formula di calcolo non sempre fornisce risultati per il calcolo di R_v min.

L'analisi del tracciato esistente e la verifica di rispondenza alla norma di riferimento DM 5.11.01 ha considerato anche gli aspetti correlati alle prestazioni dell'infrastruttura. In particolare è stata analizzata la visibilità per l'arresto connessa all'andamento plano-altimetrico del tracciato esistente.

3.1.3.3 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo di velocità pari a 80-140 Km/h come da DM 2001 e per uno pari a 80-120 Km/h, range considerato di riferimento per la velocità di esercizio prevista di 110km/h.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.1.4 A14 carreggiata Nord

La carreggiata in oggetto è stata analizzata mediante l'adozione di un asse denominato A14Nord, di categoria A (Autostrada urbana), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 80 e 140 km/h.

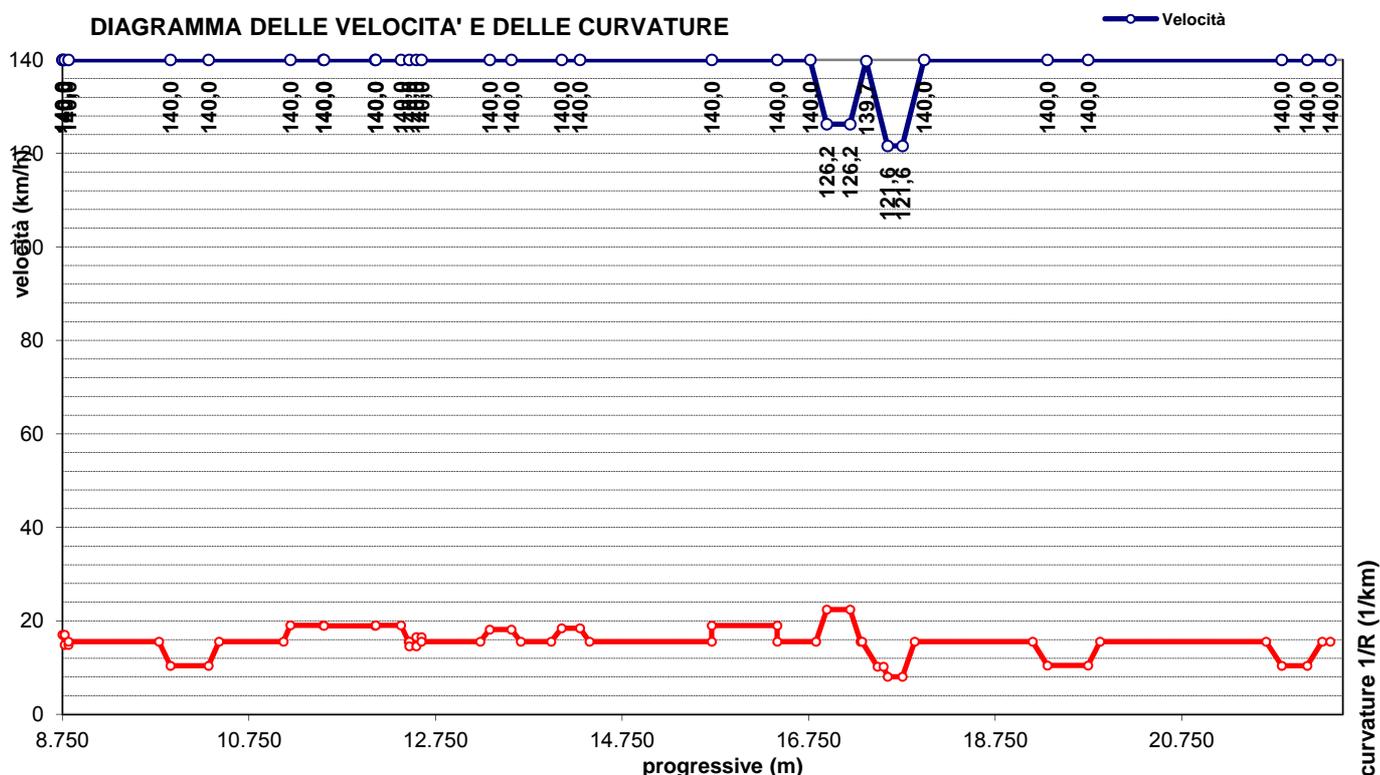


Figura 9 – Diagramma delle velocità – A14 carreggiata Nord

3.1.4.1 Andamento planimetrico e verifiche

Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	8.750,000	8.765,591	15,591	C	3500,00	SX	3,07	140,0	97,22		NO	(g)
2	8.765,591	8.802,870	37,279	C	7500,00	DX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
3	8.802,870	9.784,585	981,716	R				140,0				
4	9.784,585	9.907,257	122,672	AT	349,50			140,0				
5	9.907,257	10.314,281	407,024	C	995,75	SX	6,86	140,0				
6	10.314,281	10.426,649	112,368	AT	334,50			140,0		342,60	NO	(h1)
7	10.426,649	11.124,270	697,620	R				140,0				
8	11.124,270	11.176,190	51,921	AT	280,00			140,0		503,33	NO	Err. AE/AU (h2) (h3)
9	11.176,190	11.682,171	505,981	C	1510,00	DX	5,26	140,0				
10	11.682,171	11.691,484	9,313	AC	500,00			140,0		533,33	NO	Err. AE/AU (h3)
11	11.691,484	11.741,130	49,646	C	1600,00	DX	5,06	140,0	97,22		NO	(g)
12	11.741,130	11.752,104	10,974	AC	500,00			140,0		533,33	NO	Err. AE/AU (h3)
13	11.752,104	12.382,104	630,000	C	1495,00	DX	5,29	140,0				
14	12.382,104	12.430,867	48,763	AT	270,00			140,0		498,33	NO	Err. AE/AU (h2) (h3)
15	12.430,867	12.441,394	10,527	R				140,0				
16	12.441,394	12.530,622	89,228	C	5250,00	DX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
17	12.530,622	12.609,027	78,405	C	7500,00	SX	2,50	140,0	97,22		NO	(g)
18	12.609,027	13.279,353	670,326	R				140,0				
20	13.279,354	13.568,078	288,724	C	2025,00	DX	4,36	140,0				
21	13.568,078	13.668,078	100,000	AT	450,00			140,0		675,00	NO	Err. AE/AU (h3)
22	13.668,078	14.012,056	343,978	R				140,0	360,00		NO	(e)
23	14.012,056	14.078,996	66,940	AT	350,00			140,0		610,00	NO	(h3)
24	14.078,996	14.320,059	241,064	C	1830,00	DX	4,65	140,0				
25	14.320,059	14.386,999	66,940	AT	350,00			140,0		610,00	NO	(h3)
26	14.386,999	15.713,021	1326,021	R				140,0				
27	15.713,021	16.417,198	704,177	C	1501,75	DX	5,27	140,0				
28	16.417,198	16.830,123	412,925	R				140,0				
29	16.830,123	16.949,746	119,623	AT	300,52			135,1				
30	16.949,746	17.211,016	261,271	C	755,00	DX	7,00	127,6				
31	17.211,016	17.296,468	85,452	AT	254,00			134,2		265,33	NO	(h1)
32	17.296,468	17.333,995	37,527	R				137,1				
33	17.333,995	17.458,450	124,455	AT	370,00			139,7				
34	17.458,450	17.528,697	70,247	C	1100,00	SX	6,44	132,5	92,00		NO	(g)
35	17.528,697	17.602,648	73,951	AC	370,00			126,9				
36	17.602,648	17.763,694	161,046	C	690,00	SX	7,00	122,3				
37	17.763,694	17.888,964	125,270	AT	294,00			132,2		318,67	NO	(h1)
38	17.888,964	19.154,580	1265,616	R				140,0				
39	19.154,580	19.312,859	158,279	AT	399,48			140,0				
40	19.312,859	19.746,827	433,968	C	1008,25	SX	6,80	140,0				
41	19.746,827	19.875,033	128,206	AT	359,53			140,0				
42	19.875,033	21.661,900	1786,868	R				140,0				
43	21.661,900	21.814,000	152,100	AT	390,00			140,0				
44	21.814,000	22.104,712	290,712	C	1000,00	SX	6,84	140,0				
45	22.104,712	22.234,312	129,600	AT	360,00			140,0				
46	22.234,312	22.254,932	20,620	R				140,0				

Tabella 8 – Verifiche planimetriche con progressive decrescenti – Asse A14 carreggiata Nord

Dalle verifiche effettuate risultano diverse difettosità di tracciato, delle quali alcune di carattere ottico (H3 e rapporti tra clotoidi AE/AU) che sostanzialmente non influiscono sulla sicurezza della circolazione, ed altre di tipo dinamico (H1 e f1) che invece influiscono maggiormente sulla sicurezza stradale. Si tiene però a precisare come queste ultime anomalie riscontrate per una velocità massima pari a 140km/h siano sanate, limitando superiormente il diagramma delle velocità a 110km/h (limite di velocità, tuttora in essere e previsto anche dall'accordo di progetto); per queste difettosità si riportano le velocità ammissibili:

Elem	Elem	Parametro	Vammissibile
6	AT	334.50	h1 138 km/h
8	AT	280.00	h2 120km/h
14	AT	270.00	h2 112km/h
31	AT	254.00	h1 133 km/h
37	AT	294.00	h1 127 km/h

Tabella 9 - Asse A14 carreggiata Nord: velocità ammissibili

3.1.4.2 Analisi Altimetrica

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, la pendenza massima delle livellette è pari al 1.38%. Tale valore è sempre inferiore al massimo imposto dalla normativa che richiede, per strade di tipo A – urbane principali, di non superare la pendenza del 6%.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (80-140km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 140 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	8.830	8.821	8.839	18,45	0,77	0,44	0,32	5700	140,0	231,1	1,1	0,1	-		
2	D	8.865	8.848	8.881	33,02	0,44	0,11	0,33	10000	140,0	229,8	1,1	0,1	-		
3	D	8.924	8.894	8.954	59,53	0,11	-0,01	0,13	47000	140,0	228,9	1,1	0,1	-		
4	S	8.992	8.975	9.008	32,99	-0,01	0,29	0,30	11000	140,0	229,2	0,5	1	-		
5	D	9.037	9.018	9.055	36,71	0,29	-0,02	0,31	12000	140,0	229,2	1,1	0,1	-		
6	S	9.069	9.057	9.082	24,59	-0,02	0,47	0,49	5000	140,0	229,6	0,5	1	-		
7	D	9.109	9.095	9.124	29,41	0,47	0,10	0,37	8000	140,0	229,8	1,1	0,1	-		
8	D	9.167	9.148	9.186	38,72	0,10	-0,28	0,39	10000	140,0	228,3	1,1	0,1	-		
9	S	9.211	9.192	9.230	37,91	-0,28	0,19	0,47	8000	140,0	228,5	0,5	1	-		
10	D	9.255	9.240	9.270	30,18	0,19	0,13	0,06	50000	140,0	229,3	1,1	0,1	-		
11	D	9.398	9.355	9.441	85,76	0,13	0,05	0,09	100000	140,0	229,0	1,1	0,1	-		
12	S	9.484	9.461	9.507	46,14	0,05	0,23	0,18	25000	140,0	229,2	0,5	1	-		
13	D	9.523	9.509	9.536	26,78	0,23	0,05	0,18	15000	140,0	229,2	1,1	0,1	-		
14	D	9.627	9.547	9.707	160,64	0,05	-0,05	0,10	165000	140,0	228,7	1,1	0,1	-		
15	S	9.718	9.708	9.728	19,85	-0,05	-0,01	0,03	58000	140,0	228,5	0,5	1	-		
16	S	9.784	9.759	9.810	51,23	-0,01	0,38	0,39	13000	140,0	229,4	0,5	1	-		
17	D	9.896	9.872	9.921	49,32	0,38	-0,20	0,58	8500	140,0	229,0	1,1	0,1	-		
18	D	10.032	9.988	10.076	88,72	-0,20	-0,38	0,18	48000	140,0	227,5	1,1	0,1	-		
19	S	10.158	10.144	10.172	28,64	-0,38	-0,10	0,29	10000	140,0	227,7	0,5	1	-		
20	D	10.202	10.188	10.216	28,48	-0,10	-0,38	0,28	10000	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
21	D	10.319	10.293	10.346	52,57	-0,38	-0,64	0,26	20000	140,0	226,6	1,1	0,1	-		
22	S	10.431	10.404	10.458	53,77	-0,64	-0,26	0,38	14000	140,0	226,9	0,5	1	-		
23	D	10.683	10.677	10.688	11,14	-0,26	-0,37	0,11	10000	140,0	227,4	1,1	0,1	-		
24	D	10.915	10.864	10.966	102,36	-0,37	-0,71	0,34	30000	140,0	226,5	1,1	0,1	-		
25	D	11.091	11.066	11.117	50,26	-0,71	-1,05	0,34	15000	140,0	225,2	1,1	0,1	-		
26	S	11.129	11.122	11.137	14,76	-1,05	-0,77	0,27	5400	140,0	225,1	0,5	1	-		
27	D	11.769	11.763	11.775	12,04	-0,77	-1,00	0,22	5400	140,0	225,2	1,1	0,1	-		
28	S	11.858	11.853	11.862	8,22	-1,00	-0,72	0,27	3000	140,0	225,3	0,5	1	-		
29	S	11.912	11.907	11.917	10,70	-0,72	-0,37	0,36	3000	140,0	226,5	0,5	1	-		
30	D	11.971	11.952	11.990	38,10	-0,37	-0,64	0,27	14000	140,0	226,7	1,1	0,1	-		
31	D	12.322	12.305	12.340	35,33	-0,64	-0,83	0,20	18000	140,0	225,8	1,1	0,1	-		
32	S	12.376	12.347	12.405	58,58	-0,83	-0,51	0,33	18000	140,0	226,0	0,5	1	-		
33	S	12.483	12.447	12.519	71,60	-0,51	1,08	1,59	4500	140,0	229,8	0,5	1	-		
34	S	12.538	12.535	12.540	4,97	1,08	1,15	0,07	7500	140,0	233,2	0,5	1	-		
35	D	12.714	12.702	12.726	23,69	1,15	0,99	0,16	15000	140,0	233,0	1,1	0,1	-		
36	S	12.801	12.729	12.874	145,09	0,99	1,38	0,39	37000	140,0	233,5	0,5	1	-		
37	D	13.009	12.988	13.030	41,95	1,38	0,68	0,70	6000	140,0	232,9	1,1	0,1	-		
38	S	13.044	13.036	13.052	15,91	0,68	1,00	0,32	5000	140,0	232,1	0,5	1	-		
39	S	13.184	13.179	13.189	9,88	1,00	1,10	0,10	10000	140,0	233,0	0,5	1	-		
40	S	13.472	13.462	13.482	20,08	1,10	1,30	0,20	10000	140,0	233,6	0,5	1	-		
41	D	13.581	13.565	13.597	31,89	1,30	0,95	0,35	9000	140,0	233,3	1,1	0,1	-		
42	D	13.716	13.669	13.762	92,48	0,95	0,29	0,66	14000	140,0	231,2	1,1	0,1	-		
43	D	13.804	13.795	13.813	18,06	0,29	-0,62	0,90	2000	140,0	228,0	1,1	0,1	4788	NO	134,9
44	S	13.850	13.839	13.861	21,46	-0,62	-0,08	0,54	4000	140,0	227,3	0,5	1	-		
45	D	13.960	13.918	14.002	84,44	-0,08	-0,36	0,28	30000	140,0	227,8	1,1	0,1	-		
46	S	14.111	14.043	14.179	136,01	-0,36	-0,09	0,27	50000	140,0	227,8	0,5	1	-		
47	S	14.226	14.218	14.233	15,24	-0,09	0,71	0,80	1900	140,0	229,9	0,5	1	-		
48	D	14.243	14.235	14.251	16,62	0,71	0,00	0,71	2333	140,0	230,1	1,1	0,1	-		
49	D	14.260	14.251	14.268	16,56	0,00	-0,71	0,71	2333	140,0	227,3	1,1	0,1	-		
50	S	14.278	14.268	14.288	19,46	-0,71	0,59	1,30	1500	140,0	228,4	0,5	1	-		
51	D	14.292	14.288	14.297	8,40	0,59	0,17	0,42	2000	140,0	230,2	1,1	0,1	-		
52	S	14.364	14.328	14.400	71,97	0,17	0,65	0,48	15000	140,0	230,3	0,5	1	-		
53	S	14.440	14.431	14.449	18,19	0,65	1,17	0,52	3500	140,0	232,4	0,5	1	-		
54	D	14.470	14.454	14.486	31,29	1,17	0,27	0,89	3500	140,0	231,6	1,1	0,1	5186	NO	134,9
55	S	14.532	14.496	14.567	71,16	0,27	0,49	0,22	33000	140,0	230,2	0,5	1	-		
56	S	14.658	14.651	14.666	14,68	0,49	1,22	0,73	2000	140,0	232,2	0,5	1	-		
57	D	14.701	14.674	14.728	54,48	1,22	-0,02	1,24	4400	140,0	231,1	1,1	0,1	13022	NO	120,0
58	S	14.741	14.729	14.753	24,09	-0,02	0,79	0,80	3000	140,0	230,2	0,5	1	-		
59	D	14.772	14.764	14.780	16,71	0,79	0,23	0,56	3000	140,0	230,7	1,1	0,1	-		
60	S	14.800	14.781	14.819	38,04	0,23	0,48	0,25	15000	140,0	230,1	0,5	1	-		

61	S	14.909	14.880	14.937	57,38	0,48	0,73	0,25	23000	140,0	231,1	0,5	1	-		
62	D	15.004	14.980	15.028	48,75	0,73	-0,35	1,08	4500	140,0	229,4	1,1	0,1	10602	NO	124,9
63	D	15.111	15.069	15.152	82,54	-0,35	-0,88	0,53	15500	140,0	226,2	1,1	0,1	-		
64	D	15.403	15.377	15.428	50,88	-0,88	-1,14	0,25	20000	140,0	224,7	1,1	0,1	-		
65	S	15.452	15.433	15.471	38,10	-1,14	-0,33	0,81	4700	140,0	225,8	0,5	1	-		
66	S	15.518	15.501	15.535	34,10	-0,33	-0,02	0,31	11000	140,0	228,0	0,5	1	-		
67	S	15.600	15.572	15.628	56,15	-0,02	0,25	0,27	21000	140,0	229,1	0,5	1	-		
68	D	15.648	15.642	15.654	11,71	0,25	-0,17	0,42	2800	140,0	228,8	1,1	0,1	-		
69	S	15.674	15.673	15.676	3,14	-0,17	-0,10	0,07	4800	140,0	228,1	0,5	1	-		
70	S	15.763	15.751	15.775	24,28	-0,10	0,51	0,61	4000	140,0	229,5	0,5	1	-		
71	D	15.809	15.779	15.838	59,09	0,51	0,15	0,36	16500	140,0	230,0	1,1	0,1	-		
72	D	15.897	15.861	15.932	71,18	0,15	-0,18	0,33	21800	140,0	228,6	1,1	0,1	-		
73	S	15.958	15.947	15.970	22,83	-0,18	0,24	0,42	5400	140,0	228,8	0,5	1	-		
74	D	15.984	15.972	15.997	25,18	0,24	-0,01	0,25	10000	140,0	229,1	1,1	0,1	-		
75	S	16.128	16.111	16.145	33,33	-0,01	0,33	0,33	10000	140,0	229,3	0,5	1	-		
76	D	16.181	16.145	16.218	72,97	0,33	-0,40	0,73	10000	140,0	228,5	1,1	0,1	-		
77	S	16.244	16.222	16.266	43,85	-0,40	-0,01	0,40	11000	140,0	227,8	0,5	1	-		
78	S	16.425	16.376	16.474	97,42	-0,01	0,33	0,34	29000	140,0	229,3	0,5	1	-		
79	D	16.556	16.505	16.607	101,44	0,33	0,07	0,26	38500	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
80	D	16.913	16.878	16.948	69,81	0,07	-0,52	0,58	12000	132,0	206,0	1,1	0,1	-		
81	S	17.016	16.968	17.065	97,33	-0,52	0,70	1,22	8000	126,5	192,4	0,5	1	-		
82	D	17.141	17.127	17.154	27,13	0,70	0,36	0,34	8000	126,5	193,7	1,1	0,1	-		
83	S	17.227	17.165	17.288	123,91	0,36	0,76	0,40	31192	132,4	209,9	0,5	1	-		
84	D	17.361	17.344	17.377	33,41	0,76	0,43	0,33	10000	139,4	229,4	1,1	0,1	-		
85	S	17.525	17.456	17.594	137,96	0,43	1,22	0,80	17290	133,4	213,3	0,5	1	-		
86	D	17.732	17.660	17.805	144,47	1,22	0,72	0,51	28578	124,9	191,2	1,1	0,1	-		
87	S	17.864	17.822	17.907	85,52	0,72	1,29	0,57	15000	133,1	213,2	0,5	1	-		
88	D	18.622	18.492	18.753	261,15	1,29	0,36	0,92	28294	140,0	232,0	1,1	0,1	14447		
89	S	18.942	18.890	18.994	104,79	0,36	0,45	0,08	125353	140,0	230,3	0,5	1	-		
90	D	19.042	18.996	19.089	93,09	0,45	0,25	0,20	47000	140,0	230,1	1,1	0,1	-		
91	S	19.164	19.155	19.172	17,68	0,25	0,60	0,35	5000	140,0	230,4	0,5	1	-		
92	D	19.239	19.205	19.272	66,54	0,60	0,34	0,27	25000	140,0	230,6	1,1	0,1	-		
93	D	19.549	19.503	19.594	90,65	0,34	-0,02	0,36	25000	140,0	229,3	1,1	0,1	-		
94	D	19.802	19.746	19.858	111,77	-0,02	-0,82	0,80	14000	140,0	227,0	1,1	0,1	-		
95	S	19.889	19.858	19.921	63,52	-0,82	-0,38	0,44	14406	140,0	226,3	0,5	1	-		
96	D	19.972	19.931	20.013	81,35	-0,38	-0,78	0,40	20561	140,0	226,4	1,1	0,1	-		
97	S	20.191	20.142	20.240	98,26	-0,78	-0,54	0,24	41000	140,0	226,1	0,5	1	-		
98	S	20.402	20.318	20.487	168,84	-0,54	0,00	0,54	31234	140,0	227,6	0,5	1	-		
99	D	20.678	20.544	20.812	268,25	0,00	-0,42	0,42	64179	140,0	227,8	1,1	0,1	13930		
100	S	20.939	20.865	21.013	147,49	-0,42	-0,15	0,27	55132	140,0	227,5	0,5	1	-		
101	S	21.217	21.160	21.274	113,87	-0,15	0,54	0,69	16580	140,0	229,4	0,5	1	-		
102	D	21.340	21.303	21.378	75,95	0,54	-0,30	0,84	9051	140,0	229,1	1,1	0,1	1691		
103	S	21.449	21.431	21.467	36,09	-0,30	0,00	0,30	12039	140,0	228,1	0,5	1	-		
104	D	21.528	21.486	21.571	84,37	0,00	-0,14	0,14	60861	140,0	228,4	1,1	0,1	-		
105	S	21.646	21.626	21.667	40,95	-0,14	0,48	0,62	6600	140,0	229,3	0,5	1	-		
106	D	21.706	21.669	21.743	74,32	0,48	-0,02	0,50	14750	140,0	229,6	1,1	0,1	-		
107	D	21.859	21.799	21.919	119,37	-0,02	-0,94	0,92	13000	140,0	226,8	1,1	0,1	5191		
108	S	22.008	21.919	22.097	177,80	-0,94	0,01	0,95	18700	140,0	226,8	0,5	1	-		
109	D	22.119	22.097	22.141	44,11	0,01	-0,43	0,44	10000	140,0	227,8	1,1	0,1	-		
110	D	22.185	22.179	22.191	12,43	-0,43	-0,68	0,25	5000	140,0	226,5	1,1	0,1	-		
111	S	22.211	22.195	22.227	31,89	-0,68	-0,04	0,64	5000	140,0	227,2	0,5	1	-		

Tabella 10 – Riepilogo caratteristiche altimetriche Asse A14 carreggiata Nord

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che, alcuni raccordi verticali, non soddisfano la verifica da normativa, comunque la velocità ammissibile risulta sempre superiore alla velocità di 110km/h (dimensionante per la viabilità autostradale. In relazione ai bassi valori della differenza di pendenza fra le due livellette (Δi), la formula di calcolo non sempre fornisce risultati per il calcolo di R_v min.

3.1.4.1 Verifiche di visibilità

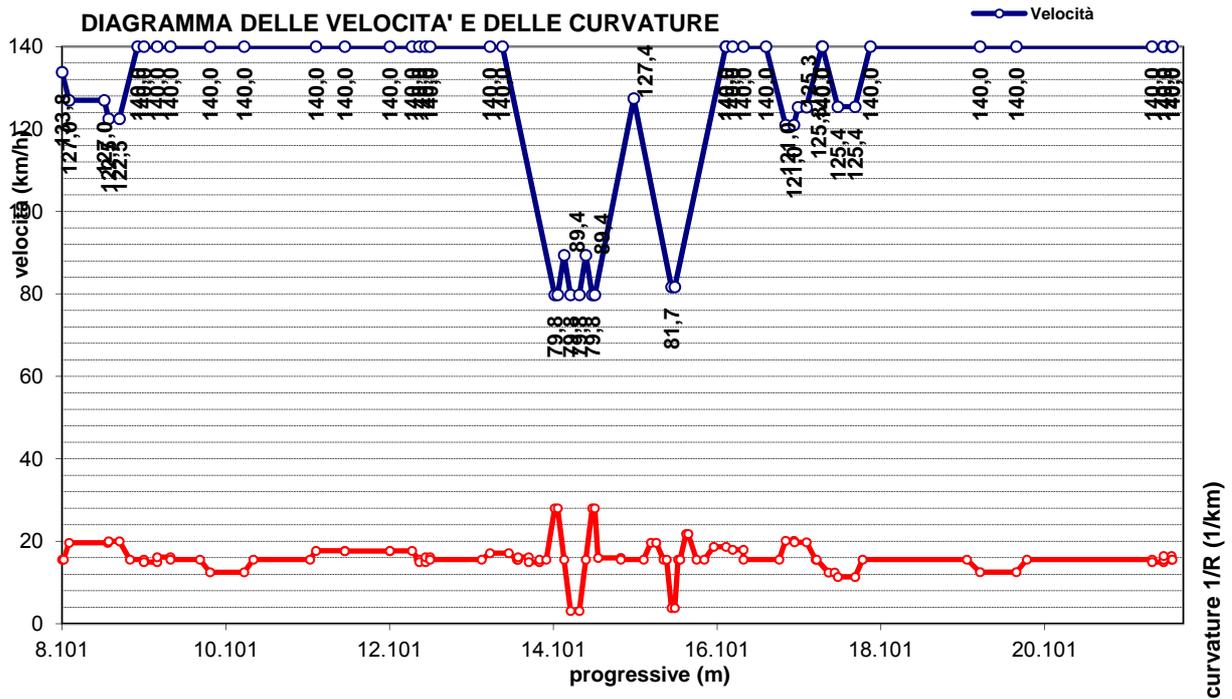
Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo di velocità pari a 80-140 Km/h come da DM 2001 e per uno pari a 80-120 Km/h, range considerato di riferimento per la velocità di esercizio prevista di 110km/h.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.1.5 Tangenziale carreggiata Sud

La carreggiata in oggetto è stata analizzata mediante l'adozione di un asse denominato TS, di categoria A (Autostrada urbana), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 80 e 140 km/h.

Lo studio è stato condotto considerando due assi di tracciamento, uno che riguarda l'intero progetto dallo svincolo n. 4 Aeroporto fino alla barriera autostradale di San Lazzaro e un per il tratto di complanare che bypassa la barriera di esazione denominato "uscita complanare Sud".



3.1.5.1 *Andamento planimetrico e verifiche*

Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	8,100.791	8,121.094	20.303	R				133.8				
2	8,121.094	8,186.548	65.454	AT	223.37			132.2		325.47	NO	(h1) (h3)
3	8,186.548	8,658.773	472.225	C	762.30	DX	7.00	127.0				
4	8,658.773	8,669.281	10.508	AC	300.00			123.4		313.81	NO	(h1)
5	8,669.281	8,800.966	131.686	C	700.00	DX	7.00	122.5				
6	8,800.966	8,929.538	128.571	AT	300.00			132.0		317.43	NO	(h1)
7	8,929.538	9,099.442	169.904	R				140.0				
8	9,099.442	9,261.467	162.025	C	5250.00	SX	2.50	140.0				
9	9,261.467	9,423.492	162.025	C	5250.00	DX	2.50	140.0				
10	9,423.492	9,784.035	360.544	R				140.0				
11	9,784.035	9,907.814	123.779	AT	354.34			140.0				
12	9,907.814	10,323.574	415.760	C	1014.35	SX	6.78	140.0				
13	10,323.574	10,436.960	113.386	AT	339.14			140.0				
14	10,436.960	11,127.735	690.775	R				140.0				
15	11,127.735	11,201.187	73.452	AT	327.46			140.0		486.63	NO	(h1) (h3)
16	11,201.187	11,552.938	351.751	C	1459.90	DX	5.37	140.0				
17	11,552.938	12,103.052	550.115	C	1504.90	DX	5.27	140.0				
18	12,103.052	12,373.991	270.939	C	1466.90	DX	5.35	140.0				
19	12,373.991	12,456.228	82.236	AT	347.32			140.0		488.97	NO	(h3)
20	12,456.228	12,462.931	6.704	R				140.0				
21	12,462.931	12,538.298	75.367	C	5265.10	SX	2.50	140.0	97.22		NO	(g)
22	12,538.298	12,593.744	55.445	C	5234.90	DX	2.50	140.0	97.22		NO	(g)
23	12,593.744	13,224.422	630.679	R				140.0				
24	13,224.422	13,325.245	100.823	AT	447.15			140.0		661.05	NO	(h3)
25	13,325.245	13,554.994	229.749	C	1983.15	DX	4.41	140.0				
26	13,554.994	13,655.817	100.823	AT	447.15			132.8		661.05	NO	(h3)
27	13,655.817	13,668.244	12.428	R				123.2				
28	13,668.244	13,798.871	130.627	C	5250.00	DX	2.50	122.1				
29	13,798.871	13,929.498	130.627	C	5250.00	SX	2.50	109.7				
30	13,929.498	14,014.077	84.579	R				97.4				
31	14,014.077	14,116.477	102.400	AT	160.00			89.4				
32	14,116.477	14,153.362	36.885	C	250.00	DX	7.00	79.8	55.40	344.90	NO	(a) (c) (f2) [-30,0 km/h] (g)
33	14,153.362	14,231.762	78.400	AF	140.00			88.4				
34	14,231.762	14,310.162	78.400	AF	140.00			89.4				
35	14,310.162	14,417.694	107.532	C	250.00	SX	7.00	79.8		335.68	NO	(a)
36	14,417.694	14,496.094	78.400	AF	140.00			88.4				
37	14,496.094	14,574.494	78.400	AF	140.00			89.4				
38	14,574.494	14,605.769	31.275	C	250.00	DX	7.00	79.8	55.40	335.68	NO	(a) (g)
39	14,605.769	14,646.791	41.021	AC	103.00			83.8		2500.00	NO	Err. R1/R2 (h1) (h3)
40	14,646.791	14,922.768	275.978	C	7500.00	DX	2.50	110.9				
41	14,922.768	15,202.226	279.458	R				127.3				
42	15,202.226	15,291.173	88.947	AT	260.00			115.4				
43	15,291.173	15,355.514	64.341	C	760.00	DX	7.00	106.6	74.04		NO	(g)
44	15,355.514	15,444.461	88.947	AT	260.00			100.2				
45	15,444.461	15,483.568	39.106	R				91.4	119.97		NO	(e)
46	15,483.568	15,542.530	58.962	AT	125.00			87.5				
47	15,542.530	15,582.745	40.215	C	265.00	SX	7.00	81.7	56.73	410.40	NO	(a) (c) (f2) [-24,9 km/h] (g)
48	15,582.745	15,622.779	40.034	AT	103.00			85.4		125.99	NO	(h1) (h2)
49	15,622.779	15,648.858	26.079	R				87.3	108.27		NO	(e)
50	15,648.858	15,721.058	72.200	AT	190.00			94.4				
51	15,721.058	15,746.854	25.797	C	500.00	DX	7.00	96.5	67.02		NO	(g)
52	15,746.854	15,848.104	101.250	AT	225.00			106.4				
53	15,848.104	15,942.926	94.822	R				114.9	219.60		NO	(e)
54	15,942.926	16,058.526	115.600	AT	340.00			125.7			NO	Err. AE/AU
55	16,058.526	16,208.526	150.000	C	1000.00	DX	6.84	139.3			NO	Err. AE/AU
56	16,208.526	16,288.346	79.819	AC	588.12			140.0				
57	16,288.346	16,421.332	132.987	C	1300.00	DX	5.78	140.0				
58	16,421.332	16,857.724	436.392	R				140.0				
59	16,857.724	16,935.518	77.794	AT	230.00			127.2		301.57	NO	(h1)
60	16,935.518	17,036.725	101.207	C	680.00	DX	7.00	121.0			NO	(f1) [-19,0 km/h] (h1)
61	17,036.725	17,043.706	6.982	AC	244.82			121.0		301.87	NO	(h1) (h3)
62	17,043.706	17,191.363	147.656	C	738.50	DX	7.00	125.3				
63	17,191.363	17,302.189	110.827	AT	286.09			133.9		330.65	NO	(h1)
64	17,302.189	17,314.278	12.089	R				134.7				
65	17,314.278	17,459.943	145.666	AT	380.99			140.0				
66	17,459.943	17,534.192	74.249	C	996.50	SX	6.86	134.2	93.22		NO	(g)
67	17,534.192	17,573.228	39.036	AC	335.00			128.4		338.81	NO	(h1)
68	17,573.228	17,784.521	211.293	C	740.00	SX	7.00	125.4				
69	17,784.521	17,875.872	91.351	AT	260.00			132.4				
70	17,875.872	19,149.999	1274.127	R				140.0				
71	19,149.999	19,309.731	159.732	AT	404.99			140.0				
72	19,309.731	19,753.032	443.302	C	1026.85	SX	6.73	140.0				
73	19,753.032	19,882.415	129.383	AT	364.49			140.0				
74	19,882.415	21,660.628	1778.213	R				140.0				
75	21,660.628	21,829.992	169.364	AT	414.63			140.0				
76	21,829.992	22,089.578	259.585	C	1015.10	SX	6.78	140.0				
77	22,089.578	22,151.389	61.812	C	2500.00	DX	3.81	140.0	97.22		NO	(g)
78	22,151.389	22,154.161	2.772	R				140.0				

Tabella 11 – Verifiche planimetriche con progressive crescenti – Tangenziale carreggiata Sud

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Verso	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	86,106	86,106	C	DX	2500,00	DX	3,81	140,0	97,22		NO	(g)
2	86,106	225,477	139,371	R	SX				140,0				

Tabella 12 – Verifiche planimetriche con progressive crescenti – uscita complanare Sud

Dalle verifiche effettuate risultano diverse difettosità di tracciato, delle quali alcune di carattere ottico (H3 e rapporti tra clotoidi AE/AU) che sostanzialmente non influiscono sulla sicurezza della circolazione, ed altre di tipo dinamico (H1 e f1) che invece influiscono maggiormente sulla sicurezza stradale. Si tiene però a precisare come queste ultime anomalie riscontrate per una velocità massima pari a 140km/h siano sanate, limitando superiormente il diagramma delle velocità a 80km/h (limite di velocità previsto dall'accordo di progetto), le uniche eccezioni sono rappresentata dagli elementi 39 e 48 per queste difettosità si riportano le velocità ammissibili:

Elem	Elem	Parametro	Vammissibile
2	AT	223.37	115 km/h
4	AC	300.00	120km/h
6	AT	300.00	129 km/h
15	AT	327.46	136 km/h
39	AC	103.00	75 km/h
48	AT	103.00	h1 82km/h, h2 75km/h
59	AT	230.00	115 km/h
61	AC	244.82	108 km/h
63	AT	286.09	127 km/h
67	AC	335.00	127km/h

Tabella 13 - Tangenziale carreggiata Sud: velocità ammissibili

3.1.5.2 Analisi Altimetrica

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, la pendenza massima delle livellette è pari al 2.23%. Tale valore è sempre inferiore al massimo imposto dalla normativa che richiede, per strade di tipo A – urbane principali, di non superare la pendenza del 6%.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (80-140km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 140 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	8,198	8,101	8,294	193.22	-0.44	-2.23	1.79	10800	133.8	216.3	1.1	0.1	12554	NO	127.7
2	S	8,732	8,668	8,796	127.45	-2.23	0.60	2.83	4500	122.6	184.6	0.5	1	3757		
3	D	8,876	8,853	8,899	45.97	0.60	-0.01	0.61	7500	130.2	200.9	1.1	0.1	-		
4	S	8,976	8,945	9,006	60.98	-0.01	0.20	0.21	28700	138.6	224.5	0.5	1	-		
5	S	9,066	9,052	9,079	27.02	0.20	0.88	0.68	4000	140.0	226.5	0.5	1	-		
6	D	9,135	9,098	9,172	74.27	0.88	0.05	0.83	9000	140.0	226.8	1.1	0.1	246		
7	S	9,276	9,255	9,297	41.69	0.05	0.26	0.21	20000	140.0	228.0	0.5	1	-		
8	D	9,360	9,297	9,423	125.10	0.26	0.05	0.21	60000	140.0	228.0	1.1	0.1	-		
9	D	9,954	9,890	10,019	129.71	0.05	-0.34	0.39	33000	140.0	229.2	1.1	0.1	-		
10	S	10,153	10,123	10,182	58.98	-0.34	-0.14	0.20	30000	140.0	229.6	0.5	1	-		
11	D	10,252	10,221	10,283	61.87	-0.14	-0.37	0.23	27000	140.0	229.7	1.1	0.1	-		
12	D	10,386	10,364	10,408	44.34	-0.37	-0.82	0.44	10000	140.0	231.1	1.1	0.1	-		
13	S	10,423	10,408	10,438	30.49	-0.82	-0.21	0.61	5000	140.0	230.7	0.5	1	-		
14	D	10,555	10,487	10,622	134.72	-0.21	-0.28	0.07	190000	140.0	229.6	1.1	0.1	-		
15	D	10,915	10,732	11,098	365.34	-0.28	-0.82	0.54	67500	140.0	230.9	1.1	0.1	14305		
16	S	11,880	11,786	11,975	189.10	-0.82	-0.63	0.19	100000	140.0	231.6	0.5	1	-		
17	S	12,475	12,386	12,563	177.68	-0.63	1.15	1.78	10000	140.0	227.6	0.5	1	-		
18	S	12,834	12,796	12,873	77.52	1.15	1.34	0.19	41000	140.0	223.8	0.5	1	-		
19	D	12,952	12,884	13,020	136.43	1.34	1.06	0.28	49000	140.0	224.0	1.1	0.1	-		
20	S	13,420	13,395	13,445	50.55	1.06	1.23	0.17	30000	140.0	224.2	0.5	1	-		
21	D	13,678	13,642	13,715	73.19	1.23	0.37	0.85	8600	124.6	185.0	1.1	0.1	-		
22	D	13,797	13,771	13,823	52.25	0.37	-0.67	1.05	5000	112.4	158.0	1.1	0.1	-		
23	S	13,851	13,828	13,874	45.66	-0.67	-0.21	0.46	10000	107.0	146.3	0.5	1	-		
24	D	14,116	14,080	14,153	73.32	-0.21	-1.46	1.24	5900	83.3	99.2	1.1	0.1	-		
25	S	14,324	14,179	14,468	289.60	-1.46	1.76	3.22	9000	89.4	109.2	0.5	1	2479		
26	S	14,507	14,480	14,535	55.11	1.76	2.04	0.28	20000	89.3	107.1	0.5	1	-		
27	D	14,577	14,547	14,608	60.58	2.04	-0.29	2.33	2600	83.1	97.2	1.1	0.1	1476		
28	S	14,645	14,623	14,667	43.54	-0.29	1.16	1.45	3000	85.8	102.4	0.5	1	-		
29	D	14,704	14,695	14,713	18.12	1.16	0.18	0.98	1850	90.5	110.7	1.1	0.1	-		
30	S	14,746	14,739	14,753	14.50	0.18	0.47	0.29	5000	94.5	118.8	0.5	1	-		
31	S	14,864	14,809	14,919	109.48	0.47	0.62	0.16	70000	111.1	153.3	0.5	1	-		
32	D	15,014	14,993	15,035	42.32	0.62	-0.38	1.01	4200	122.7	182.3	1.1	0.1	-		
33	D	15,111	15,088	15,135	47.29	-0.38	-0.86	0.47	10000	126.8	194.9	1.1	0.1	-		
34	D	15,217	15,202	15,233	31.39	-0.86	-1.01	0.16	20000	115.5	167.2	1.1	0.1	-		
35	D	15,336	15,312	15,360	47.91	-1.01	-1.97	0.96	5000	104.6	143.0	1.1	0.1	-		
36	S	15,373	15,361	15,386	25.54	-1.97	-0.55	1.42	1800	99.7	132.0	0.5	1	-		
37	D	15,448	15,417	15,478	61.22	-0.55	-1.88	1.33	4600	94.1	120.3	1.1	0.1	-		
38	S	15,612	15,551	15,674	123.22	-1.88	0.92	2.80	4400	90.2	111.5	0.5	1	2543		
39	D	15,737	15,727	15,746	19.46	0.92	0.33	0.59	3300	96.9	123.2	1.1	0.1	-		
40	S	15,804	15,780	15,828	47.47	0.33	0.57	0.24	20000	104.6	139.2	0.5	1	-		
41	D	16,144	16,109	16,179	70.13	0.57	-0.07	0.64	11000	137.4	220.6	1.1	0.1	-		
42	S	16,409	16,384	16,435	50.95	-0.07	0.44	0.51	10000	140.0	227.9	0.5	1	-		
43	D	16,551	16,490	16,612	122.48	0.44	0.03	0.41	30000	140.0	227.7	1.1	0.1	-		
44	S	17,104	16,998	17,211	212.62	0.03	0.65	0.63	34000	126.8	191.8	0.5	1	4781		
45	D	17,408	17,391	17,426	34.79	0.65	0.31	0.35	10000	139.6	225.8	1.1	0.1	-		
46	S	17,500	17,479	17,521	42.47	0.31	0.73	0.42	10000	132.8	207.0	0.5	1	-		
47	S	17,600	17,584	17,615	31.56	0.73	1.05	0.32	10000	125.4	186.7	0.5	1	-		
48	S	17,708	17,692	17,723	31.29	1.05	1.77	0.72	4350	125.4	185.3	0.5	1	-		
49	D	17,746	17,728	17,764	35.90	1.77	0.94	0.83	4350	125.4	185.4	1.1	0.1	-		
50	S	17,878	17,871	17,885	14.56	0.94	1.55	0.61	2400	133.2	205.8	0.5	1	-		
51	D	17,934	17,886	17,982	96.58	1.55	1.21	0.34	28600	140.0	223.3	1.1	0.1	-		
52	S	18,112	17,987	18,238	250.57	1.21	1.29	0.08	325000	140.0	223.8	0.5	1	5684		
53	D	18,623	18,494	18,751	256.87	1.29	0.35	0.93	27500	140.0	225.4	1.1	0.1	13638		
54	D	19,541	19,445	19,637	192.30	0.35	-0.04	0.39	49000	140.0	228.0	1.1	0.1	-		
55	D	19,879	19,718	20,039	320.83	-0.04	-0.84	0.80	40000	140.0	230.4	1.1	0.1	14249		
56	S	20,176	20,118	20,233	115.10	-0.84	-0.53	0.31	37500	140.0	231.5	0.5	1	-		
57	S	20,434	20,327	20,541	214.40	-0.53	0.19	0.72	29763	140.0	229.4	0.5	1	-		
58	D	20,597	20,542	20,652	110.03	0.19	-0.27	0.46	24000	140.0	228.8	1.1	0.1	-		
59	D	20,789	20,769	20,808	38.74	-0.27	-0.47	0.19	20000	140.0	230.2	1.1	0.1	-		
60	S	20,913	20,843	20,982	138.94	-0.47	-0.16	0.31	45000	140.0	229.9	0.5	1	-		
61	S	21,224	21,164	21,283	118.38	-0.16	0.50	0.66	18000	140.0	228.0	0.5	1	-		
62	D	21,350	21,338	21,361	23.19	0.50	-0.33	0.83	2800	140.0	228.3	1.1	0.1	811		
63	S	21,429	21,388	21,469	80.94	-0.33	-0.06	0.27	30000	140.0	229.4	0.5	1	-		
64	S	21,690	21,675	21,706	31.13	-0.06	0.57	0.63	4950	140.0	227.6	0.5	1	-		
65	D	21,724	21,706	21,743	36.50	0.57	-0.17	0.74	4950	140.0	227.9	1.1	0.1	-		
66	D	21,852	21,838	21,865	26.32	-0.17	-0.69	0.53	5000	140.0	230.4	1.1	0.1	-		
67	S	22,020	21,990	22,050	59.91	-0.69	-0.09	0.60	10000	140.0	230.2	0.5	1	-		
68	D	22,102	22,091	22,113	22.84	-0.09	-0.38	0.29	8000	140.0	229.6	1.1	0.1	-		

Tabella 14 – Riepilogo caratteristiche altimetriche Tangenziale carreggiata Sud

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	136.952	136.949	136.955	6,31	-0,11	-0,53	0,42	1500	0,0	0,0	1,1	0,1	-		

Tabella 15 – Riepilogo caratteristiche altimetriche - uscita complanare Sud

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che, un raccordo verticale, non soddisfa la verifica da normativa, comunque la velocità ammissibile (127.7km/h) risulta superiore alla velocità di 80km/h (dimensionante per la viabilità autostradale).

3.1.5.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo di velocità pari a 80-140 Km/h come da DM 2001 e per uno pari a 80-90 Km/h, range considerato di riferimento per la velocità di esercizio prevista di 80km/h.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.1.6 Tangenziale carreggiata Nord

La carreggiata in oggetto è stata analizzata mediante l'adozione di un asse denominato TN, di categoria A (Autostrada urbana), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 80 e 140 km/h.

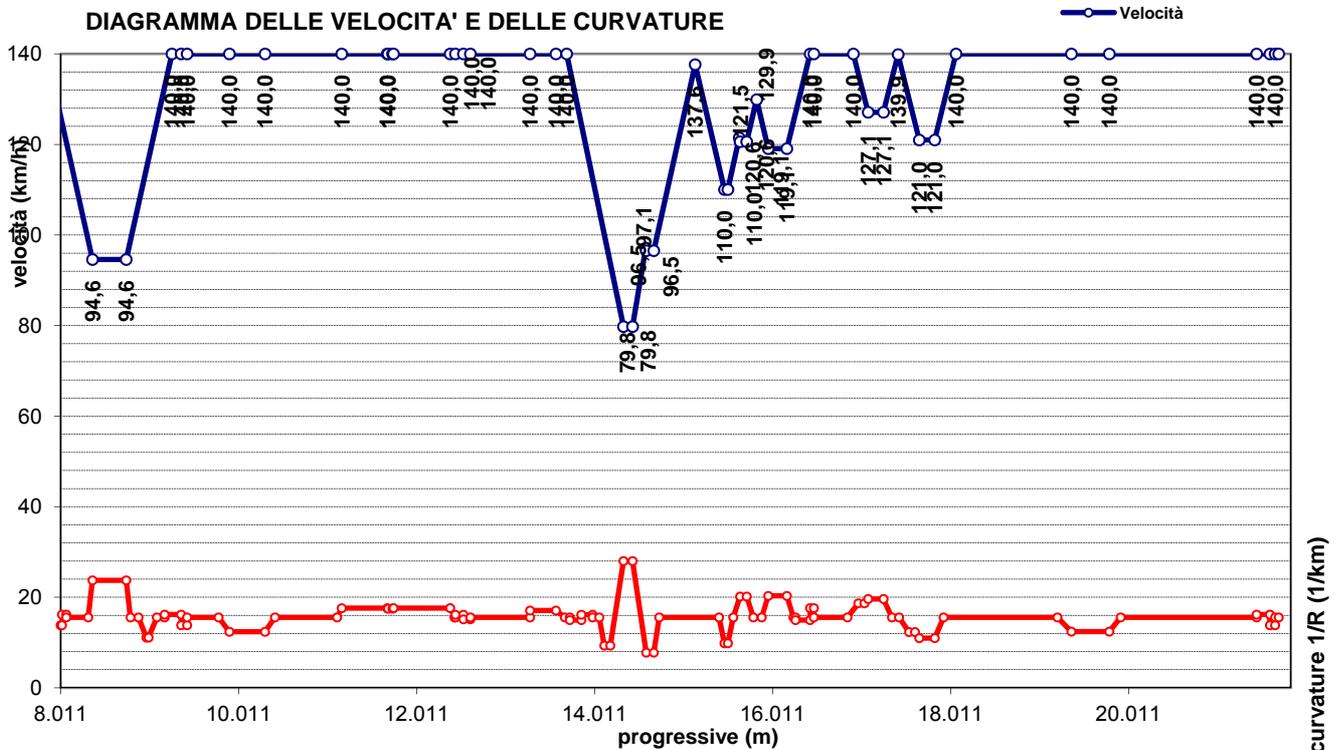


Figura 16 – Diagramma delle velocità – A14 Tangenziale carreggiata Nord

3.1.6.1 Andamento planimetrico e verifiche

Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	8.010,790	8.025,152	14,362	C	1800,00	SX	4,70	126,2				
2	8.025,152	8.073,966	48,815	C	5000,00	DX	2,50	124,9				
3	8.073,966	8.320,425	246,459	R				120,6				
4	8.320,425	8.368,386	47,961	AT	135,00			98,8		146,66	NO	(h1) (h2)
5	8.368,386	8.746,967	378,581	C	380,00	DX	7,00	94,6				
6	8.746,967	8.794,928	47,961	AT	135,00			98,7		146,30	NO	(h1) (h2)
7	8.794,928	8.884,756	89,829	R				106,7				
8	8.884,756	8.974,042	89,286	AT	250,00			114,6				
9	8.974,042	8.998,596	24,555	C	700,00	SX	7,00	116,8				
10	8.998,596	9.091,489	92,893	AT	255,00			125,0		277,70	NO	(h1)
11	9.091,489	9.178,389	86,900	R				132,6				
12	9.178,389	9.364,300	185,911	C	5000,00	DX	2,50	140,0				
13	9.364,300	9.431,228	66,928	C	1800,00	SX	4,70	140,0				
14	9.431,228	9.785,037	353,809	R				140,0				
15	9.785,037	9.906,803	121,766	AT	345,56			140,0				
16	9.906,803	10.306,733	399,931	C	980,65	SX	6,93	140,0				
17	10.306,733	10.418,285	111,552	AT	330,75			140,0		342,60	NO	(h1)
18	10.418,285	11.116,184	697,899	R				140,0				
19	11.116,184	11.168,364	52,180	AT	282,10			140,0		508,37	NO	Err. AE/AU (h2) (h3)
20	11.168,364	11.679,536	511,172	C	1525,10	DX	5,22	140,0				
21	11.679,536	11.688,939	9,404	AC	507,31			140,0		538,37	NO	Err. AE/AU (h3)
22	11.688,939	11.739,051	50,112	C	1615,10	DX	5,03	140,0				
23	11.739,051	11.750,132	11,081	AC	507,35			140,0		538,37	NO	Err. AE/AU (h3)
24	11.750,132	12.386,620	636,488	C	1510,10	DX	5,25	140,0				
25	12.386,620	12.435,629	49,008	AT	272,04			140,0		503,37	NO	Err. AE/AU (h2) (h3)
26	12.435,629	12.446,033	10,405	R				140,0				
27	12.446,033	12.535,518	89,485	C	5265,10	DX	2,50	140,0				
28	12.535,518	12.613,765	78,247	C	7484,90	SX	2,50	140,0				
29	12.613,765	13.284,091	670,326	R				140,0				
30	13.284,091	13.575,155	291,064	C	2040,10	DX	4,33	140,0				
31	13.575,155	13.675,528	100,372	AT	452,51			140,0		680,03	NO	(h3)
32	13.675,528	13.730,765	55,238	R				140,0				
33	13.730,765	13.860,781	130,016	C	5250,00	SX	2,50	136,7				
34	13.860,781	13.987,746	126,965	C	5250,00	DX	2,50	124,4				
35	13.987,746	14.062,142	74,396	R				112,4				
36	14.062,142	14.118,590	56,448	AT	168,00			105,4		197,46	NO	(h1)
37	14.118,590	14.185,538	66,948	C	500,00	SX	7,00	100,1				
38	14.185,538	14.241,450	55,912	AT	167,20			93,8				
39	14.241,450	14.333,866	92,416	AT	152,00			88,5				
40	14.333,866	14.436,326	102,460	C	250,00	DX	7,00	79,8		251,97	NO	(a)
41	14.436,326	14.528,742	92,416	AT	152,00			90,6				
42	14.528,742	14.589,582	60,840	AT	156,00			97,1		169,03	NO	(h1)
43	14.589,582	14.674,487	84,905	C	400,00	SX	7,00	96,5				
44	14.674,487	14.735,327	60,840	AT	156,00			101,9		188,86	NO	(h1)
45	14.735,327	15.407,530	672,203	R				137,6				
46	15.407,530	15.468,308	60,778	AT	182,00			115,1		239,08	NO	(h1)
47	15.468,308	15.506,800	38,492	C	545,00	SX	7,00	110,0				
48	15.506,800	15.567,578	60,778	AF	182,00			115,4		239,63	NO	(h1)
49	15.567,578	15.644,253	76,676	AF	227,50			121,4		281,52	NO	(h1)
50	15.644,253	15.718,401	74,148	C	675,00	DX	7,00	120,6				
51	15.718,401	15.793,401	75,000	AT	225,00			126,8		232,90	NO	(h1)
52	15.793,401	15.887,056	93,655	R				129,9				
53	15.887,056	15.960,949	73,893	AT	220,00			125,2		227,68	NO	(h1)
54	15.960,949	16.169,694	208,745	C	655,00	DX	7,00	119,1				
55	16.169,694	16.243,587	73,893	AT	220,00			124,9		225,97	NO	(h1)
56	16.243,587	16.266,923	23,336	R				126,8				
57	16.266,923	16.429,922	162,999	C	5250,00	SX	2,50	139,8				
58	16.429,922	16.472,987	43,065	C	1516,85	DX	5,24	140,0				
59	16.472,987	16.849,860	376,872	R				140,0				
60	16.849,860	16.972,360	122,500	AT	350,00			140,0				
61	16.972,360	17.040,732	68,372	C	1000,00	DX	6,84	135,7				
62	17.040,732	17.082,943	42,211	AC	370,00			130,4				
63	17.082,943	17.255,573	172,630	C	764,33	DX	7,00	127,1				
64	17.255,573	17.350,950	95,378	AT	270,00			134,5				
65	17.350,950	17.429,933	78,982	R				139,9				
66	17.429,933	17.542,946	113,014	AT	330,00			139,1		337,25	NO	(h1)
67	17.542,946	17.608,838	65,891	C	963,60	SX	7,00	130,1				
68	17.608,838	17.657,410	48,573	AC	335,00			124,9				
69	17.657,410	17.831,149	173,739	C	680,00	SX	7,00	121,0				
70	17.831,149	17.930,561	99,412	AT	260,00			128,9		299,61	NO	(h1)
71	17.930,561	19.209,401	1278,841	R				140,0				
72	19.209,401	19.366,491	157,089	AT	394,98			140,0				
73	19.366,491	19.792,891	426,400	C	993,15	SX	6,87	140,0				
74	19.792,891	19.920,133	127,242	AT	355,49			140,0				
75	19.920,133	21.708,058	1787,926	R				140,0				
76	21.708,058	21.859,006	150,948	AT	385,58			140,0				
77	21.859,006	22.051,451	192,445	C	984,90	SX	6,91	136,1				
78	22.051,451	22.122,381	70,930	AC	330,00			120,5			NO	Err. AE/AU
79	22.122,381	22.127,122	4,741	C	600,00	SX	7,00	114,7				
80	22.127,122	22.193,789	66,667	AT	200,00			120,5		261,63	NO	Err. AE/AU (h1)
81	22.193,789	22.203,789	10,000	R				121,4				

Tabella 17 – Verifiche planimetriche con progressive crescenti – Tangenziale carreggiata Nord

Dalle verifiche effettuate risultano diverse difettosità di tracciato, delle quali alcune di carattere ottico (H3 e rapporti tra clotoidi AE/AU) che sostanzialmente non influiscono sulla sicurezza della circolazione, ed altre di tipo dinamico (h1, h2,f1 ecc.) che invece influiscono maggiormente sulla sicurezza stradale. Si tiene però a precisare come queste ultime anomalie riscontrate per una velocità massima pari a 140km/h siano sanate, limitando superiormente il

diagramma delle velocità a 80km/h (limite di velocità previsto dall'accordo di programma), per queste difettosità si riportano le velocità ammissibili:

Elem	Elem	Parametro	Vammissibile
4	AT	135.00	H1 96km/h, h2 90km/h
6	AT	135.00	H1 96km/h, h2 90km/h
10	AT	255.00	H1 120km/h
17	AT	330.75	H1 137km/h
19	AT	282.10	H2 121km/h
25	AT	272.04	H2 113km/h
36	AT	168.00	H1 98km/h
42	AT	156.00	H1 93km/h
44	AT	156.00	H1 93km/h
46	AT	182.00	H1 102km/h
48	AF	182.00	H1 107km/h
49	AF	227.50	H1 120km/h
51	AT	225.00	H1 125km/h
53	AT	220.00	H1 123km/h
55	AT	220.00	H1 123km/h
66	AT	330.00	H1 137km/h
70	AT	260.00	H1 121km/h
80	AT	200.00	H1 107km/h

Tabella 18 - Tangenziale carreggiata Nord: velocità ammissibili

3.1.6.2 Analisi Altimetrica

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato, la pendenza massima delle livellette è pari al 2.13%. Tale valore è sempre inferiore al massimo imposto dalla normativa che richiede, per strade di tipo A – urbane principali, di non superare la pendenza del 6%.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (80-140km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 140 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	8.097	8.011	8.182	171,63	-0,57	-2,13	1,56	11000	126,2	187,4	1,1	0,1	8714		
2	S	8.293	8.236	8.350	113,40	-2,13	-0,36	1,77	6400	106,3	141,5	0,5	1	-		
3	D	8.485	8.422	8.548	126,06	-0,36	-2,04	1,68	7500	94,6	117,7	1,1	0,1	3720		
4	S	8.772	8.752	8.793	41,02	-2,04	-1,22	0,82	5000	98,6	125,1	0,5	1	-		
5	S	8.835	8.814	8.855	41,36	-1,22	0,37	1,59	2600	104,1	138,4	0,5	1	-		
6	D	8.941	8.938	8.944	5,91	0,37	0,31	0,07	9000	111,9	157,3	1,1	0,1	-		
7	D	9.224	9.159	9.290	131,51	0,31	0,13	0,18	75000	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
8	D	9.491	9.407	9.575	167,28	0,13	0,05	0,08	200000	140,0	229,0	1,1	0,1	-		
9	D	9.768	9.698	9.838	139,21	0,05	-0,09	0,14	100000	140,0	228,6	1,1	0,1	-		
10	D	9.967	9.883	10.050	166,16	-0,09	-0,37	0,28	60000	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
11	S	10.257	10.211	10.303	91,92	-0,37	-0,23	0,14	65000	140,0	227,5	0,5	1	-		
12	D	10.882	10.611	11.154	542,47	-0,23	-0,77	0,54	100000	140,0	226,7	1,1	0,1	13789		
13	S	11.886	11.833	11.940	107,12	-0,77	-0,61	0,16	67500	140,0	225,9	0,5	1	-		
14	D	12.264	12.223	12.305	81,20	-0,61	-0,69	0,08	100000	140,0	226,1	1,1	0,1	-		
15	S	12.505	12.449	12.561	111,50	-0,69	1,17	1,86	6000	140,0	229,6	0,5	1	-		
16	D	13.721	13.592	13.850	257,72	1,17	-0,27	1,43	18000	140,0	230,5	1,1	0,1	14254		
17	S	14.102	14.059	14.145	85,95	-0,27	1,45	1,72	5000	105,7	143,7	0,5	1	-		
18	S	14.214	14.200	14.228	27,61	1,45	2,37	0,92	3000	92,4	117,8	0,5	1	-		
19	D	14.244	14.237	14.252	15,71	2,37	1,17	1,21	1300	89,0	110,8	1,1	0,1	-		
20	D	14.373	14.362	14.384	22,47	1,17	-0,24	1,40	1600	79,8	92,7	1,1	0,1	-		
21	D	14.482	14.474	14.490	15,58	-0,24	-1,35	1,11	1400	86,0	102,3	1,1	0,1	-		
22	S	14.598	14.578	14.619	41,15	-1,35	-0,21	1,14	3600	97,1	123,1	0,5	1	-		
23	S	14.690	14.675	14.705	30,12	-0,21	1,05	1,26	2400	99,2	129,4	0,5	1	-		
24	D	14.737	14.726	14.748	21,20	1,05	-0,10	1,15	1850	103,0	137,6	1,1	0,1	-		
25	S	14.766	14.748	14.785	36,61	-0,10	0,39	0,49	7500	106,2	144,0	0,5	1	-		
26	S	14.853	14.815	14.892	76,29	0,39	0,54	0,15	50000	115,7	166,6	0,5	1	-		
27	S	14.958	14.934	14.982	47,94	0,54	0,73	0,19	25000	123,7	186,9	0,5	1	-		
28	D	15.038	15.022	15.053	30,67	0,73	-0,36	1,10	2800	130,0	202,0	1,1	0,1	5819	NO	119.9
29	D	15.143	15.104	15.183	79,37	-0,36	-0,89	0,53	15000	137,6	219,7	1,1	0,1	-		
30	D	15.422	15.405	15.439	34,32	-0,89	-1,11	0,21	16000	115,4	162,3	1,1	0,1	-		
31	S	15.541	15.478	15.604	125,95	-1,11	-0,32	0,79	16000	118,7	170,8	0,5	1	-		
32	D	15.792	15.731	15.852	120,97	-0,32	-1,39	1,07	11300	129,9	198,3	1,1	0,1	4532		
33	S	15.929	15.853	16.004	150,89	-1,39	1,75	3,14	4800	128,0	196,8	0,5	1	4558		
34	D	16.134	16.071	16.196	125,03	1,75	0,19	1,56	8000	121,2	181,5	1,1	0,1	7970		
35	D	16.242	16.233	16.252	19,50	0,19	-0,51	0,70	2800	125,6	189,5	1,1	0,1	-		
36	S	16.301	16.287	16.314	27,06	-0,51	-0,01	0,49	5500	130,6	202,2	0,5	1	-		
37	S	16.534	16.507	16.562	55,38	-0,01	0,47	0,48	11500	140,0	229,6	0,5	1	-		
38	D	16.578	16.564	16.591	27,51	0,47	0,07	0,39	7000	140,0	229,8	1,1	0,1	-		
39	S	16.885	16.877	16.893	15,35	0,07	0,36	0,29	5300	140,0	229,5	0,5	1	-		
40	D	16.973	16.925	17.021	95,38	0,36	-0,37	0,73	13000	139,3	226,8	1,1	0,1	-		
41	S	17.113	17.054	17.171	117,09	-0,37	1,13	1,50	7800	129,3	200,9	0,5	1	-		
42	D	17.190	17.172	17.209	37,17	1,13	0,29	0,84	4400	127,1	196,0	1,1	0,1	-		
43	S	17.354	17.316	17.392	75,31	0,29	0,45	0,16	47000	137,7	223,5	0,5	1	-		
44	S	17.653	17.408	17.898	490,45	0,45	1,29	0,85	58000	139,9	231,9	0,5	1	5914		
45	D	18.669	18.531	18.807	276,14	1,29	0,37	0,92	30000	140,0	232,1	1,1	0,1	14450		
46	D	19.183	19.140	19.227	87,07	0,37	0,05	0,32	27000	140,0	229,5	1,1	0,1	-		
47	S	19.342	19.243	19.442	199,10	0,05	0,38	0,33	60000	140,0	229,5	0,5	1	-		
48	D	19.581	19.541	19.621	80,37	0,38	-0,02	0,40	20000	140,0	229,4	1,1	0,1	-		
49	S	19.759	19.738	19.780	42,20	-0,02	0,06	0,08	50000	140,0	228,8	0,5	1	-		
50	D	19.877	19.856	19.897	40,31	0,06	-0,41	0,47	8500	140,0	228,0	1,1	0,1	-		
51	D	20.020	19.984	20.056	72,21	-0,41	-0,80	0,39	18500	140,0	226,3	1,1	0,1	-		
52	S	20.364	20.196	20.532	335,92	-0,80	-0,05	0,75	45000	140,0	227,0	0,5	1	5774		
53	D	20.755	20.679	20.831	151,96	-0,05	-0,41	0,35	43000	140,0	227,7	1,1	0,1	-		
54	S	20.969	20.874	21.063	188,67	-0,41	-0,14	0,27	70000	140,0	227,6	0,5	1	-		
55	S	21.273	21.208	21.337	128,32	-0,14	0,49	0,63	20500	140,0	229,4	0,5	1	-		
56	D	21.389	21.379	21.400	21,49	0,49	-0,28	0,77	2800	140,0	229,1	1,1	0,1	-		
57	S	21.487	21.448	21.525	77,58	-0,28	-0,08	0,19	40000	140,0	227,9	0,5	1	-		
58	D	21.759	21.752	21.765	12,79	-0,08	-0,34	0,26	5000	140,0	227,8	1,1	0,1	-		
59	D	21.903	21.894	21.912	18,19	-0,34	-0,70	0,36	5000	133,3	208,3	1,1	0,1	-		
60	S	22.046	22.015	22.078	63,38	-0,70	-0,07	0,63	10000	123,5	183,4	0,5	1	-		
61	D	22.170	22.162	22.177	15,28	-0,07	-0,38	0,31	5000	119,1	173,0	1,1	0,1	-		

Tabella 19 – Riepilogo caratteristiche altimetriche Tangenziale carreggiata Nord

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che, un raccordo verticale, non soddisfa la verifica da normativa, comunque la velocità ammissibile (119.9km/h) risulta superiore alla velocità di 80km/h (dimensionante per la viabilità autostradale).

3.1.6.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo di velocità pari a 80-140 Km/h come da DM 2001 e per uno pari a 80-90 Km/h, range considerato di riferimento per la velocità di esercizio prevista di 80km/h.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2 Adeguamento degli svincoli

Il progetto di ampliamento a tre corsie della Tangenziale di Bologna e dell'Autostrada A14 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe di immissione e diversione per gli svincoli, intervento necessario in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale e all'impiego di standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

Gli svincoli di progetto riguardano sia nodi di interconnessione tra la Tangenziale di Bologna e la viabilità cittadina esistente che nodi di interconnessione tra la Tangenziale di Bologna e l'Autostrada A14.

Nella progettazione si è fatto riferimento alle intersezioni di tipo 1 e 2 con i rispettivi intervalli di velocità come riportati nella Tabella 3-20. Nei paragrafi successivi vengono riportati i criteri di progettazione e le relative verifiche di congruenza con la Normativa Vigente riguardanti le caratteristiche geometriche dei nodi di svincolo oggetto di adeguamento infrastrutturale.

3.2.1 Svincolo n. 4 e 4 bis aeroporto

A seguito di una simulazione specifica del carico di traffico che impegna le manovre di svincolo, è stata prevista la dismissione di una delle due rampe di uscita dalla complanare nord e di una delle due rampe di ingresso della complanare sud, che attualmente creano conflitti in termini di manovre di cambio corsia e accodamenti per il ridotto sviluppo delle corsie specializzate.

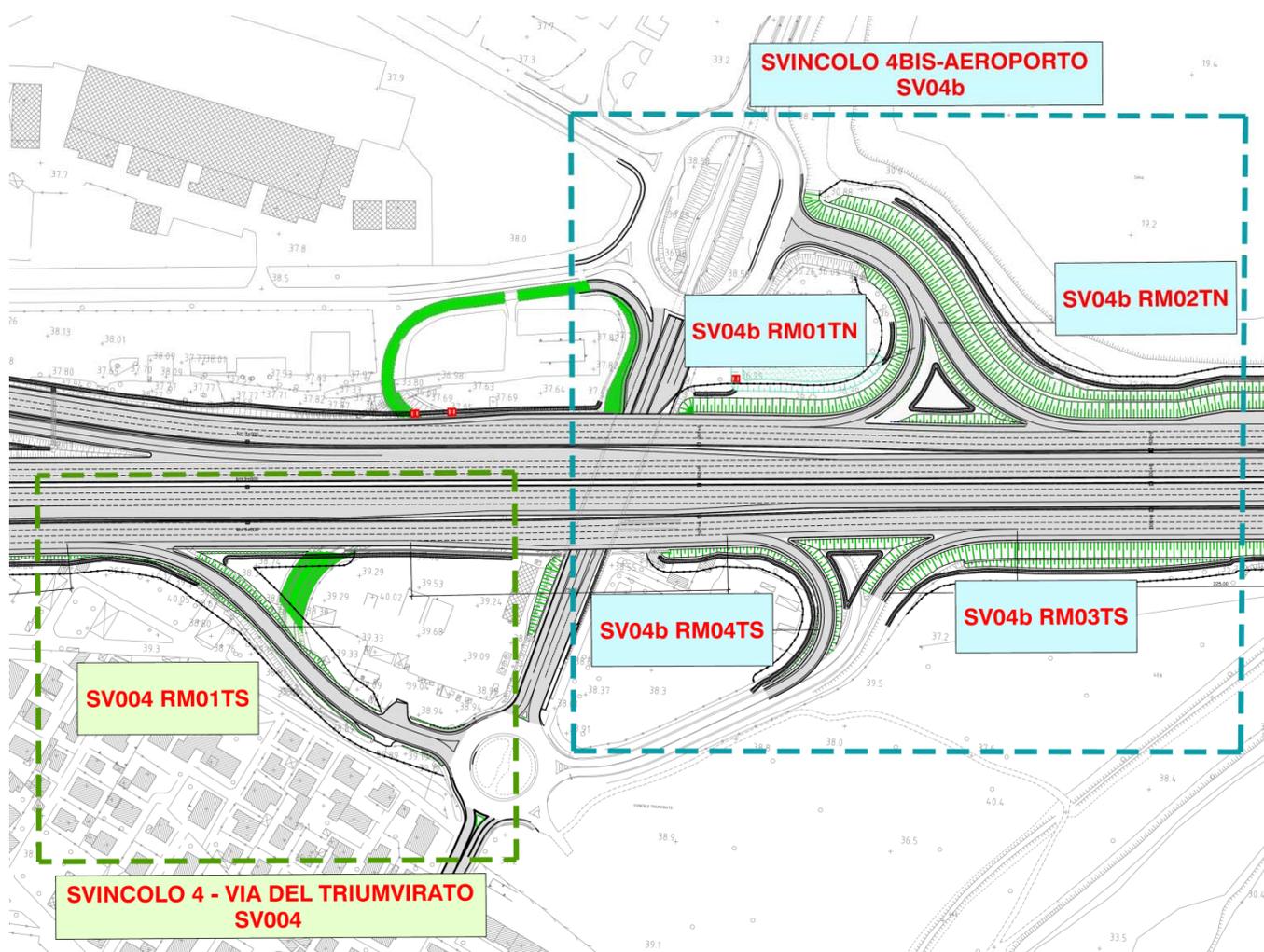


Figura 21 – Stralcio planimetrico svincolo n.4 e 4 bis

Il funzionamento complessivo dello svincolo è assicurato da interventi di potenziamento che garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di fluidificazione del traffico assunti alla base del progetto. Nello specifico questi interventi riguardano il raddoppio delle rampe di uscita sia in complanare nord che in complanare sud e le ottimizzazioni previste in termini di geometria degli innesti sulle rotatorie con in particolare il raddoppio delle corsie di ingresso alla rotatoria sud dal ramo proveniente da sud. Per quest'ultimo caso l'intervento non comporta né una variazione planimetrica del tracciato di stato di fatto né una variazione altimetrica.

3.2.1.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

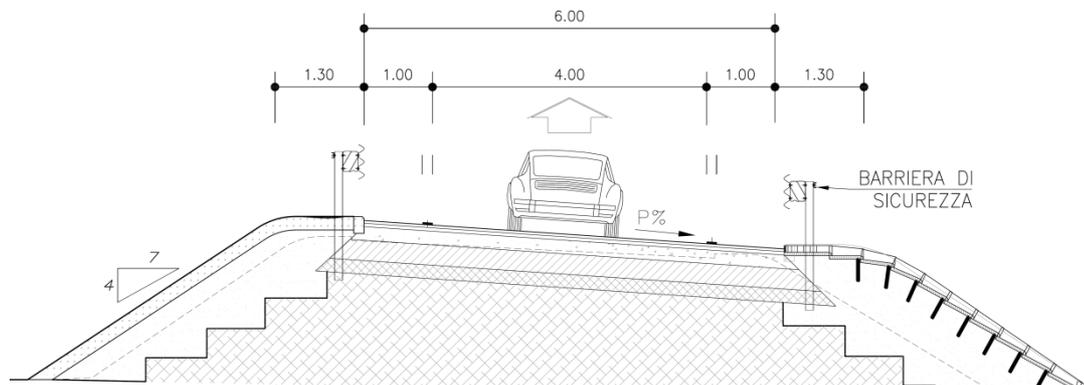


Figura 22 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.1.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	103.601	103.601	C	50.00	DX	7.00	41.9				
2	103.601	153.601	49.999	AF	50.00			41.9				
3	153.601	154.100	0.499	AF	50.00			41.9		1670.17	NO	(h2) (h3)
4	154.100	155.100	1.000	C	5010.50	SX	2.50	41.9				

Tabella 23 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Gli elementi 2 e 3 possono essere assimilati ad una clotoide di transizione essendo la seconda parte del flesso di sviluppo irrilevante; di fatto si tratta di un elemento a curvatura variabile di raccorda tra una curva, appartenente alla rampa di raggio limitato, con il tracciato autostradale caratterizzato da curvature ampie assimilabili ad un rettilifo.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	29.412	29.412	AT	50.00			52.5		58.91	NO	(h1)
2	29.412	91.271	61.859	C	85.00	DX	7.00	52.5				
3	91.271	120.683	29.412	AT	50.00			55.4		62.82	NO	(h1)
4	120.683	121.758	1.076	R				52.4				
5	121.758	169.816	48.058	AT	49.02			52.1		50.13	NO	(h1)
6	169.816	184.655	14.838	C	50.00	SX	7.00	41.9				
7	184.655	224.364	39.709	R				50.6				

Tabella 24 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	C	91.70	DX	7.00	50.2				
2	1.000	9.452	8.452	AC	50.00			50.2		51.88	NO	(h1)
3	9.452	56.255	46.803	C	70.00	DX	7.00	48.4				
4	56.255	94.025	37.770	AT	51.42			48.4				
5	94.025	95.025	1.000	R				48.4				

Tabella 25 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	C	5239.50	DX	2.50	40.0				
2	1.000	24.707	23.707	AC	32.80			40.0		1746.50	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	24.707	124.483	99.776	C	45.00	DX	7.00	40.0				
4	124.483	145.838	21.356	AT	31.00			45.1		43.06	NO	(h1)
5	145.838	146.838	1.000	R				45.2				

Tabella 26 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa RM04TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	C	3634.59	DX	2.50	58.3				
2	0.010	48.681	48.671	AC	74.30			58.3		1211.53	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	48.681	94.124	45.444	C	110.00	DX	7.00	58.3				
4	94.124	141.900	47.775	AF	72.49			60.0				
5	141.900	189.675	47.775	AF	72.49			60.0				
6	189.675	224.387	34.712	C	110.00	SX	7.00	58.3				
7	224.387	264.635	40.249	R				60.0				

Tabella 27 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa RM01TS

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

Rampa RM02TN			
Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
1	AT	50.00	50 km/h
3	AT	50.00	50 km/h
5	AT	49.02	50 km/h

Tabella 28 – Rampa RM02TN: velocità ammissibili

Rampa RM03TS			
Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
2	AC	50.00	49 km/h

Tabella 29 – Rampa RM03TN: velocità ammissibili

Rampa RM04TS			
Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
4	AT	31.00	40 km/h

Tabella 30 – Rampa RM04TN: velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori o pari al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.1.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	20	11	29	17.81	1.67	1.31	0.36	5000	41.9	38.8	1.1	0.1	-		
2	D	87	44	130	85.53	1.31	0.09	1.22	7000	41.9	39.0	1.1	0.1	408		

Tabella 31 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	16	11	21	10.36	0.05	-0.47	0.52	2000	52.5	51.9	1.1	0.1	-		
2	S	43	30	56	25.90	-0.47	-0.21	0.26	10000	52.5	52.0	0.5	1	-		
3	D	103	60	146	85.89	-0.21	-1.93	1.72	5000	55.4	56.0	1.1	0.1	842		

Tabella 32 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	35	20	50	29.87	-0.23	-3.22	2.99	1000	48.4	47.2	1.1	0.1	-		
2	S	94	82	106	23.71	-3.22	-0.85	2.37	1000	48.4	47.3	0.5	1	-		

Tabella 33 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	35	20	50	29.87	-0.23	-3.22	2.99	1000	40.0	37.3	1.1	0.1	-		
2	S	94	82	106	23.71	-3.22	-0.85	2.37	1000	40.0	37.4	0.5	1	-		

Tabella 34 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	48	38	58	19.43	-0.22	1.73	1.94	1000	60.0	61.5	0.5	1	-		
2	D	103	59	147	88.58	1.73	-2.70	4.43	2000	60.0	62.0	1.1	0.1	1033		
3	S	158	151	165	13.86	-2.70	-1.32	1.39	1000	60.0	62.8	0.5	1	-		
4	S	236	223	249	25.36	-1.32	1.22	2.54	1000	60.0	61.8	0.5	1	-		

Tabella 35 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.1.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.1.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV04b RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	50.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	41.9
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	132.3
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	50.00
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	132.3
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV04b RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	85.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V2	(km/h)	50.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	72.1
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	34.6
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	109.6
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV04b RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	48.4
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	109.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	37.8
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	71.9
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV04b RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	45.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	40.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	83.6
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	46.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	121.3
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV04 RM01TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	110.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	58.3
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	60.4
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	22.9
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	97.9
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.2 Svincolo n. 5 Lame

Il progetto prevede l'adeguamento delle rampe a seguito dell'ampliamento autostradale e il potenziamento dell'intersezione a rotatoria mediante l'inserimento degli shunt.

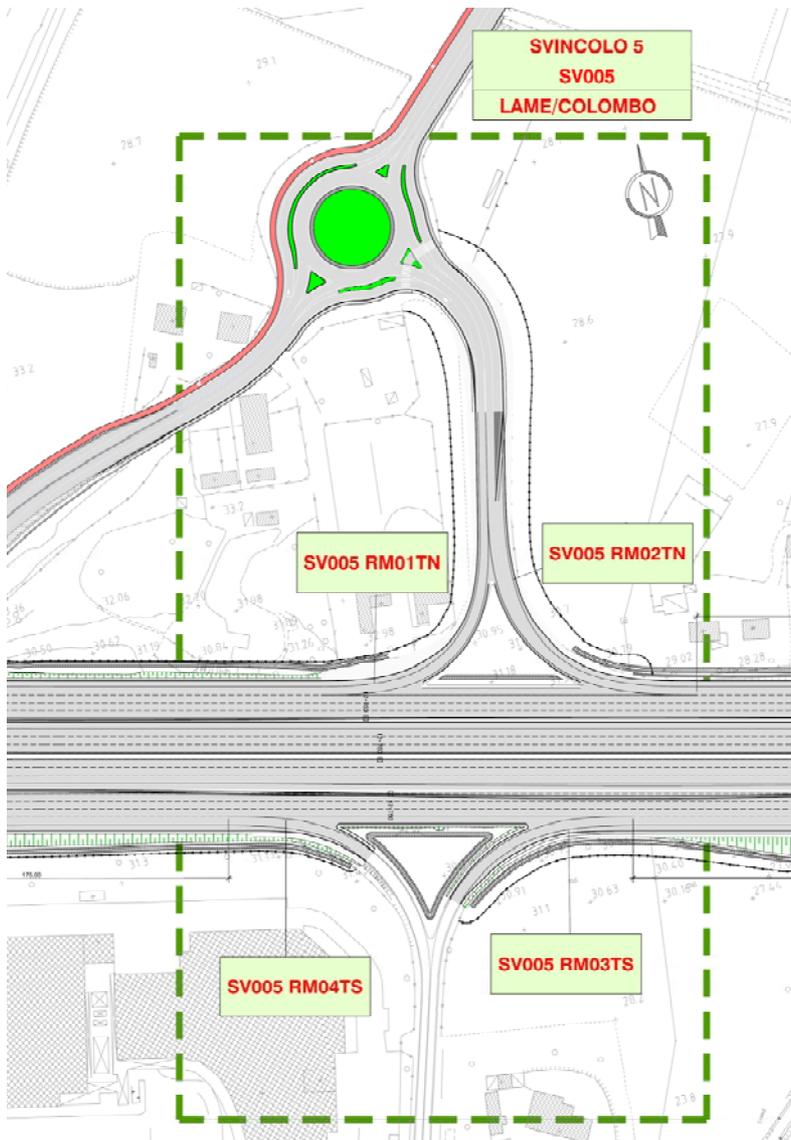


Figura 36 – Stralcio planimetrico svincolo

3.2.2.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h.

Le rampe monosenso presentano un di larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; la rampa bidirezionale ha un pavimentato di 9 metri: costituito da due corsie da 3.50 metri e banchine laterali da 1.00 metro. Le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

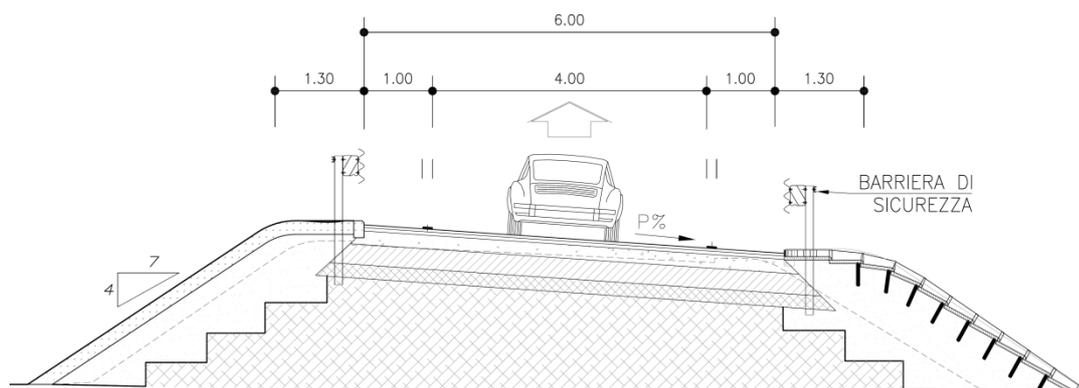


Figura 37 – Sezione tipo rampa monodirezionale

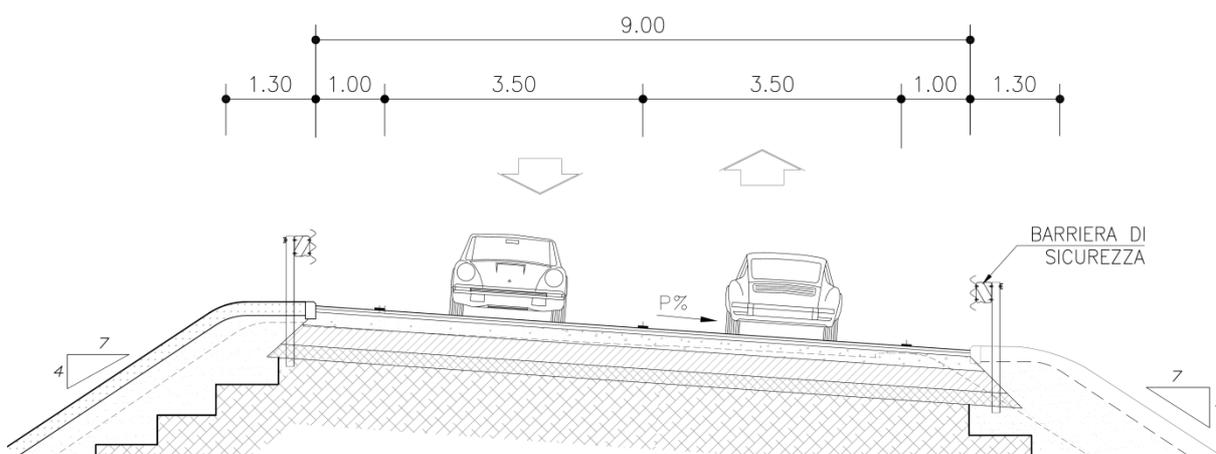


Figura 38 – Sezione tipo rampa bidirezionale

3.2.2.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	12.203	12.203	R				54.4				
2	12.203	58.283	46.080	AT	48.00			51.8		52.32	NO	(h1)
3	58.283	91.824	33.541	C	50.00	DX	7.00	41.9				
4	91.824	137.904	46.080	AT	48.00			41.9				
5	137.904	137.914	0.010	R				41.9				

Tabella 39 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				46.3				
2	0.010	55.264	55.254	AT	59.00			46.3				
3	55.264	97.607	42.343	C	63.00	DX	7.00	46.3				
4	97.607	152.861	55.254	AT	59.00			57.3		63.77	NO	(h1)
5	152.861	191.186	38.324	R				57.5				
6	191.186	236.186	45.000	AT	45.00			49.6				
7	236.186	260.449	24.264	C	45.00	SX	7.00	40.0				
8	260.449	278.671	18.222	R				35.4				

Tabella 40 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	C	78.60	DX	7.00	49.4				
2	1.000	4.908	3.908	AC	50.00			49.2				
3	4.908	54.878	49.970	C	70.00	DX	7.00	48.4				
4	54.878	95.285	40.407	AT	53.18			48.4				
5	95.285	96.285	1.000	R				48.4				

Tabella 41 – Riepilogo verifiche planimetriche RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				46.9				
2	1.000	48.409	47.409	AT	55.51			46.9				
3	48.409	65.540	17.132	C	65.00	DX	7.00	46.9				
4	65.540	68.716	3.176	AC	50.00			47.5				
5	68.716	69.716	1.000	C	70.85	DX	7.00	47.6				

Tabella 42 – Riepilogo verifiche planimetriche RM04TS

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Rampa RM01TN				
	2	AT	48.00	49 km/h
Rampa RM02TN				
	4	AT	59.00	55 km/h

Tabella 43 – velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.2.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	33	29	37	8.22	-1.56	-0.74	0.82	1000	48.1	46.8	0.5	1	-		
2	D	66	52	79	27.01	-0.74	-2.09	1.35	2000	43.2	40.9	1.1	0.1	-		
3	S	91	85	97	11.99	-2.09	-0.89	1.20	1000	42.8	40.5	0.5	1	-		
4	D	120	116	124	8.53	-0.89	-1.32	0.43	2000	48.9	47.7	1.1	0.1	-		

Tabella 44 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	70	49	90	41.07	0.18	-2.55	2.74	1500	46.3	44.5	1.1	0.1	-		

Tabella 45 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	26	17	34	16.71	-0.04	1.63	1.67	1000	48.4	46.6	0.5	1	-		

Tabella 46 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	43	42	45	2.05	1.20	0.79	0.41	500	46.9	44.7	1.1	0.1	-		
2	S	62	59	65	6.10	0.79	1.40	0.61	1000	46.9	44.7	0.5	1	-		

Tabella 47 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

Dalle verifiche risultano che i valori di progetto dei raccordi altimetrici sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.2.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.2.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV05 RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	50.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	41.9
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	132.3
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	46.08
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	132.3
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV05 RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	63.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	46.3
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	76.6
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	39.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	114.1
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV05 RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	48.4
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	109.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	40.41
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	109.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV05 RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	65.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	46.9
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	75.9
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	38.4
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	113.4
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.3 Svincolo n. 6 Castelmaggiore

Si prevede l'ampliamento del raggio della rotatoria in uscita dallo svincolo in carreggiata nord prevedendo un diametro esterno pari a 50m con corona giratoria di larghezza 9m e banchine laterali da 1m; si prevede di deviare verso sud la rampa eliminando l'innesto in rotatoria. L'ampliamento della rotatoria esistente ha comportato l'adeguamento dei rami a nord della stessa che mantengono tuttavia l'attuale configurazione geometrica ed altimetrica. In uscita dallo svincolo in carreggiata sud è previsto l'adeguamento delle rampe, sia immissione che uscita, a seguito del rispetto dei criteri progettuali definiti per queste ultime; questo ha comportato conseguentemente l'adeguamento dell'innesto in rotatoria nonché degli shunt esistenti.

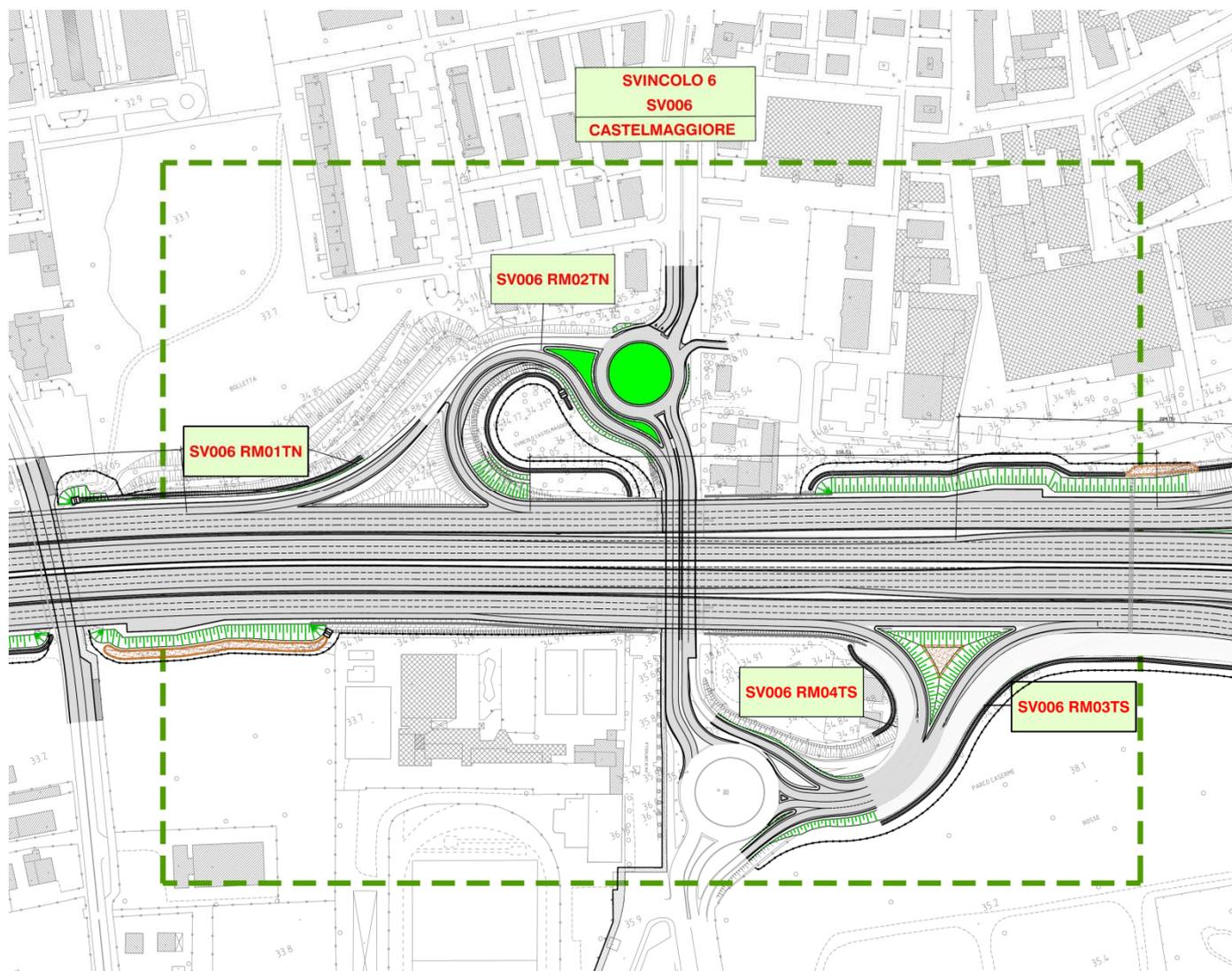


Figura 48 – Stralcio planimetrico svincolo n.6 Castelmaggiore

3.2.3.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

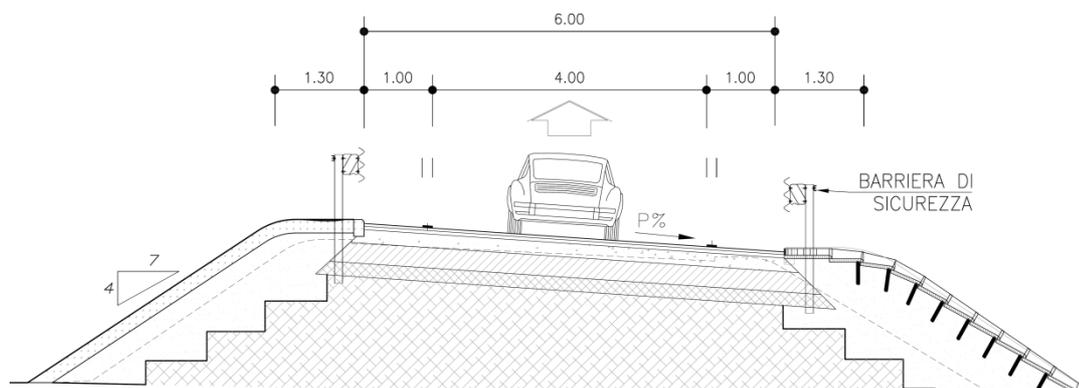


Figura 49 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.3.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	10.000	10.000	C	155.95	DX	5.86	60.0				
2	10.000	23.879	13.879	AC	85.00			60.0				
3	23.879	75.903	52.024	C	120.00	DX	6.93	60.0				
4	75.903	136.112	60.208	AF	85.00			60.0			NO	Err. A1/A2
5	136.112	144.039	7.928	AF	127.50			60.0		683.53	NO	Err. A1/A2 (h2) (h3)
6	144.039	145.039	1.000	C	2050.60	SX	2.50	60.0				

Tabella 50 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	100.900	100.900	C	45.00	DX	7.00	40.0				
2	100.900	106.811	5.911	AC	38.00			38.4				
3	106.811	162.875	56.064	C	38.00	DX	7.00	36.8		44.99	NO	(a)
4	162.875	179.771	16.896	AF	25.34			40.9		70.67	NO	(h1)
5	179.771	197.544	17.773	AF	29.81			43.7		69.50	NO	(h1)
6	197.544	198.155	0.610	C	50.00	SX	7.00	41.9				
7	198.155	215.210	17.056	AF	29.20			42.1		69.50	NO	(h1)
8	215.210	233.403	18.193	AF	23.36			37.7		71.43	NO	(h1)
9	233.403	254.307	20.904	C	30.00	DX	7.00	32.7		44.99	NO	(a)

Tabella 51 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TN

La rampa RM02TN presenta due curve con velocità inferiori al minimo di 40km/h, le condizioni al contorno non hanno permesso di inserire curvature con valori superiori.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	10.211	10.211	C	48.00	SX	7.00	41.2				
2	10.211	58.211	48.000	AF	48.00			51.7		69.70	NO	(h1)
3	58.211	93.657	35.446	AF	48.00			53.0		68.01	NO	(h1)
4	93.657	128.110	34.453	C	65.00	DX	7.00	46.9				
5	128.110	165.753	37.643	AC	50.00			46.9		1017.65	NO	Err. R1/R2 (h3)
6	165.753	165.757	0.004	C	3052.96	DX	2.50	46.9				

Tabella 52 – Riepilogo verifiche planimetriche RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.004	0.004	C	5260.50	SX	2.50	41.1				
2	0.004	0.990	0.986	AF	72.00			41.1		1753.50	NO	(h2) (h3)
3	0.990	48.990	48.000	AF	48.00			41.1				
4	48.990	168.586	119.596	C	48.00	DX	7.00	41.1				
5	168.586	189.919	21.333	AT	32.00			40.7				
6	189.919	233.367	43.447	R				34.5				

Tabella 53 – Riepilogo verifiche planimetriche RM04TS

Gli elementi 2 e 3 della rampa RM04TS possono essere assimilati ad una clotoide di transizione essendo la prima parte del flesso di sviluppo irrilevante; di fatto si tratta di un elemento a curvatura variabile di raccorda tra una curva di raggio limitato appartenente alla rampa, con il tracciato autostradale caratterizzato da curvature ampie assimilabili ad un rettilifo. Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Rampa RM01TN				
	5	AF	127.50	57 km/h
Rampa RM02TN				
	4	AF	25.34	37 km/h
	5	AF	29,81	41 km/h
	7	AF	29,20	40 km/h
	8	AF	23,36	35 km/h
Rampa RM03TS				
	2	AT	48.00	50 km/h
	3	AT	48.00	51 km/h

Tabella 54 – velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino in generale superiori al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), l'unica eccezione è rappresentata dalla rampa RM02TN, le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.3.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	50	23	77	53.88	2.43	-1.16	3.59	1500	60.0	61.5	1.1	0.1	537		

Tabella 55 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	22	3	40	36,64	-0,37	-2,20	1,83	2000	40,0	37,2	1,1	0,1	-		
2	D	59	47	71	23,70	-2,20	-3,38	1,18	2000	40,0	37,5	1,1	0,1	-		
3	D	92	86	99	13,20	-3,38	-4,04	0,66	2000	40,0	37,7	1,1	0,1	-		
4	S	175	161	190	29,25	-4,04	-0,14	3,90	750	43,6	41,6	0,5	1	521		
5	D	243	240	245	5,20	-0,14	-0,66	0,52	1000	32,7	29,2	1,1	0,1	-		

Tabella 56 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	119	101	138	36.97	2.56	-1.14	3.70	1000	48.7	46.9	1.1	0.1	-		

Tabella 57 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	44	33	56	22.63	-0.29	-2.56	2.26	1000	41.2	38.5	1.1	0.1	-		
2	S	221	213	229	15.53	-2.56	-1.00	1.55	1000	54.0	54.4	0.5	1	-		

Tabella 58 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.3.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.3.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV06 RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	120.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V1	(km/h)	57.00
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	74.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	68.1
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	74.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV06 RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	45.0
Velocità di progetto asse autostradale	V2	(km/h)	35.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	88.4
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	50.9

Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	125.9
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV06 RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	65.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	46.9
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	115.2
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	37.6
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	115.2
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV06 RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	48.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	41.1
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	82.4
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	44.9
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	119.9
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.4 Svincolo n. 7 e 7bis

Il progetto prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali, i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità.

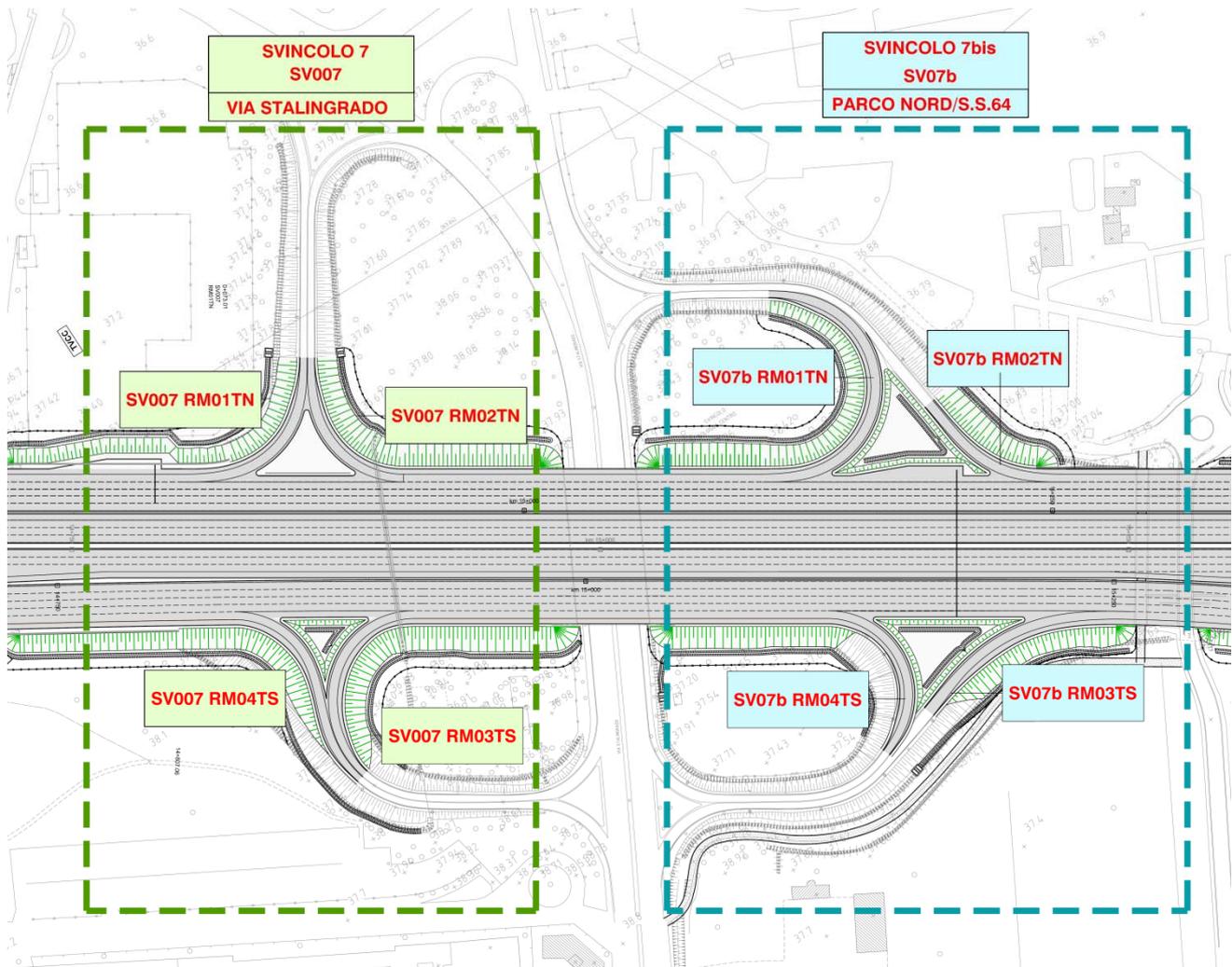


Figura 59 – Stralcio planimetrico svincolo n.6 Castelmaggiore

3.2.4.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo

inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

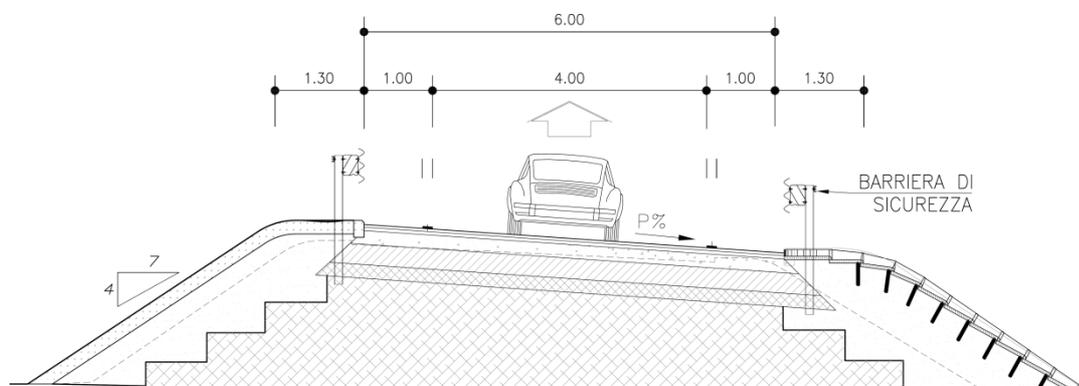


Figura 60 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.4.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				46.7				
2	1.000	28.222	27.222	AT	35.00			46.5		41.87	NO	(h1)
3	28.222	71.686	43.464	C	45.00	DX	7.00	40.0				
4	71.686	98.908	27.222	AT	35.00			40.0				
5	98.908	99.908	1.000	R				40.0				

Tabella 61 – Riepilogo verifiche planimetriche SV007 RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				40.0				
2	1.000	61.008	60.008	C	45.00	DX	7.00	40.0				
3	61.008	82.364	21.356	AT	31.00			45.1		39.13	NO	(h1)
4	82.364	85.960	3.596	R				45.9				

Tabella 62 – Riepilogo verifiche planimetriche SV007 RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	54.432	54.432	C	48.30	DX	7.00	41.3				
2	54.432	58.560	4.129	AC	31.00			38.8		31.04	NO	(h1)
3	58.560	106.284	47.724	C	40.00	DX	7.00	37.7		44.99	NO	(a)

Tabella 63 – Riepilogo verifiche planimetriche SV007 RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	42.655	42.655	C	40.00	DX	7.00	37.7		44.99	NO	(a)
2	42.655	66.680	24.025	AF	31.00			43.7		70.47	NO	(h1)
3	66.680	86.433	19.753	AF	31.00			44.9		69.63	NO	(h1)
4	86.433	107.500	21.067	C	48.65	SX	7.00	41.4				

Tabella 64 – Riepilogo verifiche planimetriche SV007 RM04TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	3.985	3.985	C	101.90	DX	7.00	45.8				
2	3.985	23.839	19.854	AC	40.00			44.9		41.49	NO	(h1)
3	23.839	138.495	114.656	C	45.00	DX	7.00	40.0				
4	138.495	159.853	21.359	AT	31.00			40.0				
5	159.853	159.854	0.001	R				40.0				

Tabella 65 – Riepilogo verifiche planimetriche SV07b RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				41.2				
2	1.000	26.521	25.521	AT	35.00			41.2				
3	26.521	40.132	13.611	C	48.00	DX	7.00	41.2				
4	40.132	70.215	30.083	AT	38.00			48.0		44.51	NO	(h1)
5	70.215	80.215	10.000	R				50.2				

Tabella 66 – Riepilogo verifiche planimetriche SV07b RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	2.273	2.273	R				58.7				
2	2.273	40.086	37.813	AT	55.00			58.3		65.21	NO	(h1)
3	40.086	71.594	31.509	C	80.00	DX	7.00	51.2				
4	71.594	113.297	41.703	AC	60.00			51.2		363.93	NO	Err. R1/R2 (h3)
5	113.297	113.301	0.004	C	1091.78	DX	2.50	51.2				

Tabella 67 – Riepilogo verifiche planimetriche SV07b RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				37.7				
2	1.000	83.023	82.023	C	40.00	DX	7.00	37.7		44.99	NO	(a)
3	83.023	95.123	12.100	AT	22.00			40.9		31.99	NO	(h1) (h2)
4	95.123	96.123	1.000	R				40.9				

Tabella 68 – Riepilogo verifiche planimetriche SV07b RM04TS

I raggi planimetrici delle rampe 3 e 4 dello svincolo 7 e la rampa 4 dello svincolo 7b pari a 40 metri, rappresentano un'eccezione in quanto la velocità di percorrenza risulta essere pari a 37,7km/h e pertanto inferiore ai 40km/h, questa scelta è dettata dal tronco di scambio che viene a formarsi tra le due rampe la cui lunghezza pari a 100 metri non può essere ridotta a causa degli elevati flussi di traffico, l'inserimento di raggi maggiori avrebbero significativamente avvicinato la manovra di immissione con quella di diversione, riducendo il livello di servizio.

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche abbiano delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Svincolo 7 RM01TN				
	2	AT	35.00	42 km/h
Svincolo 7 Rampa RM02TN				
	3	AT	31.00	40 km/h
Svincolo 7 Rampa RM03TS				
	2	AC	31.00	38 km/h
	3	Raggio	40.00	38 km/h
Svincolo 7 Rampa RM04TS				
	1	Raggio	40.00	38 km/h
	2	AF	31.00	41 km/h
	3	AF	31.00	41 km/h
Svincolo 7b RM01TN				
	2	AC	40.00	44 km/h
Svincolo 7b RM02TN				
	4	AT	38.00	44 km/h
Svincolo 7b RM03TS				
	2	AT	55.00	53 km/h
Svincolo 7b RM04TS				
	3	AT	22.00	H1 34 km/h H2 22 km/h (*)

Tabella 69 – velocità ammissibili

(*) Considerando la pendenza reale la verifica della sovra pendenza risulta verificata.

Le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.4.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità costruito secondo il DM. 2001

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo di velocità ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	54	34	74	40.42	3.53	-0.51	4.04	1000	40.0	36.7	1.1	0.1	362		

Tabella 70 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007 RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	28	12	44	31.96	-0.52	-3.72	3.20	1000	40.0	37.4	1.1	0.1	-		

Tabella 71 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007 RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	66	39	94	54.79	3.18	-0.47	3.65	1500	41.3	38.2	1.1	0.1	391		

Tabella 72 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007 RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	46	27	65	37.53	0.60	-3.15	3.75	1000	43.2	40.9	1.1	0.1	-		

Tabella 73 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007 RM04TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	100	86	114	27.76	3.52	0.75	2.78	1000	40.0	36.6	1.1	0.1	-		

Tabella 74 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007b RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	29	23	34	10.67	1.04	2.37	1.33	800	41.2	38.0	0.5	1	-		
2	D	49	38	59	20.78	2.37	-1.09	3.46	600	45.3	43.0	1.1	0.1	-		

Tabella 75 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007b RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	32	30	33	2.64	0.85	0.59	0.26	1000	53.0	52.3	1.1	0.1	-		

Tabella 76 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007b RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	53	31	75	43.85	-0.62	-3.54	2.92	1500	37.7	34.8	1.1	0.1	325		

Tabella 77 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV007b RM04TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.4.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.4.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV07b RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	48.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V2	(km/h)	40.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	83.6
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	46.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	121.1
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV07b RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	80.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V1	(km/h)	38.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	144.3
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	144.3
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

3.2.5 Svincolo Bologna-Fiera

Il progetto prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali, i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità.

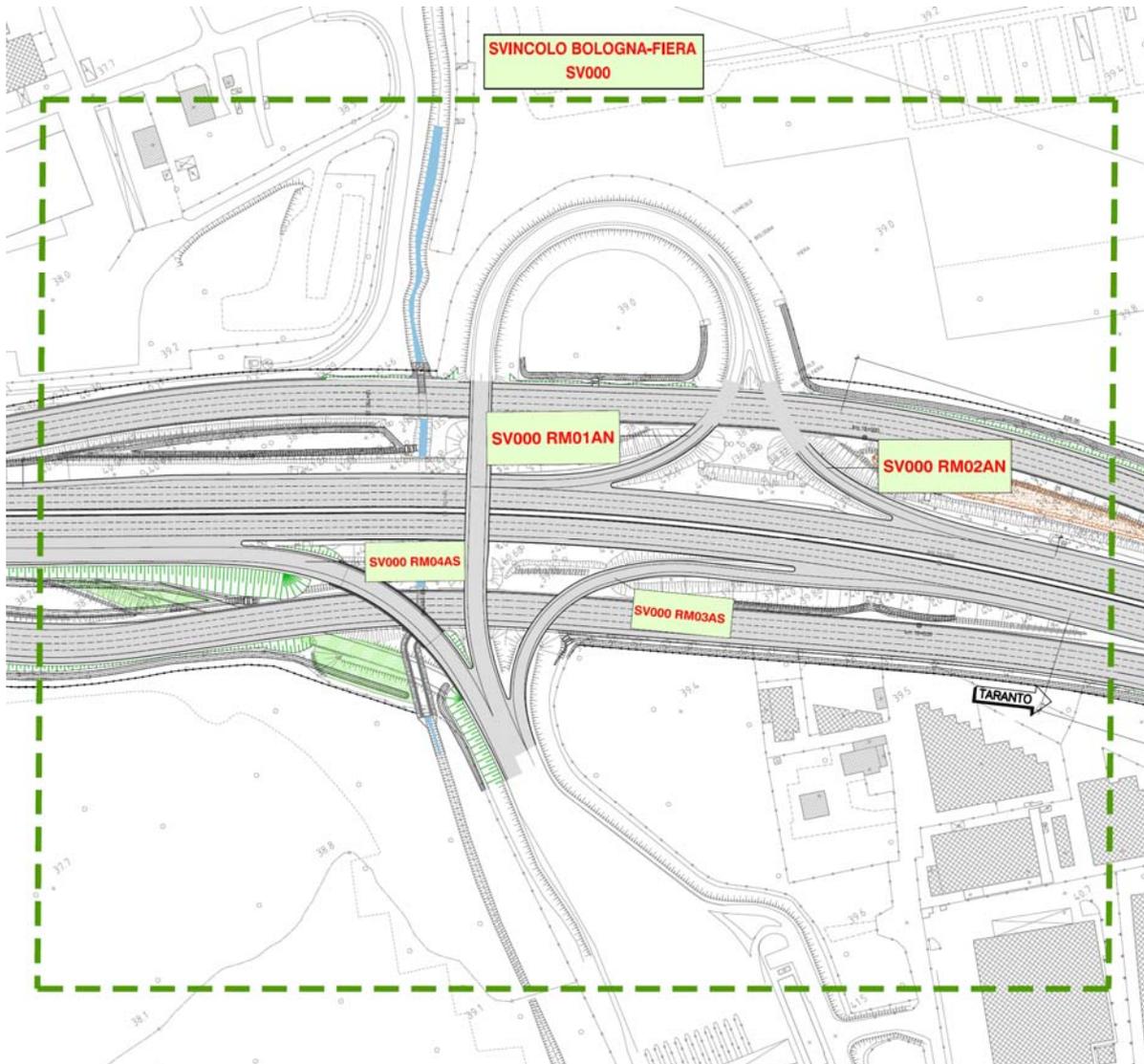


Figura 78 – Stralcio planimetrico svincolo Bologna - Fiera

3.2.5.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

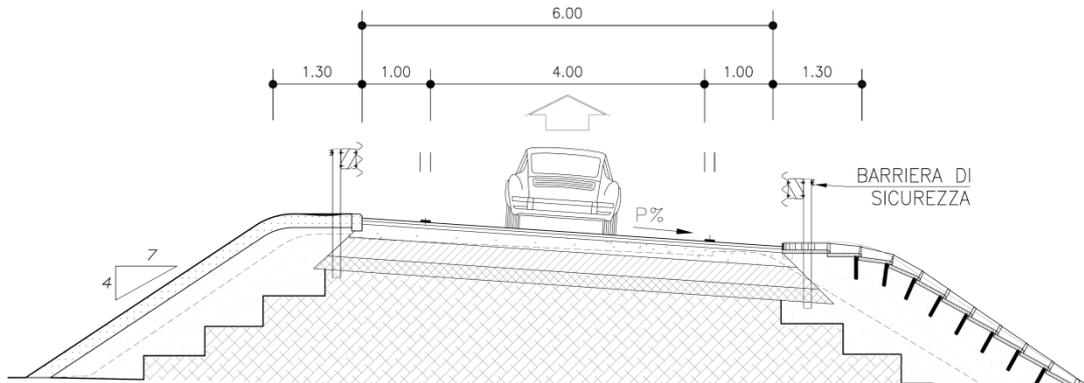


Figura 79 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.5.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	3,664	3,664	C	68,95	DX	7,00	48,1				
2	3,664	48,242	44,578	AC	85,00			55,8		68,95	NO	A>R (h3)
3	48,242	62,227	13,985	C	120,00	DX	7,00	58,1	40,36			
4	62,227	122,435	60,208	AF	85,00			60,0			NO	Err. A1/A2
5	122,435	133,185	10,750	AF	127,50			60,0		504,08	NO	Err. A1/A2 (h3)
6	133,185	133,195	0,010	C	1512,25	SX	2,50	60,0				

Tabella 80 – Riepilogo verifiche planimetriche SV000 RM01AN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	0,056	0,056	C	1512,25	SX	2,50	60,0				
2	0,056	16,460	16,404	AF	157,50			60,0		504,08	NO	(h3)
3	16,460	60,560	44,100	AF	105,00			60,0			NO	Err. AE/AU
4	60,560	90,479	29,920	C	250,00	DX	4,33	60,0				
5	90,479	134,392	43,913	AC	70,00			58,6		83,33	NO	Err. AE/AU
6	134,392	142,258	7,866	C	77,15	DX	7,00	50,4				Err. R1/R2

Tabella 81 – Riepilogo verifiche planimetriche SV000 RM02AN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	49,096	49,096	C	122,08	DX	6,85	60,0				
2	49,096	133,588	84,493	C	1150,00	SX	2,50	60,0				
3	133,588	158,339	24,751	C	400,00	DX	3,21	60,0				
4	158,339	231,453	73,114	AC	200,00			60,0		495,92	NO	Err. R1/R2
5	231,453	231,463	0,010	C	1487,75	DX	2,50	60,0				(h3)

Tabella 82 – Riepilogo verifiche planimetriche SV000 RM03AS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	150,000	150,000	R				60,0				
2	150,000	219,881	69,881	R				60,0				
3	219,881	319,892	100,010	C	2000,00	SX	2,50	60,0				
4	319,892	375,761	55,869	R				60,0				
5	375,761	454,169	78,408	AT	97,00			60,0				
6	454,169	514,858	60,688	C	120,00	DX	6,93	60,0				
7	514,858	590,066	75,208	AT	95,00			60,0				
8	590,066	601,846	11,780	R				60,0				

Tabella 83 – Riepilogo verifiche planimetriche SV000 RM04AS

3.2.5.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità costruito secondo il DM. 2001

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo di velocità ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	12.809	12.799	12.819	19,96	-2,90	-6,22	3,33	600	0,0	0,0	1,1	0,1	-		
2	S	85.847	85.817	85.877	59,77	-6,22	-0,06	6,16	970	0,0	0,0	0,5	1	-		

Tabella 84 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV000 RM01AN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	77.066	76.750	77.382	631,87	0,11	-63,08	63,19	1000	60,0	0,0	1,1	0,1	-		

Tabella 85 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV000 RM02AN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	10.565	9.358	11.772	2.414,58	-437,82	45,09	482,92	500	0,0	0,0	0,5	1	-		
2	D	100.821	100.534	101.108	574,35	45,09	0,43	44,66	1286	0,0	0,0	1,1	0,1	-		
3	D	175.045	174.734	175.356	621,85	0,43	-72,73	73,16	850	0,0	0,0	1,1	0,1	-		

Tabella 86 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV000 RM03AS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	276.332	276.279	276.385	106,96	-0,85	4,50	5,35	2000	0,0	0,0	0,5	1	-		
2	D	465.985	465.953	466.017	63,05	4,50	1,09	3,41	1850	0,0	0,0	1,1	0,1	-		
3	D	579	-27.215	28.373	#####	1,09	-2469,46	#####	2250	60,0	35,5	1,1	0,1	338		

Tabella 87 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV000 RM04AS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.5.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.5.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV000 RM01AN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	120.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V1	(km/h)	60.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	120.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	96.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	216.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	216.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	217.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	292.0

SV000 RM02AN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	120.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	250.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V2	(km/h)	60.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	138.9
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	93.9
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	90.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	183.9
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	190.0

SV000 RM03AS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	400.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V1	(km/h)	60.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	120.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	96.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	216.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	216.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	217.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	292.0

3.2.6 Svincolo n. 8 Viale Europa e n. 8b Granarolo/CAAB

Il progetto dello svincolo prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali, i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità. La geometrizzazione degli assi particolare attenzione è stata data alle lunghezze dei tronchi di scambio affinché non risultassero inferiori a 150 metri, lunghezza indispensabile ai fini funzionali.

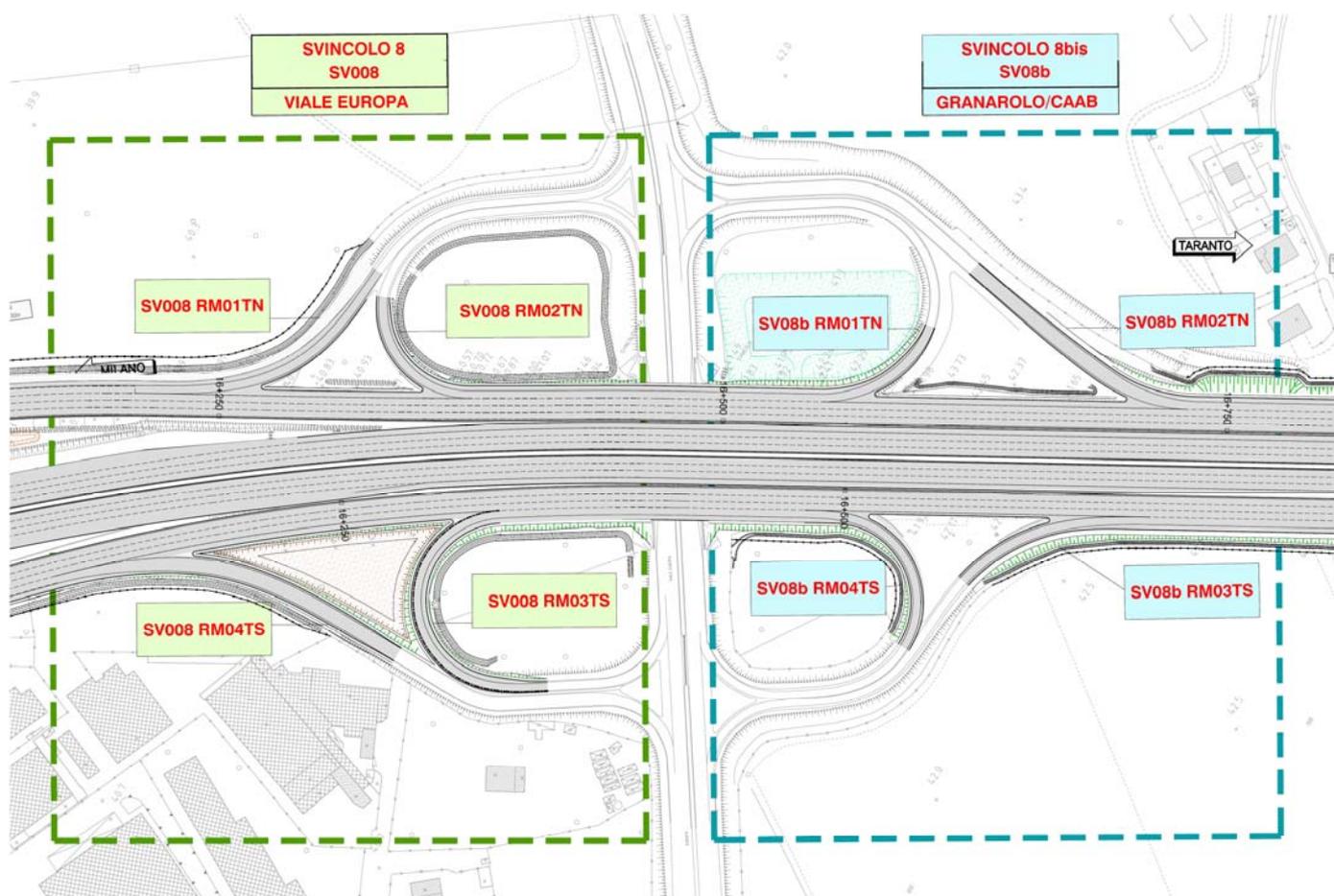


Figura 88 – Stralcio planimetrico svincolo n.8 e 8b

3.2.6.1 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	7.981	7.981	R				60.0				
2	7.981	50.031	42.050	AT	58.00			59.0		68.04	NO	(h1)
3	50.031	77.611	27.580	C	80.00	DX	7.00	51.2				
4	77.611	138.861	61.250	AF	70.00			51.2				
5	138.861	146.786	7.926	AF	105.00			51.2		463.68	NO	(h3)
6	146.786	147.786	1.000	C	1391.05	SX	2.50	51.2				

Tabella 89 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08 RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	65.690	65.690	C	45.00	DX	7.00	40.0				
2	65.690	68.869	3.179	AC	35.00			40.8				
3	68.869	76.877	8.009	C	50.95	DX	7.00	42.2				

Tabella 90 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08 RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				48.9				
2	1.000	37.959	36.959	AT	40.78			48.6		49.42	NO	(h1)
3	37.959	160.842	122.884	C	45.00	DX	7.00	40.0				

Tabella 91 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08 RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.004	0.004	C	989.50	DX	2.50	45.0				
2	0.004	66.092	66.088	AC	95.00			45.0		329.83	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	66.092	88.005	21.914	C	120.00	DX	6.93	45.0				
4	88.005	163.214	75.208	AT	95.00			45.0				
5	163.214	183.214	20.000	R				45.0				

Tabella 92 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08 RM04TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	18.441	18.441	C	51.50	DX	7.00	42.4				
2	18.441	22.842	4.401	AC	40.00			43.4				
3	22.842	71.754	48.912	C	60.00	DX	7.00	45.3				
4	71.754	71.758	0.004	R				45.3				

Tabella 93 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08b RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.004	0.004	R				49.8				
2	0.004	31.889	31.885	C	75.00	DX	7.00	49.8				
3	31.889	60.223	28.333	AC	50.00			55.1		166.67	NO	Err. AE/AU Err. R1/R2 (h1) (h3)
4	60.223	62.537	2.314	C	500.00	DX	2.78	55.5				
5	62.537	120.337	57.800	AT	170.00			60.0			NO	Err. ABAU
6	120.337	130.337	10.000	R				60.0				

Tabella 94 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08b RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				48.9				
2	1.000	37.959	36.959	AT	40.78			48.6		46.03	NO	(h1)
3	37.959	160.842	122.884	C	45.00	DX	7.00	40.0				

Tabella 95 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08b RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	C	108.05	DX	7.00	56.5				
2	0.010	15.047	15.037	AC	90.00			56.5				
3	15.047	52.774	37.727	C	90.00	DX	7.00	53.7				
4	52.774	102.774	50.000	AT	67.08			53.7				
5	102.774	102.777	0.002	R				53.7				

Tabella 96 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08b RM04TS

Gli elementi 3 e 4 della rampa *SV08b RM03TS* possono essere assimilati ad una clotoide di transizione essendo la prima parte del flesso di sviluppo irrilevante; di fatto si tratta di un elemento a curvatura variabile di raccorda tra una curva di raggio limitato appartenente alla rampa, con il tracciato autostradale caratterizzato da curvature ampie assimilabili ad un rettilo.

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Svincolo 8 RM01TN				
	2	AT	58.00	55 km/h
Svincolo 8 Rampa RM03TS				
	2	AT	40.78	45 km/h
Svincolo 8b Rampa RM02TN				
	3	AC	50.00	51 km/h
Svincolo 8b Rampa RM03TS				
	2	AT	4078	45 km/h

Tabella 97 – velocità ammissibili

Le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.6.2 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità costruito secondo il DM. 2001

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo di velocità ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	53	31	75	43.85	-0.62	-3.54	2.92	1500	54.7	55.5	1.1	0.1	-		

Tabella 98 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV008 RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	29	5	54	49.65	-0.95	4.90	5.84	850	40.0	36.7	0.5	1	590		

Tabella 99 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV008 RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	40	36	44	7.55	-3.53	-2.02	1.51	500	40.4	37.9	0.5	1	-		
2	D	63	57	68	10.17	-2.02	-4.06	2.03	500	40.0	37.5	1.1	0.1	-		
3	S	138	123	153	29.40	-4.06	0.84	4.90	600	40.0	37.3	0.5	1	563		

Tabella 100 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV008 RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	105	91	118	26.82	0.54	2.33	1.79	1500	60.0	61.2	0.5	1	-		

Tabella 101 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV008 RM04TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	16	0	31	31.32	-1.80	-0.10	1.69	1850	45.3	43.3	0.5	1	-		
2	D	45	40	49	8.38	-0.10	-0.66	0.56	1500	45.3	43.2	1.1	0.1	-		

Tabella 102 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV08b RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	51	50	51	1.04	-0.14	-0.04	0.10	1000	53.5	53.2	0.5	1	-		

Tabella 103 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV08b RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	44	30	58	27,65	-2,76	0,00	2,76	1000	40,0	37,2	0,5	1	-		

Tabella 104 - Riepilogo verifiche raccordi verticali SV08b RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	51	50	51	1,04	-0,14	-0,04	0,10	1000	53,7	53,5	0,5	1	-		

Tabella 105 – Riepilogo verifiche planimetriche SV08b RM04TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.6.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide

per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.6.2 Corsie specializzate

La corsia specializzata delle rampe hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. La corsia di immissione è stata dimensionata in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV08b RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	90.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	53.7
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	88.6
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	50.0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	88.6
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV07b RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	7.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	75.0
Velocità ammissibile di progetto curva circolare	V2	(km/h)	49.8
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	72.3
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	34.8
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	109.8
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.7 Interconnessione A13 – Arcoveggio

Lo svincolo di questione svolge la funzione di interconnettere l'autostrada A13 con l'A14 e la tangenziale di Bologna. La progettazione, a causa della mutata larghezza del sistema A14 e tangenziale, riguarda essenzialmente tre tipologie di intervento:

- I tratti finali delle rampe, dove si ha, essenzialmente, un adeguamento di tipo planimetrico
- Le zone di intersezione a livelli sfalsati tra le rampe e il sistema autostradale, dove l'ampliamento delle sistema autostradale bolognese, impone alle rampe di svincolo una riprofilatura altimetrica al fine di garantire un franco altimetrico adeguato.
- Nuova rampa di uscita su via Corazza che si attesta sull'attuale ramo di svincolo interconnessione A13 – tangenziale in direzione Milano

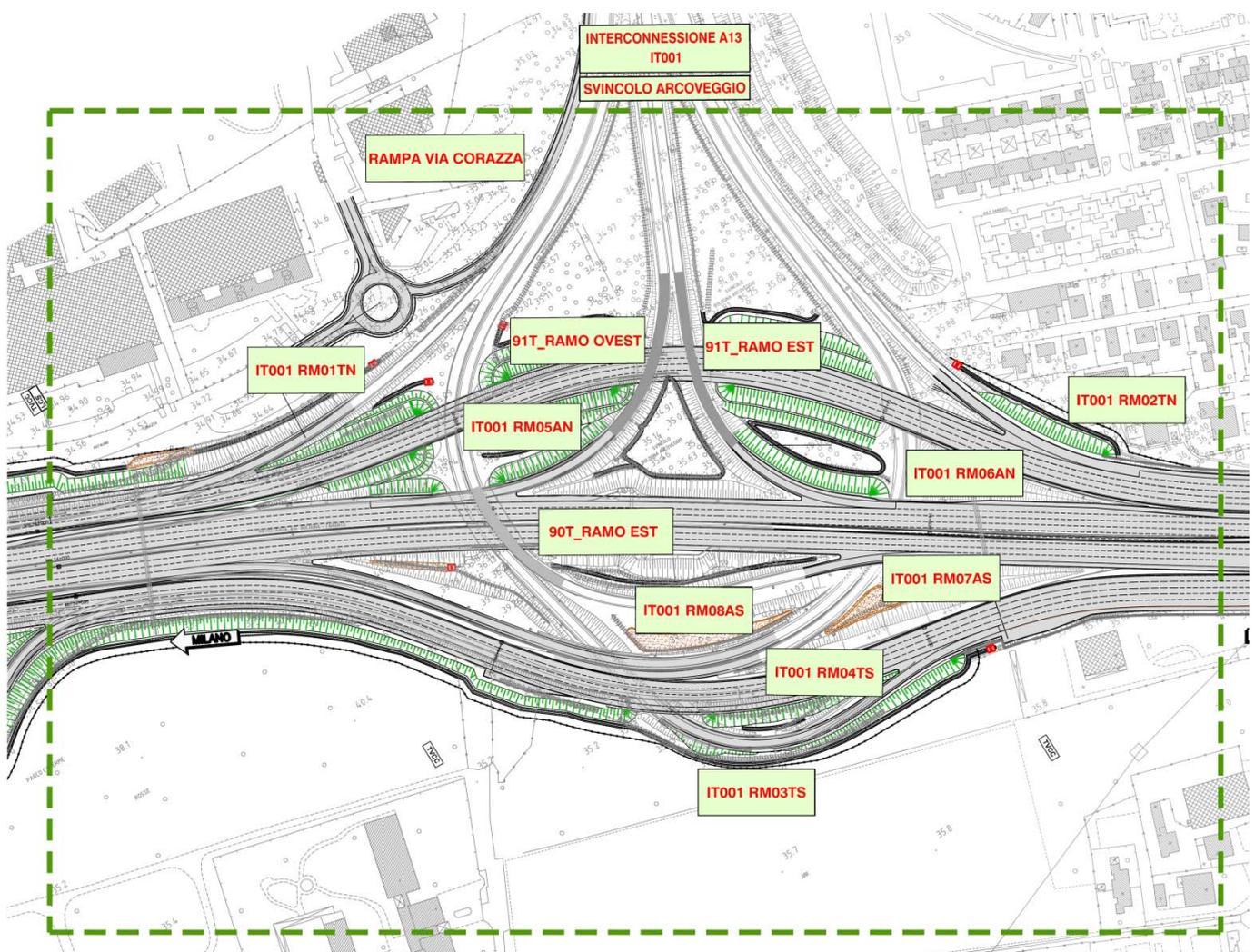


Figura 106 – Stralcio planimetrico interconnessione di Arcoveggio

3.2.7.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe di interconnessione si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni tipo 1. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 50 e 80 Km/h per le rampe dirette e un intervallo 40-70 km/h per le semidirette; per la

nuova rampa di svincolo di tipo 2 l'intervallo di velocità assunto è pari a 40-60km/h. Per la piattaforma pavimentata corrente si assume una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

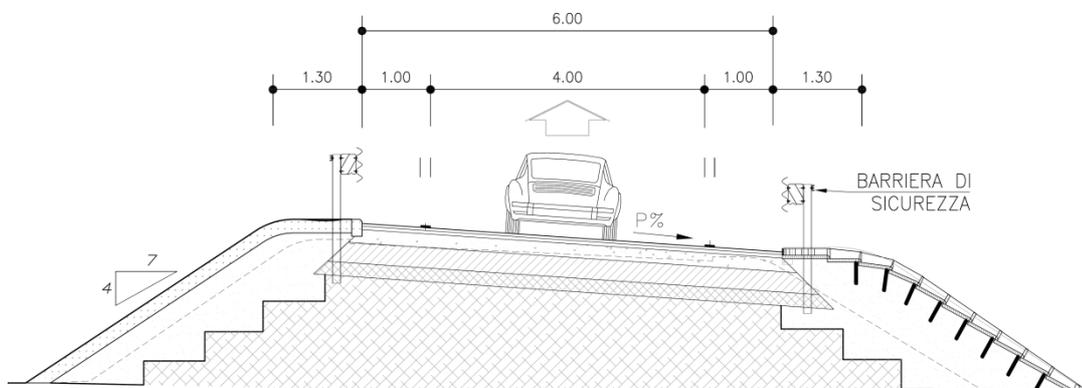


Figura 107 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.7.1 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	48.773	48.773	C	389.35	DX	5.30	80.0				
2	48.773	81.706	32.934	AC	105.00			75.2		129.78	NO	(h1) (h3)
3	81.706	122.641	40.935	C	180.00	DX	7.00	70.7				

Tabella 108 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	C	386.00	DX	5.33	80.0				
2	0.010	32.698	32.688	AC	105.00			80.0		128.67	NO	(h1) (h3)
3	32.698	74.719	42.021	C	180.00	DX	7.00	77.5				
4	74.719	113.319	38.600	AC	105.00			71.7		162.25	NO	(h3)
5	113.319	133.319	20.000	C	486.75	DX	4.59	70.7				

Tabella 109 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	82.555	82.555	C	84.05	SX	7.00	52.2				
2	82.555	132.822	50.268	AF	65.00			60.7		84.61	NO	(h1)
3	132.822	166.622	33.800	AF	78.00			66.4				
4	166.622	189.882	23.260	C	180.00	DX	6.88	70.0				
5	189.882	210.537	20.655	AC	75.00			70.0		176.97	NO	(h1) (h3)
6	210.537	210.547	0.010	C	530.92	DX	3.45	70.0				

Tabella 110 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.591	0.591	C	381.87	SX	4.26	70.0				
2	0.591	26.845	26.254	AC	105.00			70.0		127.29	NO	(h3)
3	26.845	50.901	24.056	C	200.00	SX	6.44	70.0				
4	50.901	66.494	15.593	AC	105.00			69.3				
5	66.494	66.504	0.010	C	155.90	SX	7.00	66.9				

Tabella 111 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM04TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	22.764	22.764	C	104.50	DX	7.00	57.1				
2	22.764	135.287	112.523	AF	108.44			57.1		104.50	NO	A>R (h3)
3	135.287	149.662	14.375	AF	162.66			57.1		613.50	NO	(h3)
4	149.662	149.672	0.010	C	1840.50	SX	2.50	57.1				

Tabella 112 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM05AN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	36.241	36.241	C	120.84	DX	7.00	60.6				
2	36.241	45.233	8.992	R				58.6				
3	45.233	101.056	55.823	C	104.14	DX	7.00	57.0				

Tabella 113 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 91T_Rampa Ovest (fa parte della rampa RM05AN)

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				56.6				
2	0.010	41.413	41.403	AT	64.99			56.6				
3	41.413	109.068	67.655	C	102.00	DX	7.00	56.6				

Tabella 114 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM06AN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	13.002	13.002	C	74.62	DX	7.00	49.7		75.71	NO	(a)
2	13.002	16.551	3.549	R				50.3				
3	16.551	34.487	17.936	C	104.62	DX	7.00	50.6				
4	34.487	48.602	14.116	C	118.77	DX	7.00	46.8				
5	48.602	54.817	6.215	C	200.00	DX	7.00	43.6				
6	54.817	56.296	1.479	R				42.2				
7	56.296	57.644	1.348	C	50.00	DX	7.00	41.9		75.71	NO	(a)
8	57.644	61.925	4.281	R				42.8				
9	61.925	70.711	8.785	C	150.00	DX	7.00	44.6				
10	70.711	73.534	2.823	R				45.2				
11	73.534	82.097	8.563	C	400.00	DX	5.21	47.1				
12	82.097	88.468	6.371	R				48.5				
13	88.468	89.589	1.121	C	500.00	DX	4.52	48.8				
14	89.589	108.239	18.650	R				52.8				

Tabella 115 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 91T_Rampa Est (fa parte della rampa RM06AN)

La viabilità presenta due raggi di valore inferiore al minimo previsto dalla normativa per una velocità minima di 50 km/h, tuttavia essendo attualmente in essere un limite di velocità pari a 40km/h possiamo ritenerlo accettabile.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	6.966	6.966	R				70.0				
2	6.966	31.466	24.500	AT	70.00			70.0		90.14	NO	(h1)
3	31.466	44.943	13.477	C	200.00	DX	6.44	70.0				
4	44.943	94.943	50.000	AT	100.00			70.0				
5	94.943	94.953	0.010	R				70.0				

Tabella 116 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM07AS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.001	0.001	C	2616.40	DX	2.50	70.0				
2	0.001	43.776	43.775	AC	110.00			70.0		872.13	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	43.776	119.565	75.789	C	250.00	DX	5.58	70.0				
4	119.565	163.842	44.277	AT	105.21			70.0				
5	163.842	194.303	30.461	R				70.0				
6	194.303	274.155	79.852	AT	109.02			70.0				
7	274.155	357.610	83.455	C	148.85	SX	7.00	65.7				

Tabella 117 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 RM08AS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	38.958	38.958	C	94.13	DX	7.00	54.7				
2	38.958	42.407	3.449	R				55.3				
3	42.407	77.758	35.351	C	104.75	DX	7.00	57.2				

Tabella 118 – Riepilogo verifiche planimetriche IT001 90T_Rampa Est (fa parte della rampa RM08AS)

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	31.138	31.138	C	406.21	DX	3.18	53.3				
2	0.000	31.138	31.138	AC	60.00			53.3		135.40	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	31.138	81.869	50.731	C	90.00	DX	7.00	45.6				
4	81.869	93.800	11.932	R				33.0				

Tabella 119 – rampa di uscita su via Corazza

I tracciamenti delle rampe 90T_Rampa Est, 91T_rampa Ovest e 91T_Rampa Est sono riportati solamente per le successive verifiche altimetriche non essendo previste modifiche altimetriche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
RM01TN				
	2	AC	105.00	73 km/h
RM02TN				
	2	AC	40.78	73 km/h
RM03TS				
	2	AF	50.00	59 km/h
	5	AC	75.00	65 km/h
RM07AS				
	2	AT	70.00	62 km/h

Tabella 120 – velocità ammissibili

Le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.7.2 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità costruito secondo il DM. 2001

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo di velocità ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	85	63	108	45.05	2.80	-0.20	3.00	1500	73.3	80.6	1.1	0.1	1235		

Tabella 121 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM01TN*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	71	45	97	51.99	-0.14	-5.00	4.86	1070	73.7	84.2	1.1	0.1	1903	NO	60.9
2	S	128	124	133	8.64	-5.00	-3.27	1.73	500	78.6	94.3	0.5	1	-		

Tabella 122 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM02TN*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	19	0	38	38.02	2.56	6.36	3.80	1000	52.2	50.2	0.5	1	737		
2	D	152	108	195	86.63	6.36	0.59	5.78	1500	70.0	74.2	1.1	0.1	1478		

Tabella 123 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM03TS*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	47	15	79	64.83	3.05	-0.19	3.24	2000	57.1	57.4	1.1	0.1	883		

Tabella 124 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM05AN*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	15	2	27	25.11	2.97	1.30	1.67	1500	60.6	61.6	1.1	0.1	-		
2	S	55	43	67	24.40	1.30	4.55	3.25	750	57.4	57.2	0.5	1	685		
3	D	87	74	100	26.63	4.55	2.78	1.78	1500	57.0	56.4	1.1	0.1	-		

Tabella 125 – Riepilogo verifiche raccordi verticali *IT001 91T_Rampa Ovest (fa parte della rampa RM05AN)*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	70	32	109	76.52	-0.52	-3.41	2.89	2650	56.6	57.9	1.1	0.1	901		

Tabella 126 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM06AN*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	13	1	25	24.01	-3.25	-5.65	2.40	1000	50.6	50.9	1.1	0.1	-		
2	S	52	41	64	23.49	-5.65	-1.60	4.05	580	45.4	44.1	0.5	1	629	NO	44.0
3	D	100	93	106	12.73	-1.60	-2.87	1.27	1000	52.3	52.4	1.1	0.1	-		

Tabella 127 – Riepilogo verifiche raccordi verticali *IT001 91T_Rampa Est (fa parte della rampa RM06AN)*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	17	15	19	4.68	1.25	0.78	0.47	1000	60.0	61.4	1.1	0.1	-		

Tabella 128 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM07AS*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	90	88	92	4.51	-0.46	-1.36	0.90	500	70.0	77.0	1.1	0.1	-		
2	S	238	236	240	3.37	-1.36	-0.69	0.67	500	70.0	77.1	0.5	1	-		
3	D	319	301	336	34.85	-0.69	-4.56	3.87	900	70.0	78.2	1.1	0.1	1554	NO	61.7

Tabella 129 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa *IT001 RM08AS*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	43	22	64	41.57	-4.07	0.09	4.16	1000	57.2	58.8	0.5	1	1063	NO	55.5

Tabella 130 – Riepilogo verifiche raccordi verticali *IT001 90T_Rampa Est (fa parte della rampa RM08AS)*

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	45	24	66	41.99	-0.13	-0.73	0.60	7000	47.5	45.8	1.1	0.1	-		
2	S	80	74	86	12.18	-0.73	-0.12	0.61	2000	34.9	31.5	0.5	1	-		
3	S	140	129	150	21.38	-0.12	0.95	1.07	2000	31.9	28.3	0.5	1	-		

Tabella 131 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa via Corazza

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità, ad eccezione delle rampe *RM02TN* e *RM08AS* i cui valori della velocità ammissibile risultano comunque superiori al limite di velocità esistente pari a 40km/h.

3.2.7.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo di velocità 40-70 Km/h per le rampe semidirette e 50-80 km/h per quelle dirette come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.7.2 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

IT001 RM05AN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	104.5
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	57.1
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	120.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	96.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	229.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	126.9
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	229.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	230.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	305.0

IT001 RM06AN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	120.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	102.0
Velocità ammissibile della curva circolare	V2	(km/h)	56
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	144.1
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	99.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	90.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	189.1
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	190.0

IT001 RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	196.25
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	56.6
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	70.0
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	3.7
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	78.7
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

IT001 RM08AS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	120.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	250.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	70.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	122.2
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	77.2
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	90.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	167.2
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	190.0

IT001 RM07AS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	200.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	70.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	120.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	96.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	166.5
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	50.0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	166.5
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	177.9
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	252.9

Via Corazza

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	80.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	90.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	45.6
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	55.6
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	18.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	93.1
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.8 Svincolo 10 – Zona Industriale Roveri

Il progetto prevede l'adeguamento delle rampe poste a nord del sistema autostradale, mediante un rifacimento della parte terminale e il ribaltamento di quelle esistenti poste nel quadrante sud-ovest ponendole nel quadrante sud-est, questa modifica si rende necessaria a seguito dell'impossibilità di ampliare l'opera ferroviaria di scavalco posta alla progressiva al chilometro 17+500, le cui dimensioni non consentono l'inserimento una corsia specializzata.

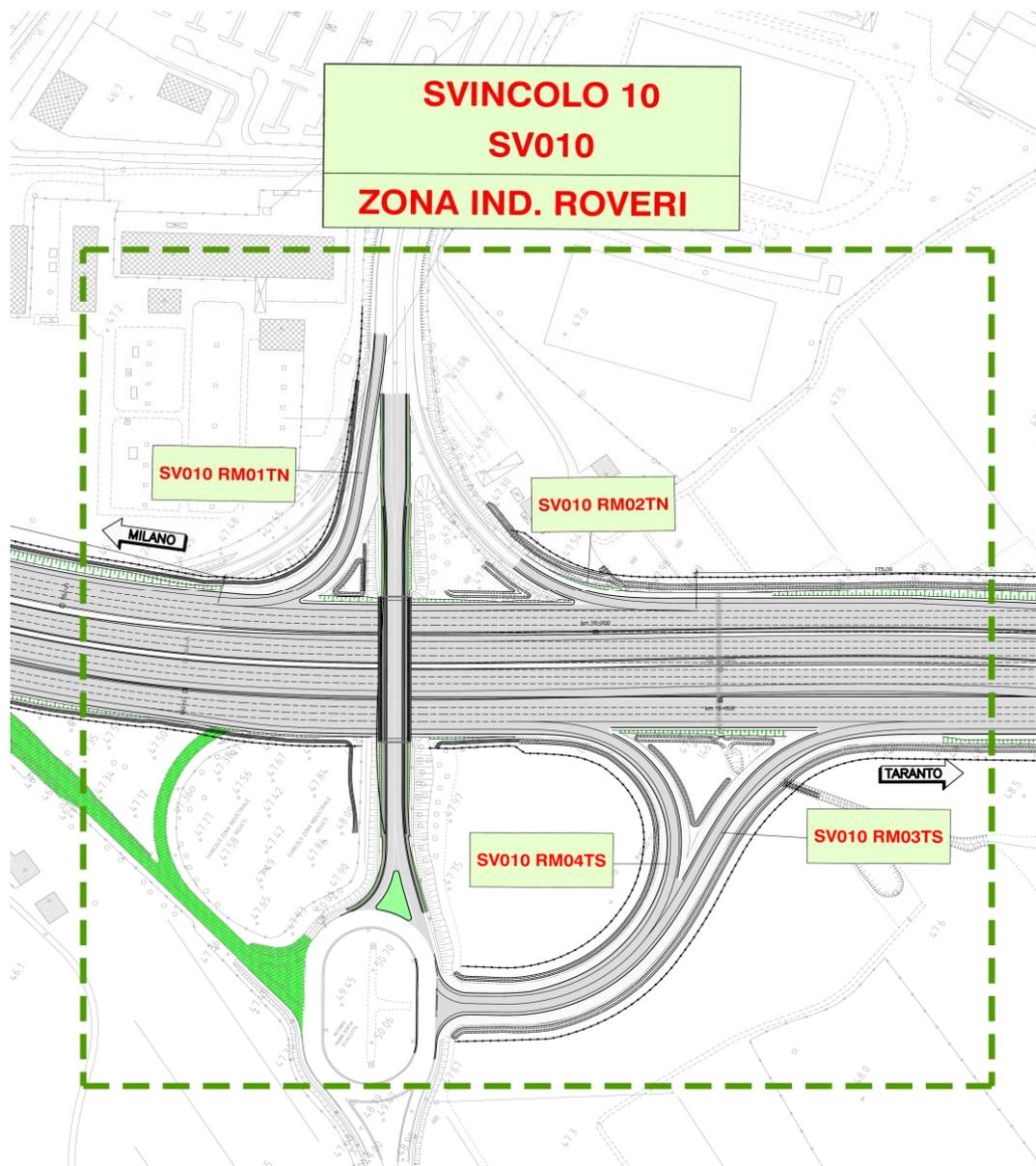


Figura 132 – Stralcio planimetrico svincolo 10

3.2.8.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h.

Le rampe monosenso presentano un di larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; la rampa bidirezionale ha un pavimentato di 9 metri: costituito da due corsie da 3.50 metri e banchine laterali da 1.00 metro. Le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

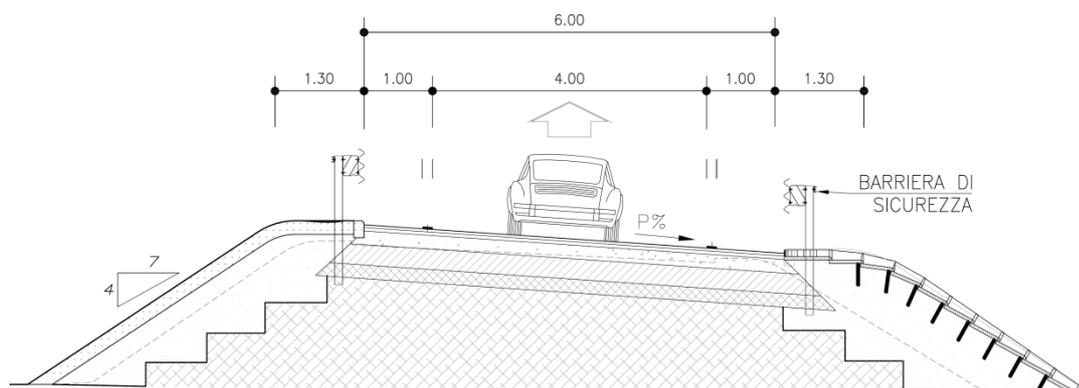


Figura 133 – Sezione tipo rampa monodirezionale

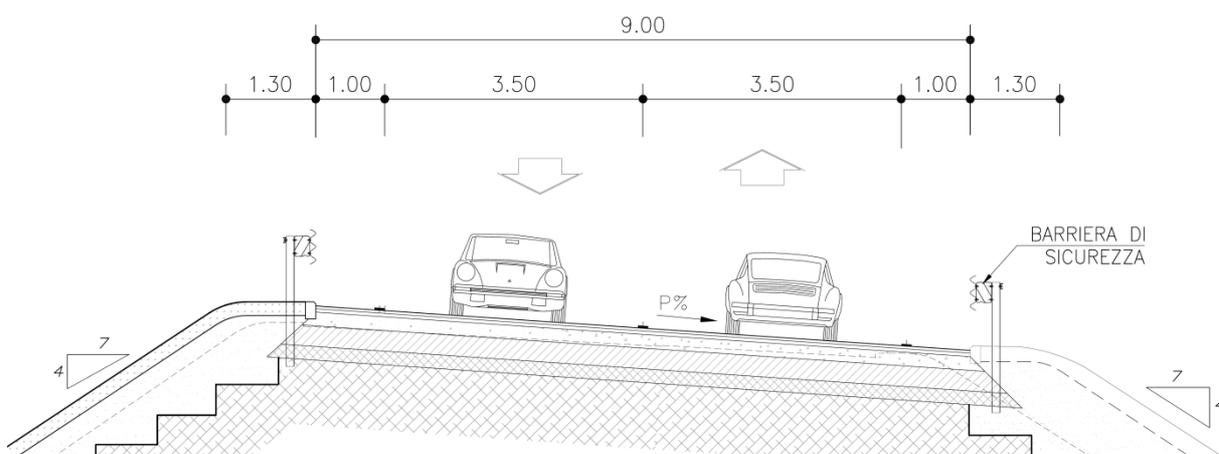


Figura 134 – Sezione tipo rampa bidirezionale

3.2.8.1 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	19.949	19.949	C	180.00	DX	5.35	60.0				
2	19.949	79.838	59.889	R				59.8				
3	79.838	115.393	35.556	AT	40.00			47.4		43.57	NO	(h1)
4	115.393	147.962	32.569	C	45.00	DX	7.00	40.0				
5	147.962	181.128	33.166	AC	40.00			40.0		223.17	NO	(h3)
6	181.128	182.128	1.000	C	669.50	DX	2.50	40.0				

Tabella 135 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				51.2				
2	0.010	59.190	59.180	AT	68.81			51.2				
3	59.190	64.584	5.393	C	80.00	DX	7.00	51.2				
4	64.584	88.802	24.219	AC	72.80			55.8				
5	88.802	88.812	0.010	C	126.10	DX	6.71	55.9				

Tabella 136 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	C	80.00	SX	7.00	51.2				
2	1.000	62.250	61.250	AF	70.00			60.0				
3	62.250	132.250	70.000	AF	70.00			60.0				
4	132.250	138.764	6.514	C	70.00	DX	7.00	48.4				
5	138.764	208.764	70.000	AT	70.00			48.4				
6	208.764	209.764	1.000	R				48.4				

Tabella 137 – Riepilogo verifiche planimetriche RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				43.7				
2	0.010	45.328	45.318	AT	49.93			43.7				
3	45.328	93.747	48.419	C	55.00	DX	7.00	43.7				
4	93.747	110.920	17.173	AC	54.98			47.5				
5	110.920	239.067	128.146	C	80.00	DX	7.00	51.2				
6	239.067	271.161	32.095	R				57.3				

Tabella 138 – Riepilogo verifiche planimetriche RM04TS

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
RM01TN				
	3	AT	40.00	45 km/h

Tabella 139 – velocità ammissibili

Le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.8.2 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità costruito secondo il DM. 2001

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo di velocità ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	48	12	84	71.23	2.62	-4.50	7.12	1000	60.0	62.2	1.1	0.1	1040	NO	59.1
2	S	143	129	156	26.98	-4.50	-0.15	4.35	620	40.0	37.4	0.5	1	502		
3	D	162	157	168	10.69	-0.15	-1.22	1.07	1000	40.0	37.1	1.1	0.1	-		

Tabella 140 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	53	29	77	47.71	-1.40	3.14	4.54	1050	53.3	52.7	0.5	1	943		

Tabella 141 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	18	7	28	20.86	-0.49	-0.08	0.42	5000	56.0	56.6	0.5	1	-		
2	S	131	88	175	87.65	-0.08	1.68	1.75	5000	56.9	57.4	0.5	1	1096		
3	D	183	178	188	10.73	1.68	1.14	0.54	2000	48.4	46.4	1.1	0.1	-		

Tabella 142 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	24	19	29	10.38	0.83	1.04	0.21	5000	43.7	40.9	0.5	1	-		
2	D	130	103	157	53.93	1.04	0.50	0.54	10000	51.2	50.0	1.1	0.1	670		
3	D	260	250	270	19.80	0.50	0.00	0.50	4000	56.9	57.5	1.1	0.1	-		

Tabella 143 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

La rampa RM01TN presenta un raccordo verticale leggermente inferiore al minimo, tuttavia il valore della velocità ammissibile risulta superiore al limite esistente pari a 40km/h pertanto si ritiene il valore adottato congruo.

3.2.8.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.8.1 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV010 RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	45.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	40.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	138.3
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	33.2
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	138.3
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0

Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV010 RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	80.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	51.2
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	70.5
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	33.0
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	108.0
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV010 RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	48.4
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	109.7
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	70.0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	109.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV010 RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	45.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	40.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	83.6
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp,a	(m)	46.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	121.1
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	100.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.9 Svincolo n. 11 via Masserenti e n. 11b via Lenin

Il progetto per i presenti svincoli prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e pertanto l'intervento è limitato a un centinaio di metri di sviluppo.

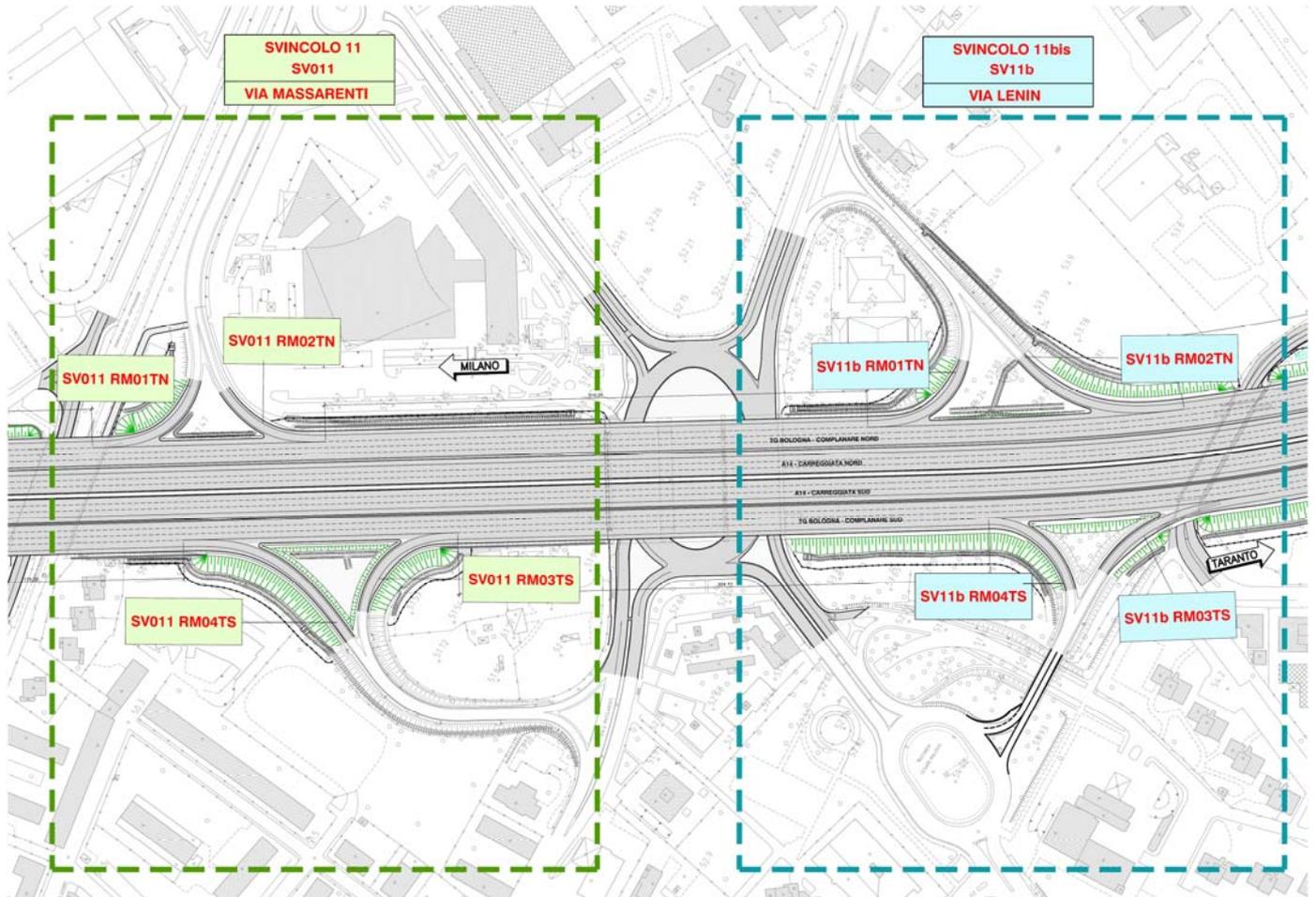


Figura 144 – Stralcio planimetrico svincolo n.11 e 11 bis

3.2.9.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo

inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

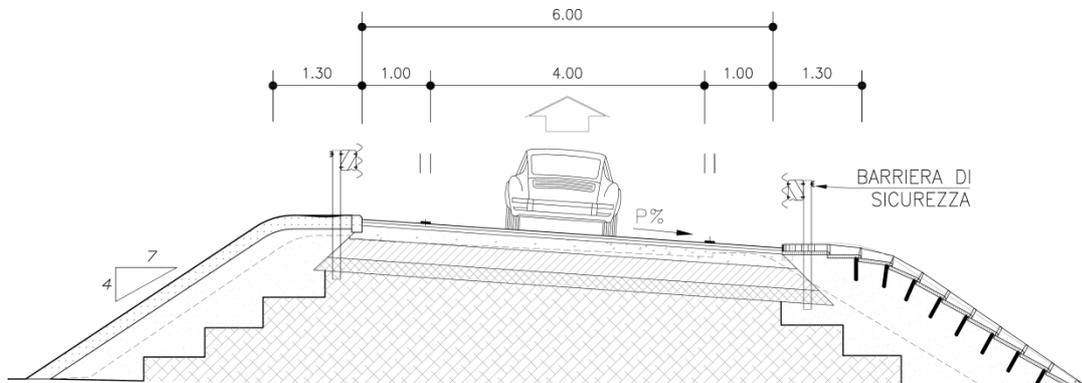


Figura 145 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.9.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	10.000	10.000	C	52.25	DX	7.00	42.7				
2	10.000	13.777	3.777	AC	35.00			41.0				
3	13.777	44.249	30.471	C	45.00	DX	7.00	40.0				
4	44.249	79.804	35.556	AT	40.00			40.0				
5	79.804	79.814	0.010	R				40.0				

Tabella 146 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011 RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				40,0				
2	0.010	27.234	27.224	AT	35,00			40,0				
3	27.234	38.794	11.560	C	45,00	DX	7,00	40,0				
4	38.794	48.338	9.544	AC	34,00			42,3		36,84	NO	(h1)
5	48.338	70.668	22.331	C	71,60	DX	7,00	47,5				

Tabella 147 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011 RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	23.458	23.458	C	58,30	DX	7,00	44,8				
2	23.458	29.669	6.210	AC	35,00			41,6		35,65	NO	(h1)
3	29.669	58.839	29.171	C	45,00	DX	7,00	40,0				
4	58.839	80.195	21.356	AT	31,00			40,0				
5	80.195	80.205	0.010	R				40,0				

Tabella 148 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011 RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	1.000	1.000	R				48,4				
2	1.000	29.929	28.929	AT	45,00			48,4			NO	Err. AE/AU
3	29.929	48.463	18.534	C	70,00	DX	7,00	48,4				
4	48.463	118.463	70.000	AT	70,00			60,0		70,00	NO	Err. AE/AU A>R (h3)
5	118.463	119.463	1.000	R				60,0				

Tabella 149 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011 RM04TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	9,517	9,517	C	56,85	DX	7,00	43,8				
2	9,517	15,192	5,674	AC	35,00			41,4		35,42	NO	(h1)
3	15,192	48,280	33,088	C	45,00	DX	7,00	40,0				
4	48,280	75,502	27,222	AT	35,00			40,0				
5	75,502	75,506	0,004	R				40,0				

Tabella 150 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011b RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	0,010	0,010	C	982,65	DX	2,50	50,1				
2	0,010	51,303	51,293	AC	65,00			50,1		327,55	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	51,303	74,227	22,925	C	76,00	DX	7,00	50,1				
4	74,227	101,577	27,350	AC	65,00			55,4				
5	101,577	104,577	3,000	C	149,60	DX	6,02	55,8				

Tabella 151 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011b RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	1,548	1,548	C	100,50	DX	7,00	53,3				
2	1,548	10,728	9,179	AC	60,00			53,0				
3	10,728	36,946	26,219	C	80,00	DX	7,00	51,2				
4	36,946	98,196	61,250	AF	70,00			51,2				
5	98,196	107,836	9,640	AF	100,00			51,2		345,78	NO	(h3)
6	107,836	108,828	0,992	C	1037,35	SX	2,50	51,2				

Tabella 152 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011b RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	31,493	31,493	C	45,00	DX	7,00	40,0				
2	31,493	36,093	4,600	AC	35,00			41,0				
3	36,093	69,414	33,321	C	54,15	DX	7,00	43,4				

Tabella 153 – Riepilogo verifiche planimetriche SV011b RM04TS

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Svincolo 11 Rampa RM02TN				
	A	AC	34.00	40 km/h
Svincolo 11 Rampa RM03TS				
	2	AC	35.00	41 km/h
Svincolo 11b Rampa RM01TN				
	2	AC	35.00	41 km/h

Tabella 154 – velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori o pari al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.9.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	30	9	52	43,13	2,83	-0,05	2,88	1500	41,3	38,2	1,1	0,1	392		

Tabella 155 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011 RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	32	14	50	35,99	-0,13	-2,53	2,40	1500	42,5	40,1	1,1	0,1	-		

Tabella 156 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011 RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	40	24	56	31,37	3,08	-0,05	3,14	1000	41,3	38,2	1,1	0,1	-		

Tabella 157 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011 RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	70	49	90	41,07	0,18	-2,55	2,74	1500	56,3	57,3	1,1	0,1	-		

Tabella 158 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011 RM04TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	36	25	46	20,69	2,07	0,00	2,07	1000	40,0	36,8	1,1	0,1	-		

Tabella 159 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011b RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	81	58	104	46,60	0,08	-2,25	2,33	2000	55,9	56,6	1,1	0,1	-		

Tabella 160 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011b RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	36	33	39	6,08	2,53	3,14	0,61	1000	51,2	49,4	0,5	1	-		
2	D	63	47	79	32,42	3,14	-0,10	3,24	1000	51,2	49,8	1,1	0,1	-		
3	S	90	86	94	7,25	-0,10	0,62	0,72	1000	51,2	50,1	0,5	1	-		

Tabella 161 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011b RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	22	6	39	32,79	1,56	-5,00	6,56	500	41,6	39,1	1,1	0,1	326		
2	S	55	47	63	15,81	-5,00	-1,84	3,16	500	43,4	41,5	0,5	1	178		

Tabella 162 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa SV011b RM04TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.9.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.9.1 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV011 RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	45.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	40.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	138.3
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	35.6
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	138.3
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV011 RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	48.4
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	74.1
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	36.6
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	111.6
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV011b RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	76.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	50.1
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	71.9
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	34.4
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	109.4
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

SV011b RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	80.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	51.2
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	99.0
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	70.89
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	99.0
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

3.2.10 Svincolo n. 12 via Mazzini – S.S. 65

Il progetto per il presente svincolo prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e pertanto l'intervento è limitato a un centinaio di metri di sviluppo.

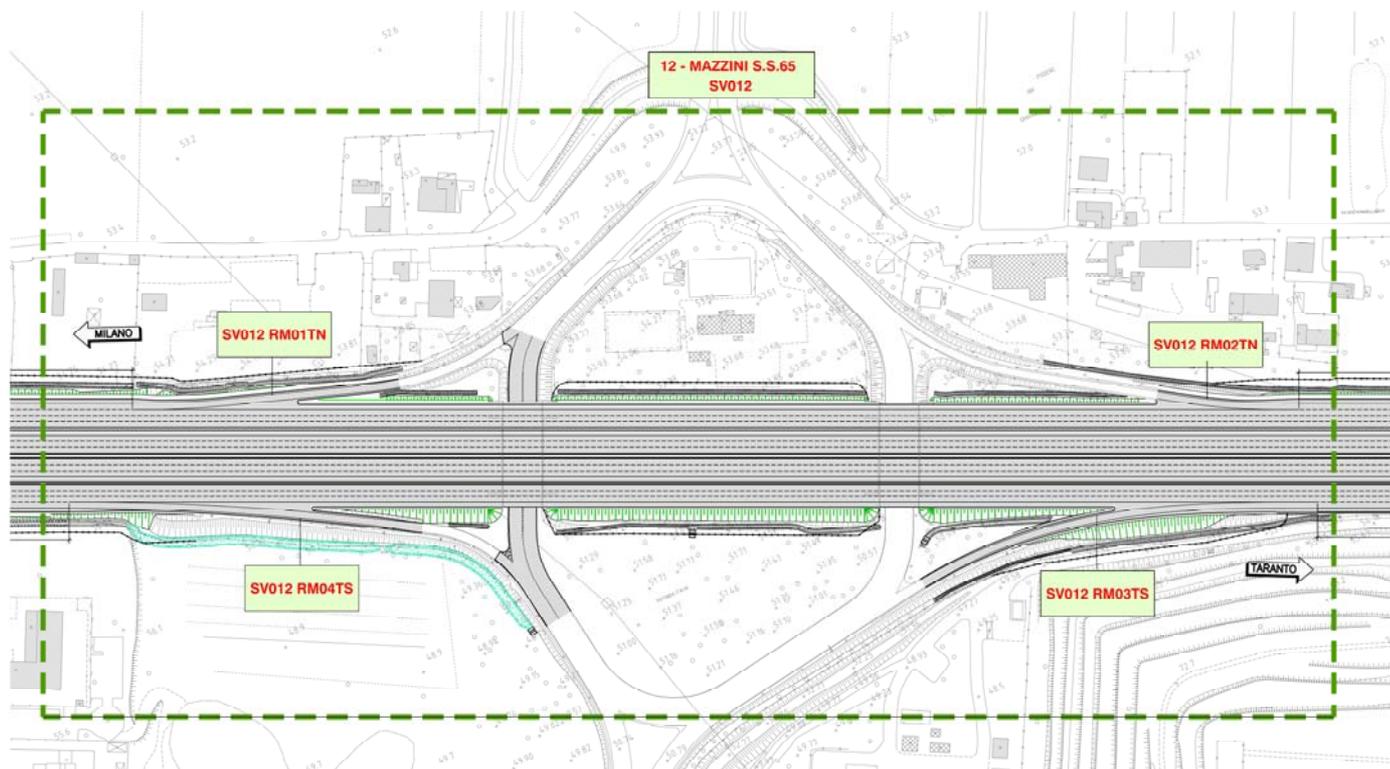


Figura 163 – Stralcio planimetrico svincolo n.12

3.2.10.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

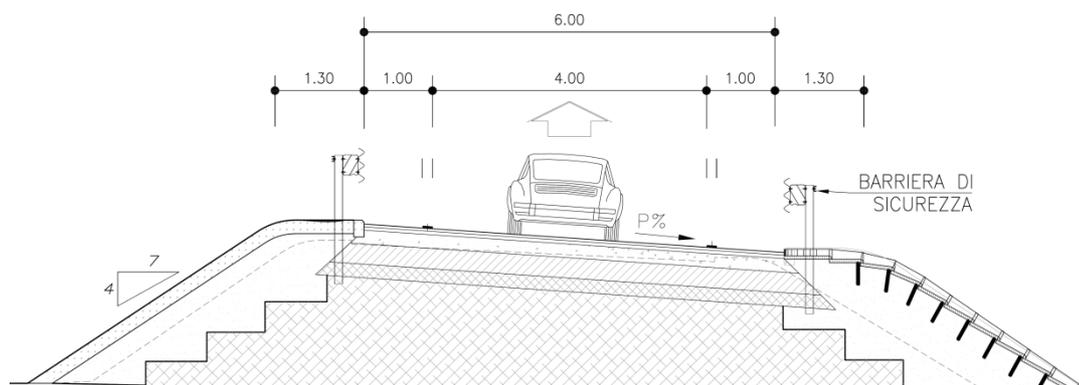


Figura 164 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.10.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	0,010	0,010	C	152,36	DX	5,95	60,0				
2	0,010	26,013	26,003	AT	62,94			60,0		67,00	NO	(h1) (h2)
3	26,013	104,621	78,608	R				60,0				
4	104,621	139,659	35,038	C	450,00	DX	2,97	60,0				
5	139,659	157,659	18,000	AT	90,00			60,0		150,00	NO	(h2) (h3)
6	157,659	157,673	0,015	R				60,0				

Tabella 165 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	0,014	0,014	R				60,0				
2	0,014	35,214	35,200	AT	105,30			60,0				
3	35,214	48,067	12,853	C	315,00	DX	3,74	60,0				
4	48,067	83,737	35,670	AT	106,00			60,0				
5	83,737	83,751	0,014	R				60,0				

Tabella 166 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	72,673	72,673	C	310,45	DX	3,77	60,0				
2	72,673	96,037	23,365	AC	180,00			60,0				
3	96,037	130,479	34,442	C	400,00	DX	3,21	60,0				
4	130,479	240,531	110,052	AT	209,81			60,0				
5	240,531	240,541	0,010	R				60,0				

Tabella 167 – Riepilogo verifiche planimetriche RM03TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	1,000	1,000	R				60,0				
2	1,000	7,667	6,667	AT	100,00			60,0		500,00	NO	(h3)
3	7,667	149,079	141,412	C	1500,00	DX	2,50	60,0				
4	149,079	155,746	6,667	AT	100,00			60,0		500,00	NO	(h3)
5	155,746	209,154	53,408	R				60,0				

Tabella 168 – Riepilogo verifiche planimetriche RM04TS

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Rampa RM01TN				
	2	AT	62.94	H1 58km/h H2 55km/h
	5	AT	90.00	H2 59 km/h

Tabella 169 – velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori o pari al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.10.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	16	11	20	9,32	3,14	5,00	1,86	500	60,0	60,1	0,5	1	-		
2	D	84	60	108	47,46	5,00	0,48	4,52	1050	60,0	60,6	1,1	0,1	859		

Tabella 170 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	58	44	72	27,83	0,18	-3,53	3,71	750	60,0	62,6	1,1	0,1	667		
2	S	80	80	80	0,33	-3,53	-3,49	0,04	800	60,0	63,5	0,5	1	-		

Tabella 171 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	16	6	26	19,70	0,71	2,68	1,97	1000	60,0	61,1	0,5	1	-		
2	S	55	43	66	23,21	2,68	5,00	2,32	1000	60,0	60,2	0,5	1	-		
3	D	134	93	174	81,32	5,00	-0,42	5,42	1500	60,0	60,8	1,1	0,1	993		
4	S	200	198	203	4,60	-0,42	0,04	0,46	1000	60,0	61,9	0,5	1	-		

Tabella 172 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	106	99	112	13,27	0,11	1,37	1,26	1050	60,0	61,5	0,5	1	-		
2	S	180	119	242	123,69	1,37	13,74	12,37	1000	60,0	58,8	0,5	1	1133	NO	55,7

Tabella 173 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

La rampa RM04TS presenta un raccordo verticale leggermente inferiore al minimo, tuttavia il valore della velocità ammissibile risulta all'interno dell'intervallo di velocità 40-60km/h e le analisi, metteranno in luce le eventuali limitazioni di velocità da apporre mediante la cartellonistica stradale.

3.2.10.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.10.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	450.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	60.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	61.1
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	18.0
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	61.1
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

RM02TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	315.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	60.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	57.9
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	20.4
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	95.4
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

RM03TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	400.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	60.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	61.1
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	110.1
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	61.1
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

RM04TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	1500.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	149.08
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	60.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	57.9
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	20.4
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	95.4
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	175.0

3.2.11 Svincolo n. 13 San Lazzaro

Il progetto per il presenti svincolo prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e pertanto l'intervento è limitato a un centinaio di metri di sviluppo.

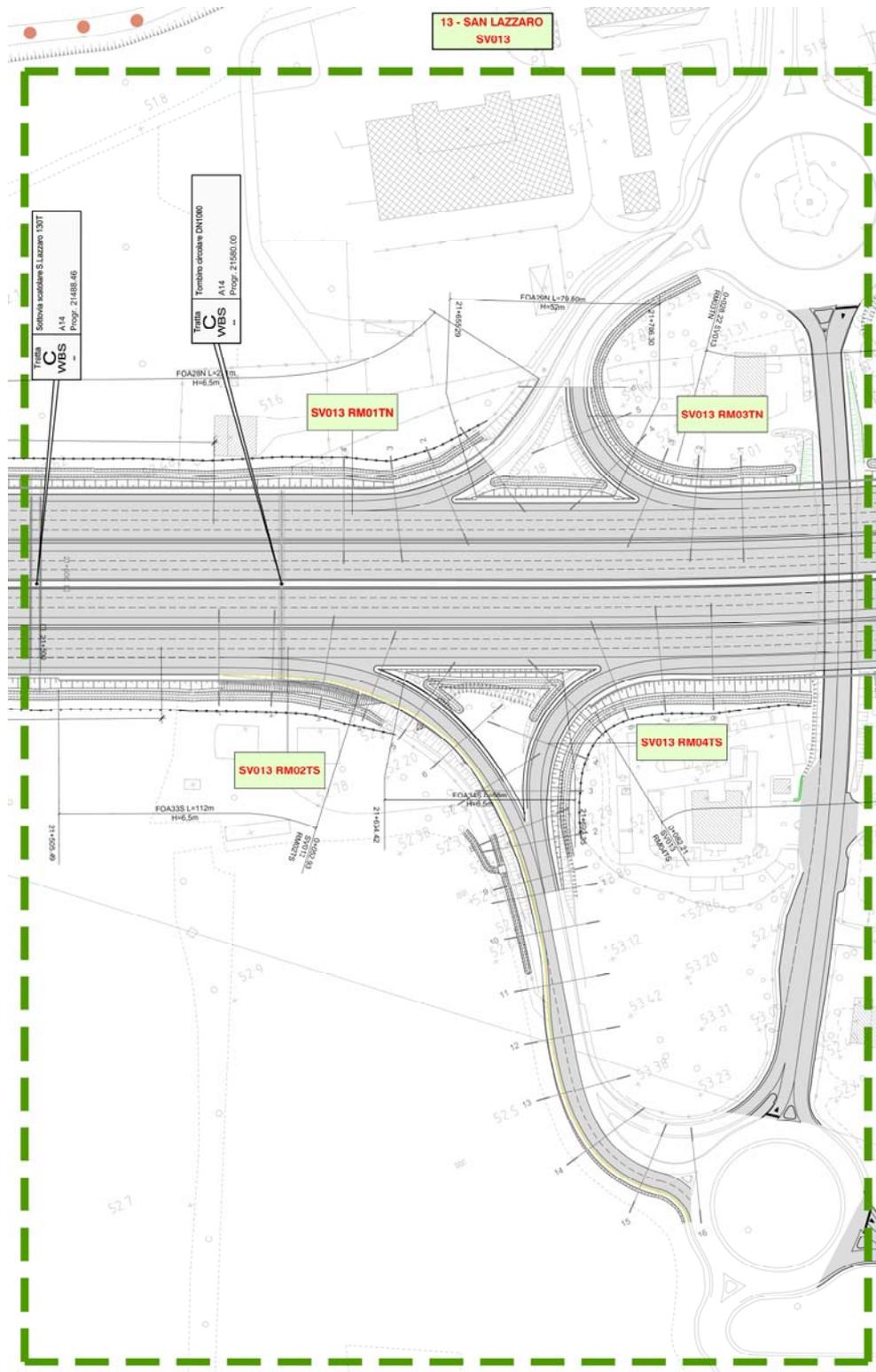


Figura 174 – Stralcio planimetrico svincolo n.13

3.2.11.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h e la piattaforma pavimentata corrente ha una larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

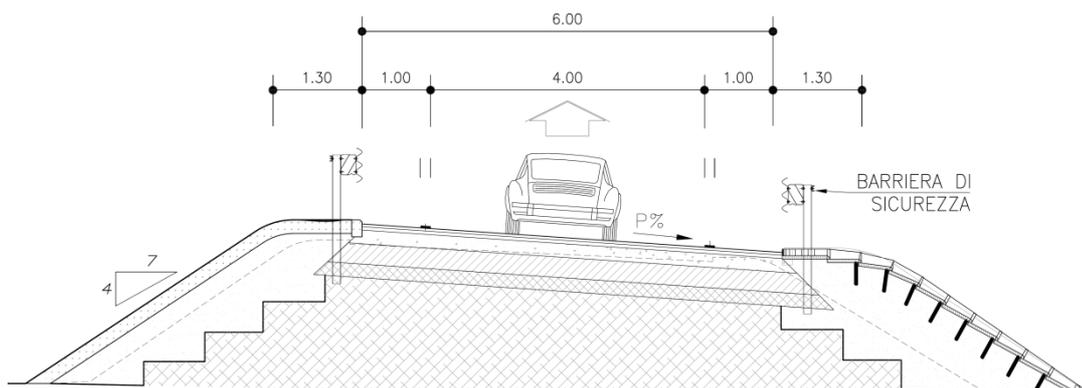


Figura 175 – Sezione tipo rampa monodirezionale

3.2.11.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogente per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	9,166	9,166	C	92,32	DX	7,00	49,6				
2	9,166	19,458	10,293	AC	42,00			47,6		46,74	NO	(h1)
3	19,458	29,136	9,678	C	60,00	DX	7,00	45,3				
4	29,136	58,536	29,400	AT	42,00			45,3				
5	58,536	59,536	1,000	R				45,3				

Tabella 176 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	0,010	0,010	C	1598,02	DX	2,50	40,0				
2	0,010	34,564	34,554	AC	40,00			40,0		532,67	NO	Err. R1/R2 (h3)
3	34,564	82,132	47,567	C	45,00	DX	7,00	40,0				
4	82,132	86,446	4,315	AC	40,00			38,9				
5	86,446	88,622	2,175	C	40,13	DX	7,00	37,8				

Tabella 177 – Riepilogo verifiche planimetriche RM03TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	1,000	1,000	R				48,4				
2	1,000	71,000	70,000	AT	70,00			51,2				
3	71,000	75,945	4,945	C	70,00	DX	7,00	51,4				
4	75,945	94,750	18,805	AC	58,00			52,2				
5	94,750	143,035	48,285	C	115,00	DX	7,00	59,4				
6	143,035	183,244	40,209	AT	68,00			60,0				
7	183,244	225,536	42,293	R				53,0				
8	225,536	261,021	35,484	AT	36,23			43,9				
9	261,021	298,260	37,239	C	37,00	SX	7,00	36,3		44,99	NO	(a)

Tabella 178 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TS

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0,000	11,239	11,239	R				52,2				
2	11,239	54,261	43,022	AT	44,00			49,7		51,51	NO	(h1)
3	54,261	89,616	35,355	C	45,00	DX	7,00	40,0				
4	89,616	132,639	43,022	AF	44,00			40,0				
5	132,639	134,832	2,193	AF	66,00			40,0		662,02	NO	(h2) (h3)
6	134,832	134,842	0,010	C	1986,05	SX	2,50	40,0				

Tabella 179 – Riepilogo verifiche planimetriche RM04TS

Gli elementi 4 e 5 della rampa RM04TS possono essere assimilati ad una clotoide di transizione essendo la seconda parte del flesso di sviluppo irrilevante; di fatto si tratta di un elemento a curvatura variabile di raccorda tra una curva, appartenente alla rampa di raggio limitato, con il tracciato autostradale caratterizzato da curvature ampie assimilabili ad un rettilo.

Di seguito si riportano le velocità ammissibili per le diverse rampe qualora le verifiche planimetriche presentino delle incongruità cinematiche.

	Numero Elemento	Tipo Elemento	Parametro	Vammissibile
Rampa RM01TN				
	2	AC	42.00	H1 45km/h
Rampa RM04TS	2	AT	44.00	H1 47km/h

Tabella 180 – velocità ammissibili

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino superiori o pari al limite minimo dell'intervallo di velocità (40km/h), le successive analisi, permetteranno di determinare i limiti di velocità da imporre mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.2.11.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	21	0	43	42,46	2,78	-0,05	2,83	1500	49,5	47,8	1,1	0,1	-		

Tabella 181 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM01TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	31	17	45	28,19	0,54	-2,98	3,52	800	40,0	37,2	1,1	0,1	-		

Tabella 182 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM03TN

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	12	0	24	23.72	0.22	-0.66	0.88	2700	49.3	53.7	1.1	0.1	-		
2	S	33	24	42	18.12	-0.66	0.55	1.21	1500	50.1	54.7	0.5	1	-		
3	D	53	42	64	21.71	0.55	-1.87	2.41	900	51.0	56.3	1.1	0.1	-		
4	S	129	112	145	32.61	-1.87	-0.15	1.72	1900	59.6	70.9	0.5	1	-		
5	D	151	145	158	12.43	-0.15	-0.98	0.83	1500	60.0	71.2	1.1	0.1	-		
6	D	207	193	221	28.14	-0.98	-1.54	0.56	5000	50.9	56.7	1.1	0.1	-		
7	S	242	221	262	41.05	-1.54	-0.24	1.30	3150	44.8	47.4	0.5	1	-		
8	S	271	263	280	17.45	-0.24	0.93	1.16	1500	36.3	35.7	0.5	1	-		
9	S	289	280	298	18.27	0.93	4.02	3.10	590	36.3	35.2	0.5	1	-		

Tabella 183 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM02TS

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	53	31	75	43,66	0,68	3,59	2,91	1500	45,2	42,5	0,5	1	726		
2	D	101	87	115	28,03	3,59	0,09	3,50	800	40,0	36,7	1,1	0,1	-		

Tabella 184 - Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa RM04TS

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.11.1 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001 a meno dalla prima clotoide per le decelerazioni e dell'ultima clotoide per le accelerazioni dove la velocità è stata mantenuta costante e mantenuta uguale a quella della curva successiva per le decelerazioni e della curva precedente per le accelerazioni.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.11.1 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

SV13 RM01TN

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	60.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	45.3
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	120.8
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	29.40
Lunghezza tratto parallelo minimo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	120.8
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	0.0
Lunghezza tratto parallelo minimo adottato	Lp	(m)	150.0
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

SV13 RM02TS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	48.4
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	74.1
Lunghezza tratto parallelo minimo	Lp	(m)	29.1
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	90
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	119.1
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	190.00

3.2.12 Svincolo di Lazzaretto

Il presente paragrafo si riferisce al progetto del Nuovo Svincolo di Lazzaretto posto in corrispondenza della progr. Km 10+500 della tangenziale di Bologna.

Le opere di progetto si sviluppano interamente nel comune di Bologna prevede la realizzazione di uno svincolo con schema a trombetta costituito da:

- Rampa Immissione Milano
- Rampa Diversione Milano
- Rampa Immissione Taranto
- Rampa Diversione Taranto
- Due intersezioni a rotatoria

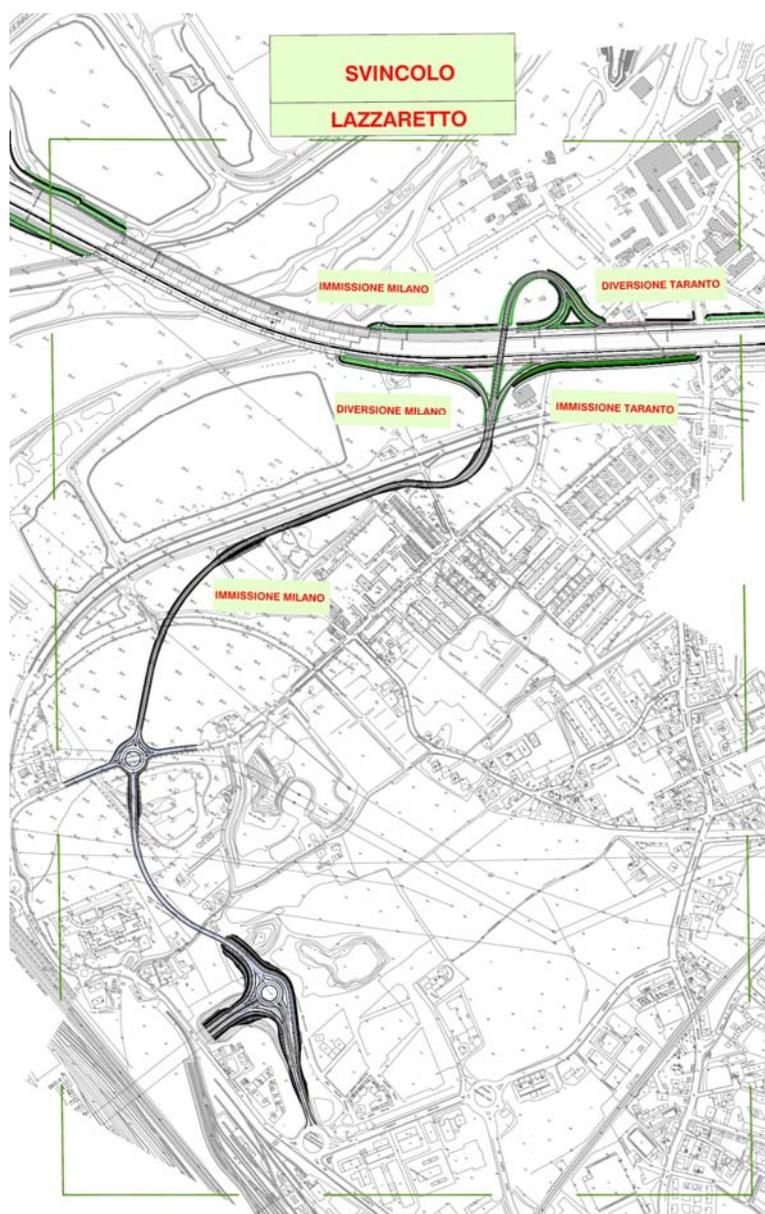


Figura 185 – Stralcio planimetrico svincolo di Lazzaretto

3.2.12.1 Tipologia di rampa e intervallo di velocità di progetto

Per il dimensionamento degli elementi plano-altimetrici delle rampe in oggetto si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 2006 per le intersezioni di tipo 2. Pertanto coerentemente si è assunto un intervallo di velocità di progetto compreso fra 40 e 60 Km/h. Le rampe monosenso presentano un di larghezza complessiva pari a 6.00 m costituita da banchina in sinistra pari a 1.00 m, corsia di 4.00 m e banchina in destra pari a 1.00 m; la rampa bidirezionale ha un pavimentato di 9 metri: costituito da due corsie da 3.50 metri e banchine laterali da 1.00 metro. Le presenti geometrie possono presentare delle maggiorazioni per la corretta iscrizione dei veicoli in curva e per garantire lungo lo sviluppo del tracciato le visibilità necessarie per la distanza di arresto.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 1.30 m su cui trova alloggio la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

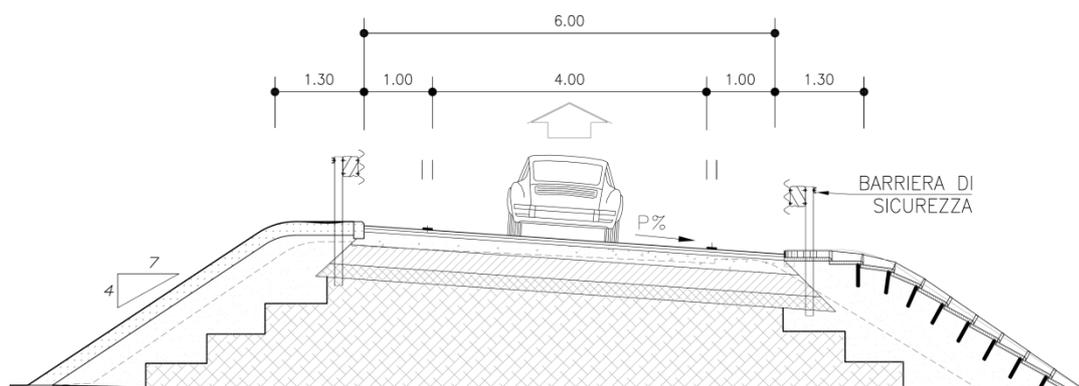


Figura 186 – Sezione tipo rampa monodirezionale

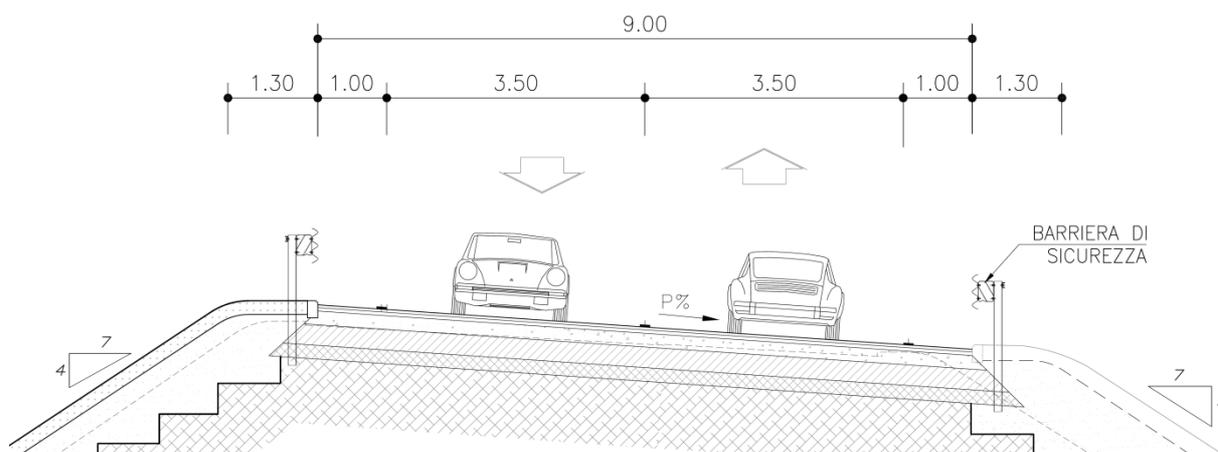


Figura 187 – Sezione tipo rampa bidirezionale

3.2.12.2 Analisi planimetriche

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale delle rampe di svincolo rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento DM 19/04/2006. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Per completezza, nelle stesse tabelle sono stati inseriti i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa DM del 05/11/2001, che assume valore non cogenza per la viabilità in oggetto.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.010	0.010	R				48.4				
2	0.010	32.924	32.914	AT	48.00			48.4				
3	32.924	64.700	31.775	C	70.00	DX	7.00	48.4				
4	64.700	116.128	51.429	AF	60.00			56.3				
5	116.128	166.545	50.417	AF	55.00			53.9				
6	166.545	167.667	1.122	C	60.00	SX	7.00	43.4				
7	167.667	172.737	5.070	AC	39.00			43.1				
8	172.737	172.747	0.010	C	50.00	SX	7.00	41.9				

Tabella 188 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa “Diversione Taranto”

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	125.569	125.569	R				60.0				
2	125.569	165.352	39.783	AT	118.00			60.0				
3	165.352	477.193	311.841	C	350.00	DX	3.49	60.0				
4	477.193	516.975	39.783	AT	118.00			60.0				
5	516.975	718.931	201.955	R				60.0				
6	718.931	764.274	45.343	AT	69.00			60.0				
7	764.274	767.866	3.593	C	105.00	DX	7.00	57.2				
8	767.866	806.876	39.010	AF	64.00			60.0				
9	806.876	856.754	49.878	AF	67.00			60.0				
10	856.754	911.812	55.059	C	90.00	SX	7.00	53.7				
11	911.812	923.548	11.736	AC	65.00			55.7				
12	923.548	959.517	35.968	C	120.00	SX	6.93	60.0				
13	959.517	1,003.925	44.408	AT	73.00			60.0				
14	1,003.925	1,205.462	201.537	R				60.0				
15	1,205.462	1,275.462	70.000	AT	70.00			60.0				
16	1,275.462	1,283.954	8.492	C	70.00	DX	7.00	46.2				
17	1,283.954	1,296.576	12.623	AC	47.00			44.5				
18	1,296.576	1,439.654	143.077	C	50.00	DX	7.00	41.9				
19	1,439.654	1,452.277	12.623	AC	47.00			44.3				
20	1,452.277	1,459.501	7.225	C	70.00	DX	7.00	45.9				
21	1,459.501	1,529.497	69.995	AT	70.00			60.0				

Tabella 189 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa “Immissione dir. Milano progressive crescenti”

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	125.569	125.569	R				60.0				
2	125.569	165.352	39.783	AT	118.00			60.0				
3	165.352	477.193	311.841	C	350.00	DX	3.49	60.0				
4	477.193	516.975	39.783	AT	118.00			60.0				
5	516.975	718.931	201.955	R				60.0				
6	718.931	764.274	45.343	AT	69.00			60.0				
7	764.274	767.866	3.593	C	105.00	DX	7.00	57.2				
8	767.866	806.876	39.010	AF	64.00			60.0				
9	806.876	856.754	49.878	AF	67.00			60.0				
10	856.754	911.812	55.059	C	90.00	SX	7.00	53.7				
11	911.812	923.548	11.736	AC	65.00			55.7				
12	923.548	959.517	35.968	C	120.00	SX	6.93	60.0				
13	959.517	1.003.925	44.408	AT	73.00			60.0				
14	1.003.925	1.205.462	201.537	R				60.0				
15	1.205.462	1.275.462	70.000	AT	70.00			60.0				
16	1.275.462	1.283.954	8.492	C	70.00	DX	7.00	46.2				
17	1.283.954	1.296.576	12.623	AC	47.00			44.5				
18	1.296.576	1.439.654	143.077	C	50.00	DX	7.00	41.9				
19	1.439.654	1.452.277	12.623	AC	47.00			44.3				
20	1.452.277	1.459.501	7.225	C	70.00	DX	7.00	45.9				
21	1.459.501	1.529.497	69.995	AT	70.00			60.0				

Tabella 190 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa “Immissione dir. Milano progressive decrescenti”

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.050	0.050	C	1024.85	SX	2.50	60.0				
2	0.050	8.672	8.622	AF	94.00			60.0		341.62	NO	(h3)
3	8.672	31.117	22.445	AF	67.00			60.0				
4	31.117	96.745	65.628	C	200.00	DX	5.00	60.0				
5	96.745	138.429	41.684	AC	67.00			56.4				
6	138.429	165.297	26.868	C	70.00	DX	7.00	48.4				
7	165.297	222.168	56.871	AC	70.00			59.2				
8	222.168	222.313	0.146	C	373.23	DX	3.35	59.3				

Tabella 191 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa “Diversione Milano”

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	0.300	0.300	R				60.0				
2	0.300	48.746	48.446	AT	73.00			60.0				
3	48.746	95.312	46.566	C	110.00	DX	7.00	58.3				
4	95.312	107.533	12.221	AC	71.00			60.0				
5	107.533	184.392	76.860	C	150.00	DX	6.01	60.0				
6	184.392	221.892	37.500	AT	75.00			60.0				
7	221.892	221.902	0.010	R				60.0				

Tabella 192 – Riepilogo verifiche planimetriche rampa “Immissione dir. Taranto”

L'elemento 2 della rampa di *DIVERSIONE MI* presenta difformità di tipo ottico (H3) correlata al raggio della curva da cui si stacca il tracciato R=1024.85m. Tale non conformità di tipo ricade in un punto singolare di transizione da autostrada a rampa di svincolo, pertanto non si ritiene pregiudizievole per la sicurezza della circolazione.

3.2.12.3 Analisi Altimetrica

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	108	87	129	41.80	-0.51	-4.31	3.80	1100	56.2	57.7	1.1	0.1	456		
2	S	146	130	161	30.45	-4.31	-2.61	1.69	1800	50.8	50.9	0.5	1	-		

Tabella 193 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa “Diversione Taranto”

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	77	64	90	26.12	0.80	-0.51	1.31	2000	60.0	61.7	1.1	0.1	-		
2	S	411	406	417	11.05	-0.51	-0.29	0.22	5000	60.0	62.0	0.5	1	-		
3	D	889	863	914	51.41	-0.29	-5.43	5.14	1000	54.1	55.0	1.1	0.1	731		
4	S	970	916	1,025	109.07	-5.43	3.44	8.87	1230	60.0	62.3	0.5	1	1222		
5	D	1,068	1,026	1,111	84.74	3.44	-4.26	7.70	1100	60.0	62.0	1.1	0.1	1031		
6	S	1,161	1,119	1,203	84.54	-4.26	2.50	6.76	1250	60.0	62.2	0.5	1	1220		
7	D	1,467	1,458	1,476	18.08	2.50	0.69	1.81	1000	49.3	47.5	1.1	0.1	-		

Tabella 194 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa “Immissione dir. Milano progressive crescenti”

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	77	64	90	26.12	0.80	-0.51	1.31	2000	60.0	61.9	1.1	0.1	-		
2	S	411	406	417	11.05	-0.51	-0.29	0.22	5000	60.0	61.6	0.5	1	-		
3	D	889	863	914	51.41	-0.29	-5.43	5.14	1000	54.1	53.0	1.1	0.1	653		
4	S	970	916	1,025	109.07	-5.43	3.44	8.87	1230	60.0	61.4	0.5	1	1199		
5	D	1,068	1,026	1,111	84.74	3.44	-4.26	7.70	1100	60.0	61.6	1.1	0.1	1019		
6	S	1,161	1,119	1,203	84.54	-4.26	2.50	6.76	1250	60.0	61.4	0.5	1	1200		
7	D	1,467	1,458	1,476	18.08	2.50	0.69	1.81	1000	49.3	48.4	1.1	0.1	-		

Tabella 195 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa “Immissione dir. Milano progressive decrescenti”

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	78	48	108	60.07	-0.43	-5.68	5.25	1145	60.0	63.3	1.1	0.1	1058		
2	S	197	171	223	51.56	-5.68	-1.54	4.14	1245	59.3	62.6	0.5	1	1166		

Tabella 196 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa “Diversione Milano”

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	13	5	20	14.56	2.02	3.48	1.46	1000	60.0	60.6	0.5	1	-		
2	D	32	24	39	15.02	3.48	1.17	2.31	650	60.0	60.8	1.1	0.1	-		
3	S	71	40	101	61.74	1.17	6.40	5.23	1180	59.9	60.1	0.5	1	1166		
4	D	142	110	174	64.04	6.40	-0.01	6.40	1000	60.0	60.5	1.1	0.1	981		

Tabella 197 – Riepilogo verifiche raccordi verticali rampa “Immissione dir. Taranto”

Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono superiori a quelli minimi calcolati in funzione delle velocità desunte dal diagramma di velocità.

3.2.12.4 Verifiche di visibilità

Per le verifiche di visibilità e la definizione degli allargamenti per la visibilità, il diagramma di velocità è stato calcolato per un intervallo 40-60 Km/h come da DM 2001.

I risultati sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto.

3.2.12.5 Corsie specializzate

Le corsie specializzate hanno una corsia da 3.75 metri e banchina in destra da 2.50 metri pertanto le geometrie adottate sono quelle indicate nel paragrafo 4.7.3. del DM 19/04/2006.

Nelle tabelle si riportano i valori utilizzati per il calcolo delle lunghezze minime cinematiche di accelerazione e decelerazione (raggio della curva circolare e velocità in corrispondenza di tale curva e dell'asse autostradale) unitamente alla lunghezza minima della corsia risultante dal calcolo e a quella corrispondente realizzata in progetto. Inoltre si riportano i valori di progetto dei tratti di manovra e di raccordo. Le corsie di immissione/diversione sono state dimensionate in funzione di tali parametri, i cui valori, desunti cinematicamente sono stati successivamente confrontati con le lunghezze minime assunte nei criteri prima esposti (tratto parallelo minimo) e con il criterio funzionale.

rampa "Diversione Taranto"

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	48.4
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	74.1
Lunghezza minima tratto parallelo	Lp,a	(m)	36.6
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	111.6
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	50.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	125.0

rampa "Immissione dir. Milano"

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	70.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	48.4
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	109.7
Lunghezza curva raggio variabile	Lc	(m)	70.0
Lunghezza tratto parallelo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	39.7
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

rampa "Diversione Milano"

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI USCITA (Decelerazione):			
Velocità di progetto asse autostradale	V1	(km/h)	90.0
Raggio curva circolare	Rf	(m)	200.0

Velocità di progetto curva circolare	V2	(km/h)	60.0
Lunghezza tratto decelerazione	Ld,u	(m)	57.9
Lunghezza minima tratto parallelo	Lp,a	(m)	20.4
Lunghezza tratto manovra	Lm,u	(m)	75.0
Lunghezza minima totale corsia diversione	Lt	(m)	95.4
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	50.0
Lunghezza totale adottata corsia diversione	Lt	(m)	125.0

rampa "Immissione dir. Taranto"

CARATTERISTICHE PRINCIPALI CORSIA DI ENTRATA (Accelerazione):			
Raggio curva circolare	Rf	(m)	150.0
Velocità di progetto curva circolare	V1	(km/h)	60.0
Velocità di progetto asse autostradale	Vp	(km/h)	90.0
Velocità fine tratto accelerazione	V2	(km/h)	72.0
Lunghezza tratto accelerazione	La,e	(m)	61.1
Lunghezza curva raggio variabile (non considerato nel calcolo)	Lc	(m)	37.5
Lunghezza tratto parallelo in accelerazione da calcolo	Lp,a	(m)	23.6
Lunghezza tratto immissione da calcolo funzionale	Li,e	(m)	-
Lunghezza del tratto parallelo adottata	Lp	(m)	150
Lunghezza tratto raccordo	Lv,e	(m)	75.0
Lunghezza totale corsia immissione	Lt	(m)	225.0

3.3 Viabilità interferita

3.3.1 Viabilità in sottovia

L'ampliamento in sede del sistema autostradale ha comportato il necessario ampliamento dei sottovia esistenti con la naturale conseguenza che il franco libero tra l'intradosso dell'impalcato e il piano pavimentato risultasse, in funzione delle pendenze della piattaforma autostradale, inferiore a quello esistente riducendo di fatto il livello di servizio precedentemente garantito nonché le condizioni di sicurezza della circolazione.

Visto e considerato che i franchi attuali, nei sottopassi autostradali esistenti, risultano essere inferiori, nella maggioranza dei casi, ai 5m prescritti dalla normativa, visto che il pieno rispetto della norma porterebbe ad interventi assai impattanti e difficilmente applicabili in virtù dei forti vincoli presenti sul territorio, ed al fine di garantire condizioni di circolazione analoghe a quanto oggi presente, si è deciso di intervenire riprofilando la livelletta stradale esistente in modo tale che il franco di progetto libero minimo sia pari o superiore a quello dello stato di fatto. L'intervento di riprofilatura altimetrica è stato svolto nel rispetto delle velocità massima di progetto determinata a partire dalla cartellonistica e applicando una maggiorazione di 10km/h.

Si allega tabella riassuntiva riportante i franchi liberi di progetto ed esistenti nonché le velocità sul quale sono state svolte le verifiche altimetriche.

Nome	km	FRANCO MINIMO	FRANCO LIBERO DI PROGETTO		DELTA
	P K		LATO NORD	LATO SUD	
Sottovia Aeroporto Via del Triumvirato	9+201	4,99	5,02	5,01	0,02
Sottovia Via Zanardi	10+814	4,42	4,66	4,56	0,14
Sottovia Via dell'Arcoveggio	13+470	4,71	5,24	4,76	0,05
Sottovia Svincolo Castelmaggiore Via di Corticella	13+807	4,33	4,34	4,55	0,01
Sottovia Via Ferrarese	14+701	4,52	4,68	4,60	0,08
Sottovia Via Zambellini Via Stalingrado	15+004	4,41	4,41	4,43	0,00
Sottovia Via Zambecari	15+227	4,12	4,20	4,15	0,03
Sottovia Via Scandellara	18+679	5,96	6,05	5,80	-0,16
Viadotto Via Masserenti	19+046	4,80	4,88	5,04	0,08
Sottovia Via Rivani	19+341	4,35	4,53	4,47	0,12
Sottovia Via Due Madonne	19+822	4,49	4,53	4,55	0,04
Sottovia Via Roberto Vighi 1	20+554	4,67	4,73	4,76	0,06
Sottovia Vicinale	21+310	4,41	4,41	4,49	0,00

Tabella 198 - Franchi liberi

Analizzeremo nel seguito puntualmente i singoli interventi definendo per ciascuno di essi il tipo e l'entità dell'intervento previsto nonché eventuali specifiche esigenze che hanno portato ad intervenire in maniera diversa rispetto ai criteri sopra riportati.

Le viabilità oggetto di intervento sono:

- Via del Triumvirato
- Via Zanardi
- Via Arcoveggio
- Via Corticella
- Via Ferrarese
- Via Zambellini\Stalingrado
- Via Zambecari
- Via Scandellara
- Via Masserenti
- Via Rivani
- Via due Madonne
- Via Vighi
- Sito di cogenerazione svincolo San Lazzaro

3.3.1.1 Via del Triumvirato

La via del Triumvirato, strada di categoria E urbana di quartiere, oggetto del nostro intervento, posta in corrispondenza dello svincolo 4-4bis alla Pk 9+201 dell'asse principale, è costituita da una piattaforma stradale che partendo dalla rotatoria posta a sud dell'autostrada si dirama in 3 carreggiate separate con differente andamento altimetrico che proseguono fino ad immettersi nella rotatoria a nord dell'asse principale.

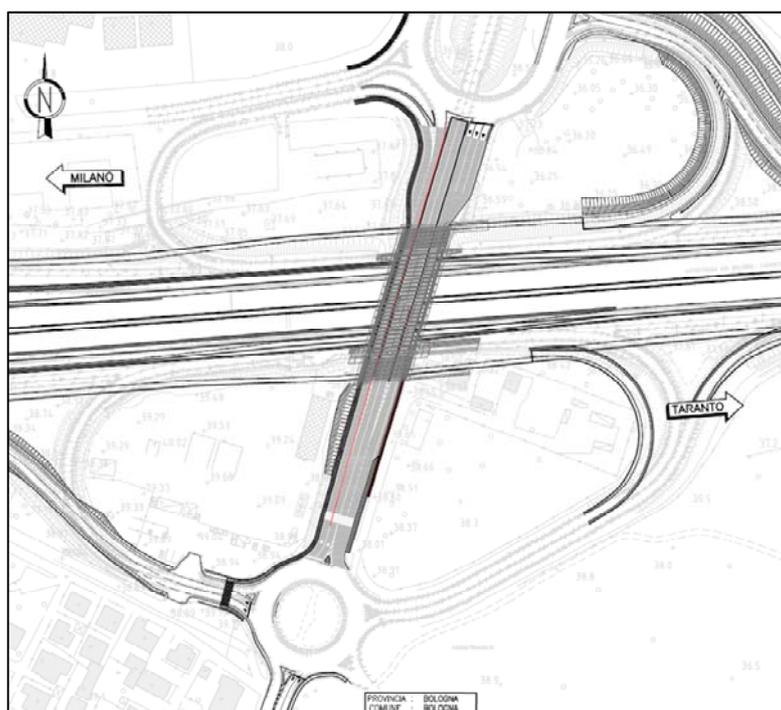


Figura 199 – Stralcio planimetrico di via del Triumvirato

L'intervento di ampliamento del sottovia esistente, conseguenza diretta del progetto di potenziamento dell'autostrada, comporta la necessità di riprofilare la viabilità sopra introdotta al fine di garantire un franco libero tra l'intradosso dell'impalcato e la superficie pavimentata superiore a quello presente. In questo specifico caso, visto il forte flusso di traffico pesante che interessa l'area in questione, si è deciso di garantire il franco minimo indicato dalla normativa di riferimento ovvero 5 metri.

Come già specificato, la via del Triumvirato, procedendo da sud verso nord, parte con un'unica carreggiata per poi diramarsi in tre distinte carreggiate di cui nello specifico le due viabilità laterali procedono mantenendosi in quota mentre quella centrale si abbassa per poter continuare al di sotto dell'impalcato della rotatoria posta a nord. Per questa ragione lo studio è stato svolto singolarmente sulle tre carreggiate distinte procedendo da sinistra verso destra nel seguente modo:

- Carreggiata Ovest
- Carreggiata Centrale
- Carreggiata Est

Visti e considerati i vincoli dello stato di fatto, in particolar modo quelli legati alla profondità della ciabatta di fondazione rivolta verso l'interno del sottovia, e dell'entità dell'intervento richiesto, si accetterà una velocità ammissibile inferiore a quanto indicato dalla normativa di riferimento (60km/h).

Da un punto di vista planimetrico la viabilità mantiene la sua originale conformazione ad eccezione del tratto posto a nord dell'autostrada in cui, a causa del prolungamento del sottovia è risultato necessario spostare più a nord l'immissione e l'allargamento a 3 corsie in prossimità della rotatoria esistente come si evince dagli elaborati progettuali.

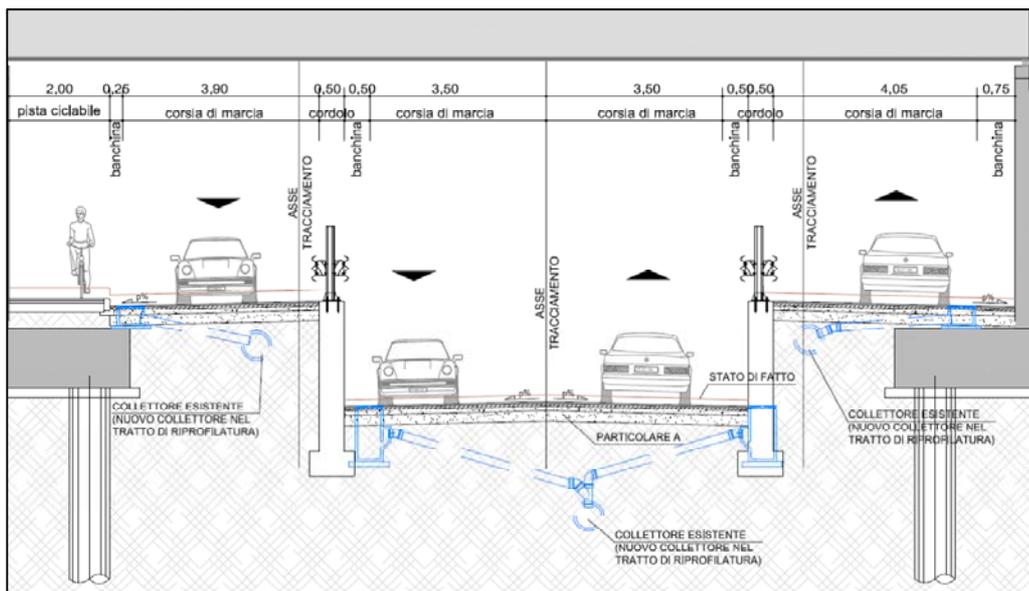


Figura 200 – Stralcio planimetrico di via del Triumvirato

Carreggiata Ovest

L'intervento di riprofilatura si estende per circa 90m dalla pk 0+20.000 alla pk 0+111.475 garantendo un franco libero di progetto minimo di 5,04m a fronte dei 4,98m garantiti dallo stato di fatto.

In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi almetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	30	18	42	24.77	-2.64	-7.50	4.86	510	45.1	45.6	1.1	0.1	298		
2	S	47	43	51	7.50	-7.50	-5.00	2.50	300	47.1	47.8	0.5	1	-		
3	S	61	53	68	15.90	-5.00	-2.00	3.00	530	50.8	54.1	0.5	1	396		
4	S	76	72	80	8.16	-2.00	0.15	2.15	380	53.5	59.4	0.5	1	-		
5	S	158	145	171	26.12	0.15	3.88	3.73	700	48.8	53.8	0.5	1	816	NO	46.1
6	S	198	195	201	5.64	3.88	4.44	0.56	1000	37.4	38.3	0.5	1	-		

Tabella 201 – Riepilogo verifiche raccordi verticali carreggiata Ovest

Carreggiata centrale

Per la carreggiata centrale si ha un intervento di riprofilatura esteso per circa 85m, dalla pk 0+40.000 alla pk 0+123.190, che garantisce un franco libero di progetto di 5,01m. Nelle tabelle vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	19	15	24	9.03	-2.94	-2.64	0.30	3000	35.5	35.5	0.5	1	-		
2	D	47	37	58	20.69	-2.64	-6.70	4.06	510	43.1	46.6	1.1	0.1	32		
3	D	59	58	61	2.11	-6.70	-7.40	0.70	300	43.9	49.0	1.1	0.1	-		
4	S	66	61	71	9.56	-7.40	-5.49	1.91	500	46.2	52.2	0.5	1	-		
5	S	74	71	78	6.87	-5.49	-3.53	1.96	350	47.7	53.5	0.5	1	-		
6	S	89	81	96	15.72	-3.53	-0.38	3.14	500	52.0	58.8	0.5	1	654	NO	48.6
7	D	116	108	124	16.87	-0.38	-3.76	3.37	500	58.5	69.8	1.1	0.1	865	NO	54.9
8	D	141	133	148	15.33	-3.76	-4.06	0.31	5000	60.0	74.3	1.1	0.1	-		
9	S	185	175	196	21.38	-4.06	-2.64	1.43	1500	60.0	73.7	0.5	1	-		
10	S	215	207	223	15.21	-2.64	-0.74	1.90	800	60.0	72.2	0.5	1	-		
11	S	235	233	238	5.27	-0.74	0.32	1.05	500	60.0	70.9	0.5	1	-		

Tabella 202 – Riepilogo verifiche raccordi verticali carreggiata Centrale progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	19	15	24	9.03	-2.94	-2.64	0.30	3000	35.5	34.2	0.5	1	-		
2	D	47	37	58	20.69	-2.64	-6.70	4.06	510	43.1	43.1	1.1	0.1	-		
3	D	59	58	61	2.11	-6.70	-7.40	0.70	300	43.9	43.5	1.1	0.1	-		
4	S	66	61	71	9.56	-7.40	-5.49	1.91	500	46.2	46.5	0.5	1	-		
5	S	74	71	78	6.87	-5.49	-3.53	1.96	350	47.7	49.2	0.5	1	-		
6	S	89	81	96	15.72	-3.53	-0.38	3.14	500	52.0	56.6	0.5	1	590	NO	49.9
7	D	116	108	124	16.87	-0.38	-3.76	3.37	500	58.5	66.6	1.1	0.1	674	NO	56.7
8	D	141	133	148	15.33	-3.76	-4.06	0.31	5000	60.0	67.8	1.1	0.1	-		
9	S	185	175	196	21.38	-4.06	-2.64	1.43	1500	60.0	68.2	0.5	1	-		
10	S	215	207	223	15.21	-2.64	-0.74	1.90	800	60.0	69.4	0.5	1	-		
11	S	235	233	238	5.27	-0.74	0.32	1.05	500	60.0	70.5	0.5	1	-		

Tabella 203 – Riepilogo verifiche raccordi verticali carreggiata Centrale progressive decrescenti

Carreggiata est

L'intervento di riprofilatura si estende per 105m circa dalla pk 0+20.000 alla pk 0+121.610 permettendo di avere un franco libero nel punto più critico pari a 5.02m. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	26	18	35	17.27	-2.68	-6.06	3.39	510	43.6	47.1	1.1	0.1	-		
2	D	38	36	40	3.86	-6.06	-7.35	1.29	300	44.7	50.0	1.1	0.1	-		
3	S	48	43	52	8.84	-7.35	-5.14	2.21	400	47.3	53.9	0.5	1	-		
4	S	65	53	78	24.99	-5.14	-0.14	5.00	500	52.9	60.7	0.5	1	1180	NO	34.8
5	S	120	112	128	16.72	-0.14	0.19	0.33	5000	56.1	64.1	0.5	1	-		
6	S	158	148	168	20.44	0.19	4.28	4.09	500	47.9	50.5	0.5	1	817	NO	39.5
7	S	202	199	204	5.14	4.28	4.79	0.51	1000	36.2	34.7	0.5	1	-		

Tabella 204 – Riepilogo verifiche raccordi verticali carreggiata Est progressive

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Di seguito si riporta in sintesi le velocità ammissibili altimetriche per le diverse carreggiate.

	Vammissibile
Carr. Ovest	46.1 km/h
Carr. Centrale	48.6 km/h
Carr. Est	34.8 km/h

Tabella 205 – velocità ammissibili Via del Triumvirato

L'analisi mostra come le velocità ammissibili risultino siano inferiori a quelle desunte dal diagramma delle velocità (40-60km/h), pertanto occorrerà limitare la velocità mediante l'infissione dell'opportuna cartellonistica stradale.

3.3.1.2 Via Zanardi

La via Zanardi (categoria E urbana di quartiere) è costituita da un'unica carreggiata bidirezionale con una corsia per senso di marcia di dimensioni pari a circa 5,50m senza una banchina definita dalla segnaletica esistente ed affiancata lateralmente da marciapiedi aventi larghezza minima pari a 1,50m.

Da un punto di vista planimetrico si è mantenuto l'intervento all'interno della carreggiata esistente riorganizzando la piattaforma stradale con corsie da 3,50m e banchine in destra di 0.75m permettendo così l'affiancamento sul lato destro per gli utenti provenienti da sud di un percorso ciclopedonale di larghezza pari a 4m (itinerario B).

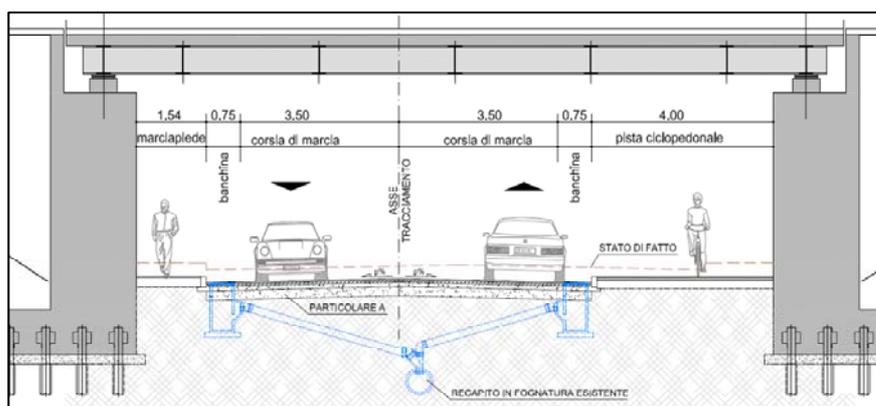


Figura 206 – Sezione tipo via Zanardi

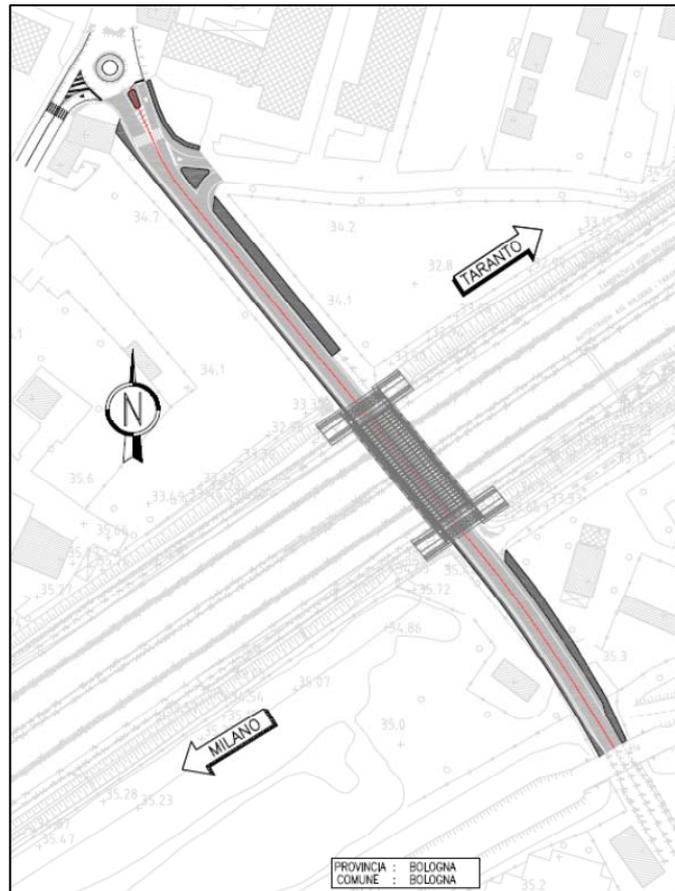


Figura 207 – Stralcio planimetrico via Zanardi

Al fine di ridurre al minimo l'impatto dell'intervento sull'area interessata, si è deciso di garantire un franco minimo misurato all'intradosso dell'impalcato non inferiore a quello esistente. Nel caso specifico l'intervento di riprofilatura altimetrica esteso dalla pk 0+63.085 alla pk. 0+187.820 avente lunghezza pari a circa 125m consente un franco libero minimo pari a 4.56m superiore ai 4.42m oggi garantiti.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Nelle tabelle vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	10	6	15	9.03	0.10	-0.50	0.60	1500	60.0	70.9	1.1	0.1	-		
2	D	52	29	74	44.81	-0.50	-4.00	3.50	1280	60.0	72.7	1.1	0.1	1112		
3	S	113	74	152	78.20	-4.00	1.21	5.21	1500	60.0	71.9	0.5	1	1473		
4	S	284	276	291	15.79	1.21	1.53	0.32	5000	39.5	39.4	0.5	1	-		
5	S	306	300	312	11.99	1.53	1.77	0.24	5000	33.9	32.4	0.5	1	-		

Tabella 208 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Zanardi progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	10	6	15	9.03	0.10	-0.50	0.60	1500	60.0	70.6	1.1	0.1	-		
2	D	52	29	74	44.81	-0.50	-4.00	3.50	1280	60.0	69.0	1.1	0.1	899		
3	S	113	74	152	78.20	-4.00	1.21	5.21	1500	60.0	69.6	0.5	1	1413		
4	S	284	276	291	15.79	1.21	1.53	0.32	5000	39.5	40.2	0.5	1	-		
5	S	306	300	312	11.99	1.53	1.77	0.24	5000	33.9	33.1	0.5	1	-		

Tabella 209 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Zanardi progressive decrescenti

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino verificati.

3.3.1.3 Via Arcoveggio

Situata alla progressiva chilometrica 13+470 dell'asse principale autostradale, la via Arcoveggio (categoria E urbana di quartiere) è costituita da una carreggiata unica con due corsie di senso opposto separate da doppia linea bianca centrale ed aventi banchine laterali di circa 15cm.

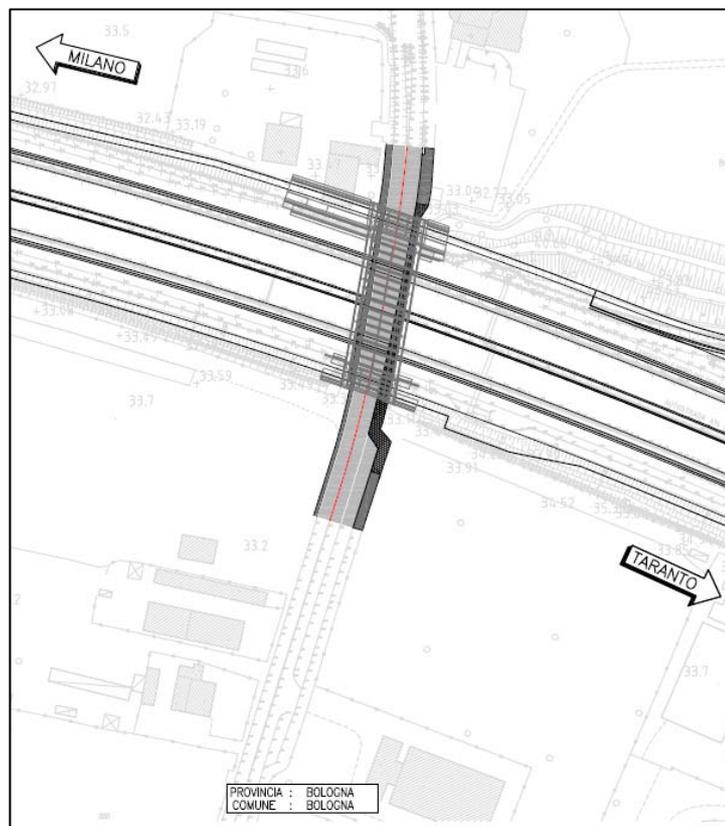


Figura 210 – Stralcio planimetrico via Arcoveggio

L'intervento consiste nella sola riprofilatura della viabilità esistente al fine di consentire il mantenimento di un franco libero almeno pari allo di stato di fatto garantendo analoghe condizioni di sicurezza della circolazione. Planimetricamente il tracciato e la geometria si mantiene inalterata.

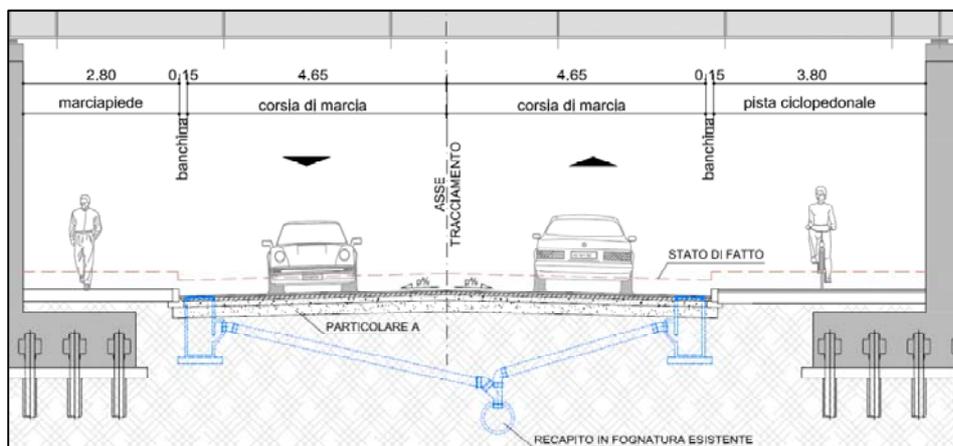


Figura 211 – Sezione tipo via Arcoveggio

La riprofilatura della via Arcoveggio si estende per circa 57.71m dalla pk 0+22.290 alla pk 0+80.000 consentendo il mantenimento di un franco libero di progetto pari a 4,76m superiore ai 4.71m dello stato di fatto. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	20	16	24	7.71	-0.46	-2.00	1.54	500	60.0	71.8	1.1	0.1	-		
2	S	48	33	64	30.91	-2.00	1.09	3.09	1000	60.0	71.1	0.5	1	956		
3	D	87	84	89	4.67	1.09	0.16	0.93	500	60.0	70.2	1.1	0.1	-		

Tabella 212 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Arcoveggio progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	20	16	24	7.71	-0.46	-2.00	1.54	500	60.0	69.7	1.1	0.1	-		
2	S	48	33	64	30.91	-2.00	1.09	3.09	1000	60.0	70.3	0.5	1	935		
3	D	87	84	89	4.67	1.09	0.16	0.93	500	60.0	71.2	1.1	0.1	-		

Tabella 213 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Arcoveggio progressive decrescenti

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto

calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino adeguati.

3.3.1.4 Via Corticella

La via Corticella, categoria D urbana di scorrimento, situata al km 13+807 in corrispondenza dello svincolo di Castelmaggiore è costituita da due carreggiate separate da spartitraffico fisico invalicabile aventi due corsie per senso di marcia.

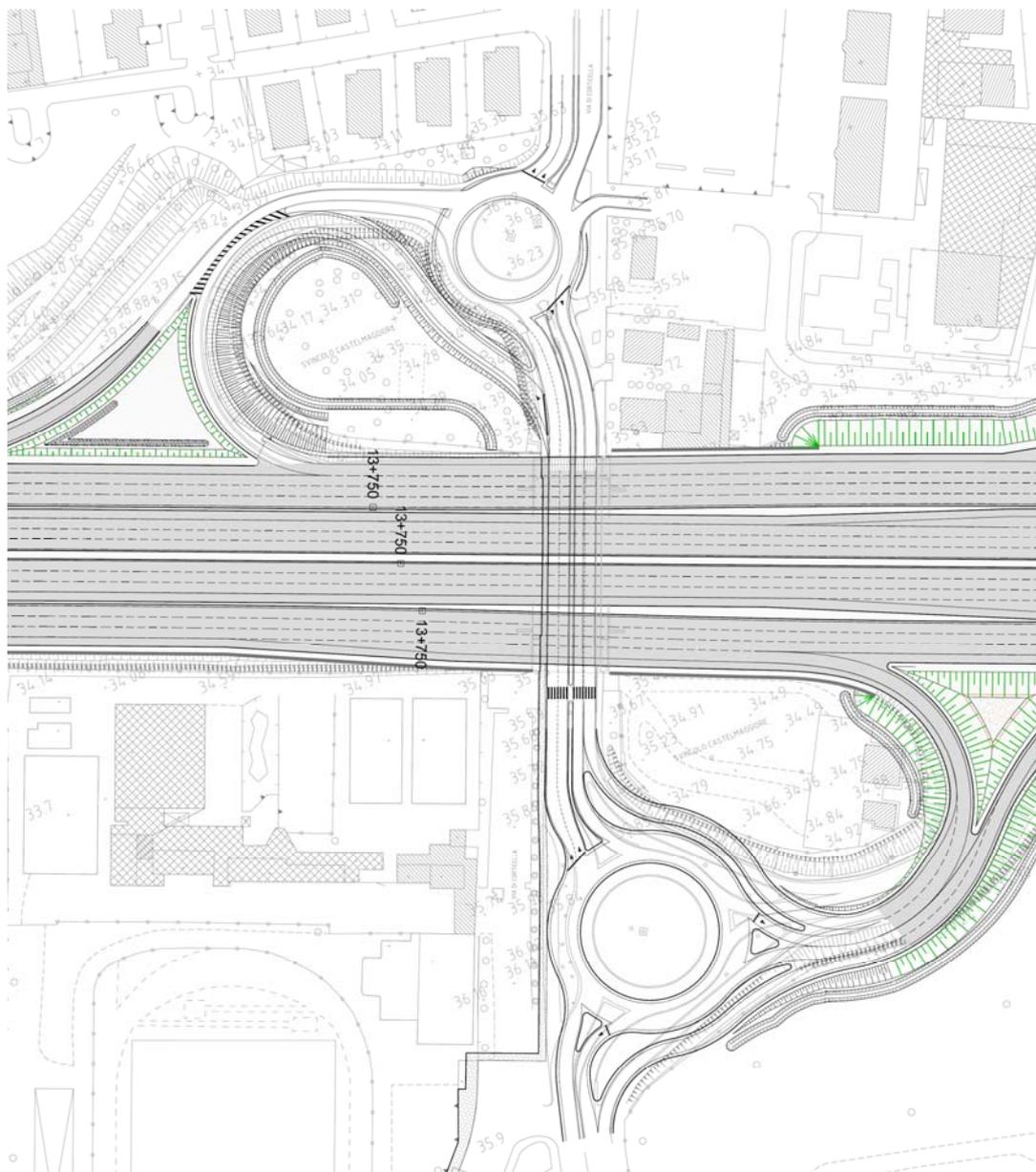


Figura 214 – Stralcio planimetrico via Corticella

Planimetricamente l'intervento rimane compreso nei limiti del pavimentato esistente ma con un leggero restringimento delle carreggiate al fine di consentire l'inserimento di una pista ciclopedonale in affiancamento alla viabilità (itinerario E).

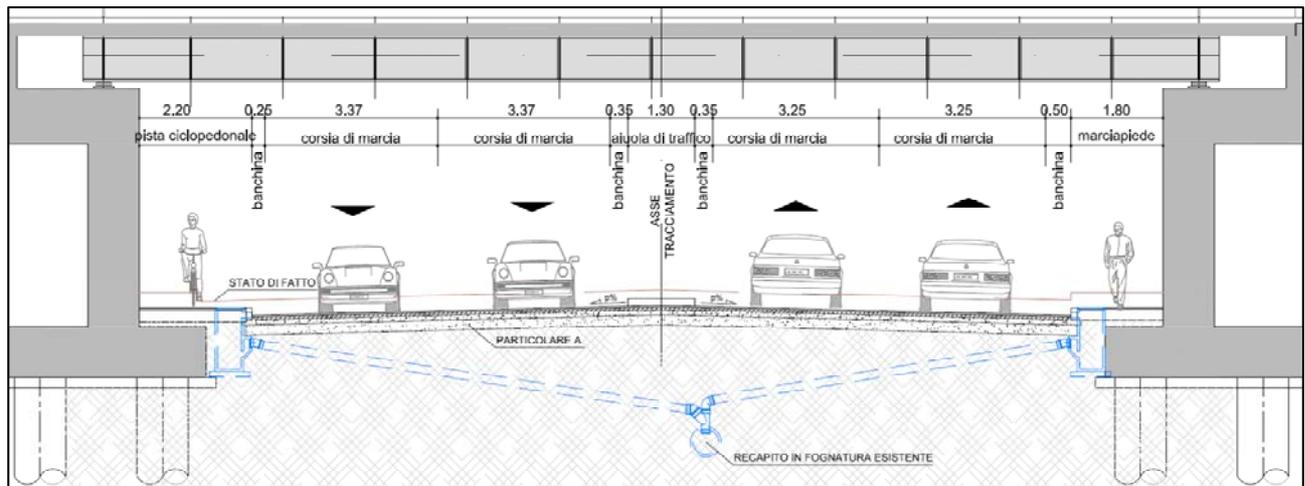


Figura 215 – Sezione tipo via Corticella

Anche in questo caso visto che il franco libero esistente risulta inferiore ai 5m si è deciso di garantire un franco libero di progetto almeno pari a quello dello stato di fatto.

L'intervento di riprofilatura esteso per circa 90m consente di garantire un franco libero di 4.34m pari a quello già presente. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (50-80km/h).

Il diagramma delle velocità è stato vincolato a 30km/h in corrispondenza di inizio e fine intervento per tener conto della presenza delle due rotonde.

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 50-80km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	27	23	31	7.97	-1.95	-0.36	1.59	500	30.4	29.0	0.5	1	-		
2	S	90	86	93	6.89	-0.36	-0.32	0.03	20000	40.9	41.8	0.5	1	-		
3	S	160	144	177	33.10	-0.32	1.00	1.32	2500	48.2	51.7	0.5	1	-		
4	S	208	203	213	10.00	1.00	2.00	1.00	1000	33.0	31.5	0.5	1	-		

Tabella 216 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Corticella progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	27	23	31	7.97	-1.95	-0.36	1.59	500	30.4	28.6	0.5	1	-		
2	S	90	86	93	6.89	-0.36	-0.32	0.03	20000	40.9	41.6	0.5	1	-		
3	S	160	144	177	33.10	-0.32	1.00	1.32	2500	48.2	52.0	0.5	1	-		
4	S	208	203	213	10.00	1.00	2.00	1.00	1000	33.0	32.1	0.5	1	-		

Tabella 217 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Corticella progressive decrescenti

Le verifiche dimostrano come i raccordi risultino adeguati.

3.3.1.5 Via Ferrarese

La via Ferrarese posta al km 14+701 dell'asse principale è costituita da unica carreggiata avente due corsie a verso di marcia opposto, di cui quella diretta in direzione sud riservata ai soli mezzi pubblici, con larghezza di circa 5m e banchina solo per la corsia in direzione nord di circa 1m. In affiancamento alla strada di categoria E urbana di quartiere corrono lateralmente un marciapiede (sul lato ovest) ed una pista ciclopedonale (lato Est) separata mediante aiuola spartitraffico dalla piattaforma stradale.

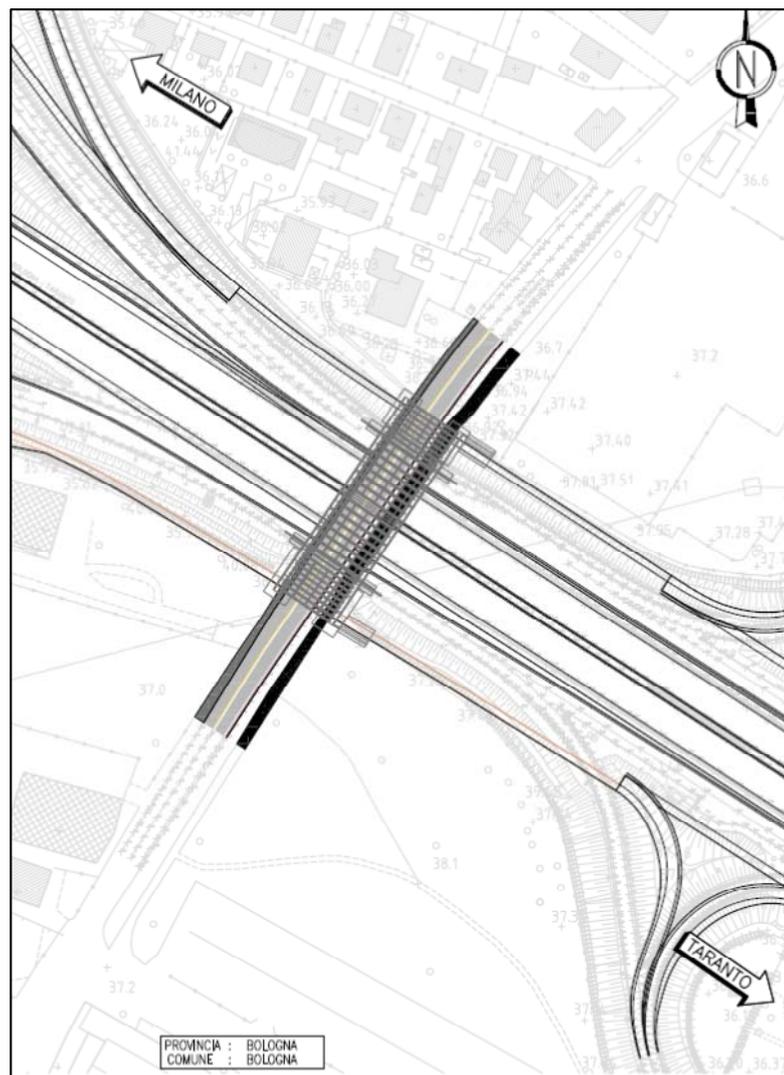


Figura 218 – Stralcio planimetrico via Ferrarese

L'intervento anche in questo caso risulta finalizzato solamente a garantire il franco libero di progetto secondo i criteri sopra definiti senza nessuna modifica al tracciato planimetrico.

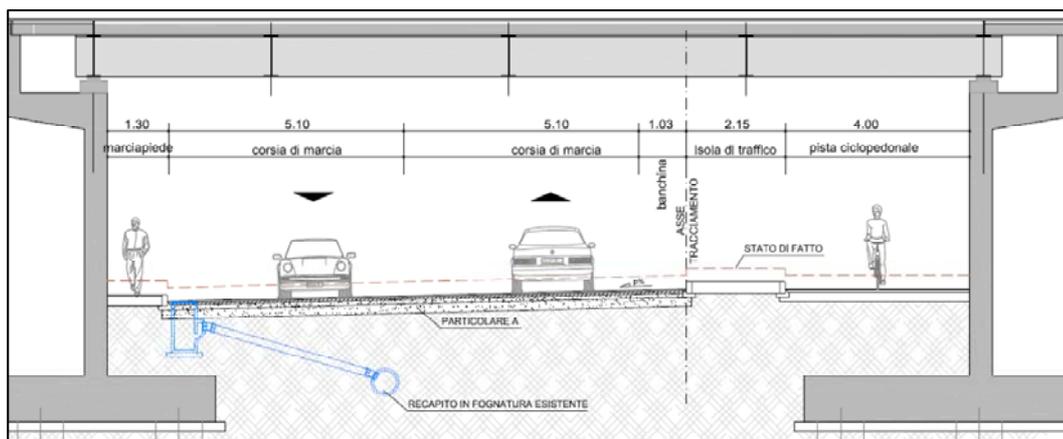


Figura 219 – Sezione tipo via Ferrarese

La riprofilatura della viabilità in oggetto estesa per circa 150m interessa praticamente tutta l'area di intervento e consente il mantenimento di un franco libero misurato all'intradosso dell'impalcato di circa 4,60m superiore ai 4.52m dello stato di fatto garantendo quindi il mantenimento di analoghe condizioni di sicurezza nella circolazione.

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo almetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	25	18	32	13.99	-0.20	-3.00	2.80	500	60.0	72.1	1.1	0.1	394		
2	S	52	36	67	31.00	-3.00	0.10	3.10	1000	60.0	72.0	0.5	1	988		
3	S	137	126	148	21.75	0.10	3.00	2.90	750	60.0	69.5	0.5	1	719		
4	D	161	154	169	14.76	3.00	0.05	2.95	500	60.0	69.5	1.1	0.1	433		

Tabella 220 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Ferrarese progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	25	18	32	13.99	-0.20	-3.00	2.80	500	60.0	69.4	1.1	0.1	205		
2	S	52	36	67	31.00	-3.00	0.10	3.10	1000	60.0	69.6	0.5	1	921		
3	S	137	126	148	21.75	0.10	3.00	2.90	750	60.0	72.0	0.5	1	789	NO	59.2
4	D	161	154	169	14.76	3.00	0.05	2.95	500	60.0	72.0	1.1	0.1	604	NO	59.0

Tabella 221 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Ferrarese progressive decrescenti

I valori di velocità ammissibili sono appena al di sotto dei 60km/h pertanto i raccordi possono ritenersi compatibili con il limite di velocità generalizzato per l'ambito urbano.

3.3.1.6 Via Zambellini via Stalingrado

La via Zambellini\Stalingrado, categoria D urbana di scorrimento, situata in corrispondenza dell'omonimo svincolo, è costituita da due carreggiate separate da isola di traffico invalicabile aventi tre corsie per senso di marcia e banchina in sinistra e in destra di circa 30cm.

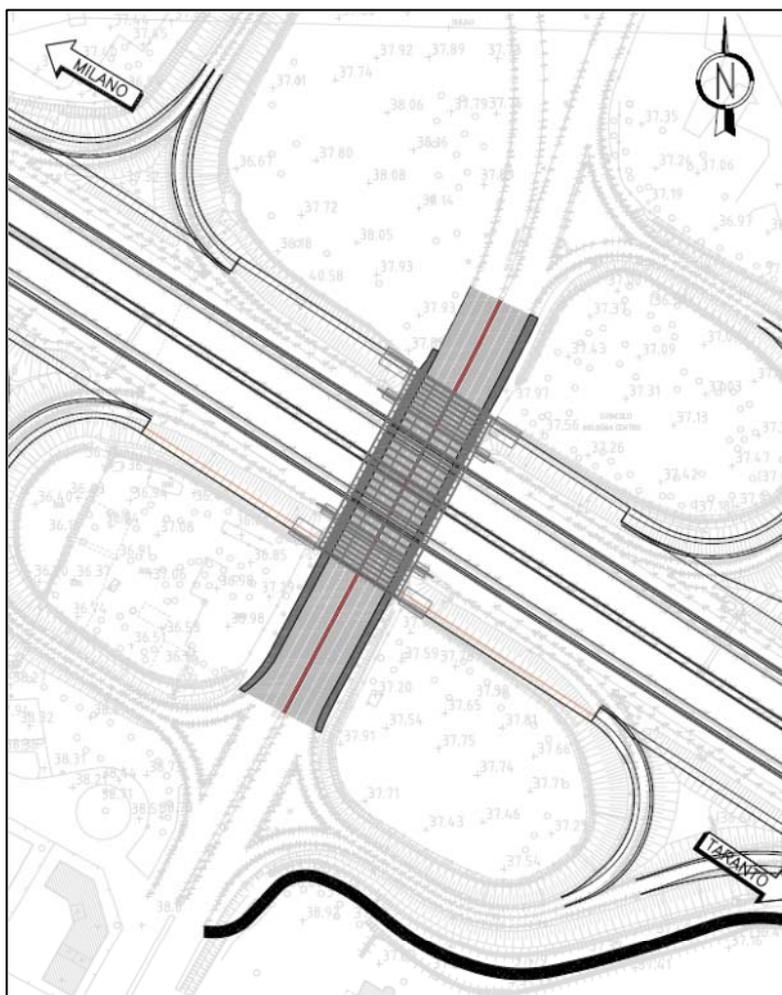


Figura 222 – Stralcio planimetrico via Stalingrado

In affiancamento alla viabilità sono presenti due marciapiedi di larghezza superiore ai 2.50m. L'intervento in oggetto non comporta modifiche di tipo planimetrico

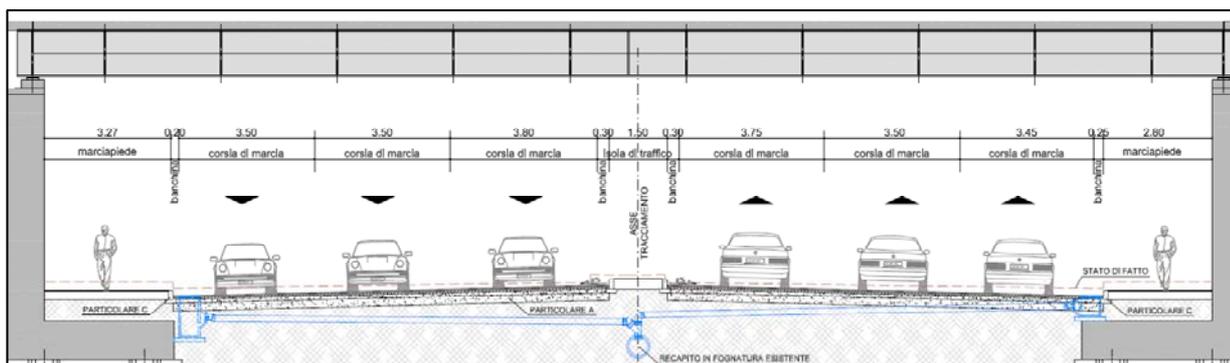


Figura 223 – Sezione tipo via Stalingrado

L'intervento di riprofilatura si estende dalla pk 0+14.58 alla pk 0+100.00 per una lunghezza complessiva di circa 85m, e garantisce un franco libero di circa 4,43m mantenendo di fatto la situazione esistente.

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 50-80km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	10	7	14	7.55	-0.62	-1.00	0.38	2000	80.0	112.3	1.1	0.1	-		
2	S	58	53	62	8.93	-1.00	-0.11	0.89	1000	80.0	111.9	0.5	1	-		
3	S	151	134	167	33.45	-0.11	0.13	0.24	14000	80.0	110.8	0.5	1	-		

Tabella 224 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Zambellini -via Stalingrado progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	10	7	14	7.55	-0.62	-1.00	0.38	2000	80.0	109.5	1.1	0.1	-		
2	S	58	53	62	8.93	-1.00	-0.11	0.89	1000	80.0	109.9	0.5	1	-		
3	S	151	134	167	33.45	-0.11	0.13	0.24	14000	80.0	110.9	0.5	1	-		

Tabella 225 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Zambellini -via Stalingrado progressive decrescenti

Le verifiche dimostrano come i raccordi siano adeguati.

3.3.1.7 Via Zambeccari

Situata in prossimità dello svincolo di via Stalingrado la via Zambeccari, categoria F urbana, si estende da sud verso nord con una carreggiata costituita da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 4m circa prive di banchine laterali. In prossimità del sottovia autostradale la piattaforma si restringe a 6m complessivi e la circolazione diventa a senso unico alternato regolato da lanterna semaforica. Nel sottopasso la piattaforma è composta da un'unica corsia

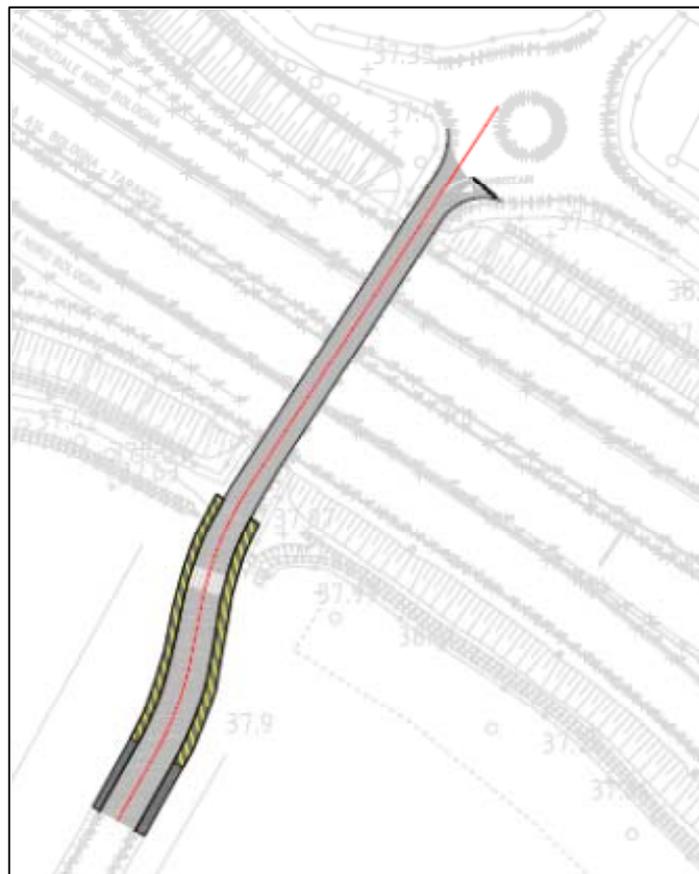


Figura 226 – Stralcio planimetrico via Zambeccari

da 3m con banchine dell'ordine dei 50cm e new jersey, di dimensioni ridotte, atto a creare un passaggio protetto per l'utenza debole.

L'intervento in questione riguarda, oltre alla riprofilatura della livelletta stradale esistente al fine di garantire un franco superiore a quello di stato di fatto, anche una riorganizzazione degli spazi interni alla piattaforma con l'eliminazione del percorso ciclopedonale e la creazione di 2 corsie a senso di marcia opposto di 3m ciascuna.

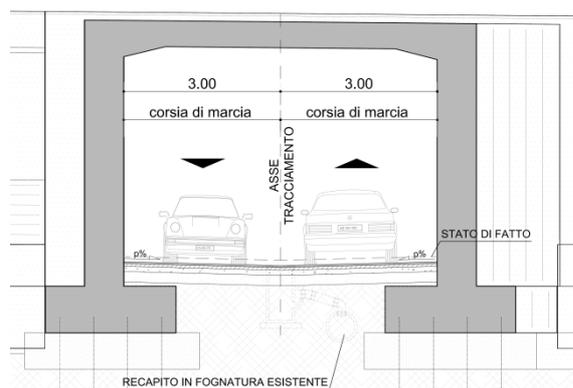


Figura 227 – Sezione tipo via Zambecconi

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (25-60km/h).

Il diagramma delle velocità è stato vincolato a 30km/h in corrispondenza di inizio intervento per tener conto della presenza della rotonda.

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 25-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	16	14	18	4.54	-0.53	-0.98	0.45	1000	30.9	29.5	1.1	0.1	-		
2	S	136	106	166	59.59	-0.98	2.00	2.98	2000	47.8	51.0	0.5	1	936		
3	D	178	174	183	9.09	2.00	0.18	1.82	500	47.8	50.8	1.1	0.1	-		

Tabella 228 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via Zambecconi - progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	16	14	18	4.54	-0.53	-0.98	0.45	1000	30.9	29.2	1.1	0.1	-		
2	S	136	106	166	59.59	-0.98	2.00	2.98	2000	47.8	51.5	0.5	1	948		
3	D	178	174	183	9.09	2.00	0.18	1.82	500	47.8	51.8	1.1	0.1	-		

Tabella 229 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via Zambecconi - progressive decrescenti

I raccordi verticali risultano adeguati.

Il percorso ciclopedonale oggi posto all'interno dello scatolare di via Zambecconi verrà spostato ad ovest mediante la realizzazione di un sottovia ad esso dedicato (Itinerario 6).

L'intervento di riprofilatura ha comportato la modifica altimetrica della rotonda posta a nord della via in esame e conseguentemente una variazione altimetrica dei rami di innesto all'intersezione. Da un punto di vista planimetrico non vi è stata, come per la via Zambeccari, nessuna modifica.



Figura 230 – Stralcio planimetrico rotonda via Zambeccari

3.3.1.8 Via Scandellara

La viabilità di via Scandellara, categoria E urbana di quartiere, situata alla pk 10+814, è costituita da una carreggiata unica a due corsie di marcia bidirezionali aventi larghezza di circa 3.50m con banchine variabili intorno ai 50cm sia in sinistra che in destra. Allo stato di fatto la viabilità corre parallela alla ferrovia esistente ed è affiancata da un marciapiede in sinistra per l'utenza che procede da sud verso nord di dimensione variabile fino ai 4m; a questa si aggiunge in corrispondenza del sottopasso autostradale un marciapiede anche sul lato opposto di dimensione variabile non inferiore a 1,50m.

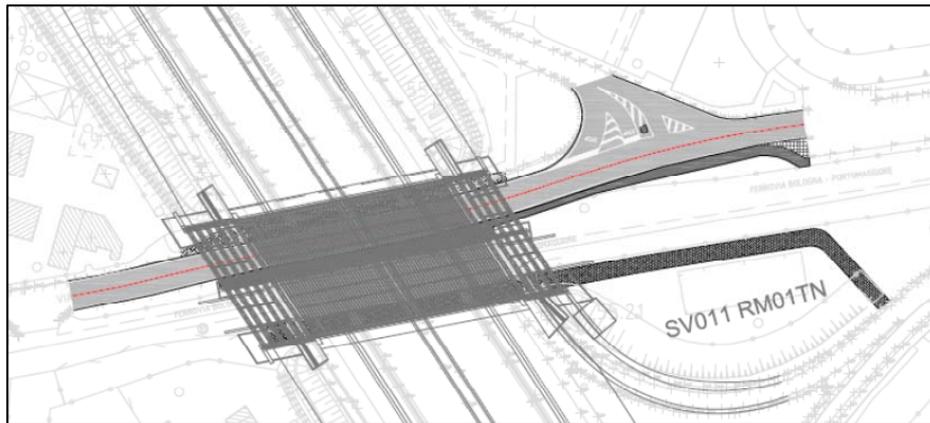


Figura 231 – Stralcio planimetrico via Scandellara

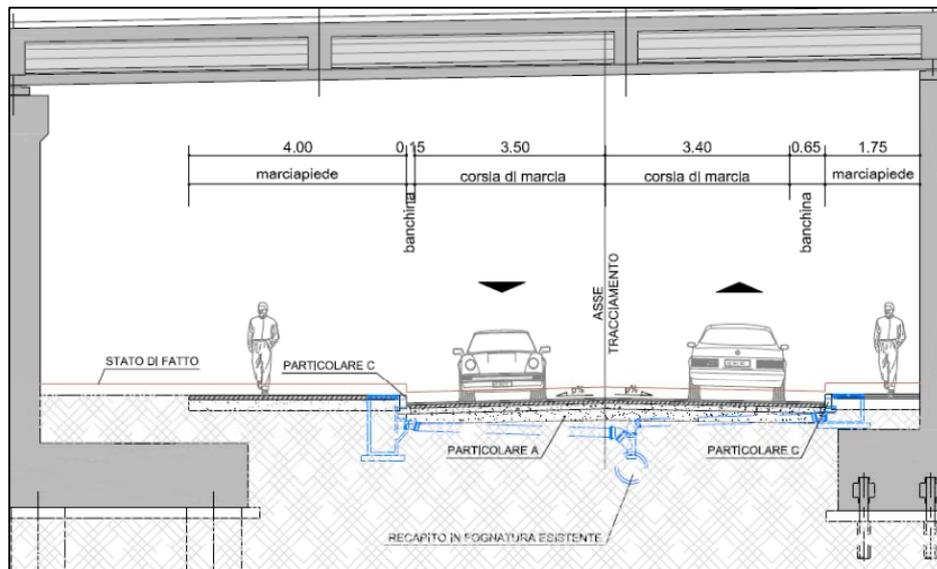


Figura 232 – Sezione tipo via Scandellara

Il potenziamento della sede autostradale e il relativo ampliamento non ha portato ad una riduzione del franco tale da necessitare un intervento di riprofilatura per cui la livelletta stradale si è mantenuta inalterata. L'intervento strutturale tuttavia ha comportato la necessità di deviare la sede esistente verso est in modo tale da rendere possibile l'inserimento sulla sinistra di un itinerario ciclopedonale di dimensioni minime pari a 2,50. La deviazione è stata realizzata mediante l'inserimento di un flesso con raggi di grandi dimensioni (circa 300m), sviluppando il tracciato con l'obiettivo di mantenersi sulla piattaforma esistente il più possibile. Tuttavia lo spostamento della viabilità ha comportato un'estensione della stessa oltre al limite imposto dal marciapiede esistente sul lato ovest comportando

l'ampliamento della piattaforma stradale. Il marciapiede anche se ridotto nella sua sezione trasversale, mantiene le dimensioni minime secondo normativa (1.50m), senza invadere la proprietà delle ferrovie di stato.

3.3.1.9 Via Masserenti

La viabilità in oggetto situata alla pk 19+045 dell'asse autostradale è costituita da una carreggiata monodirezionale a circolazione rotatoria con geometria ovoidale che interseca l'autostrada in due punti distinti.

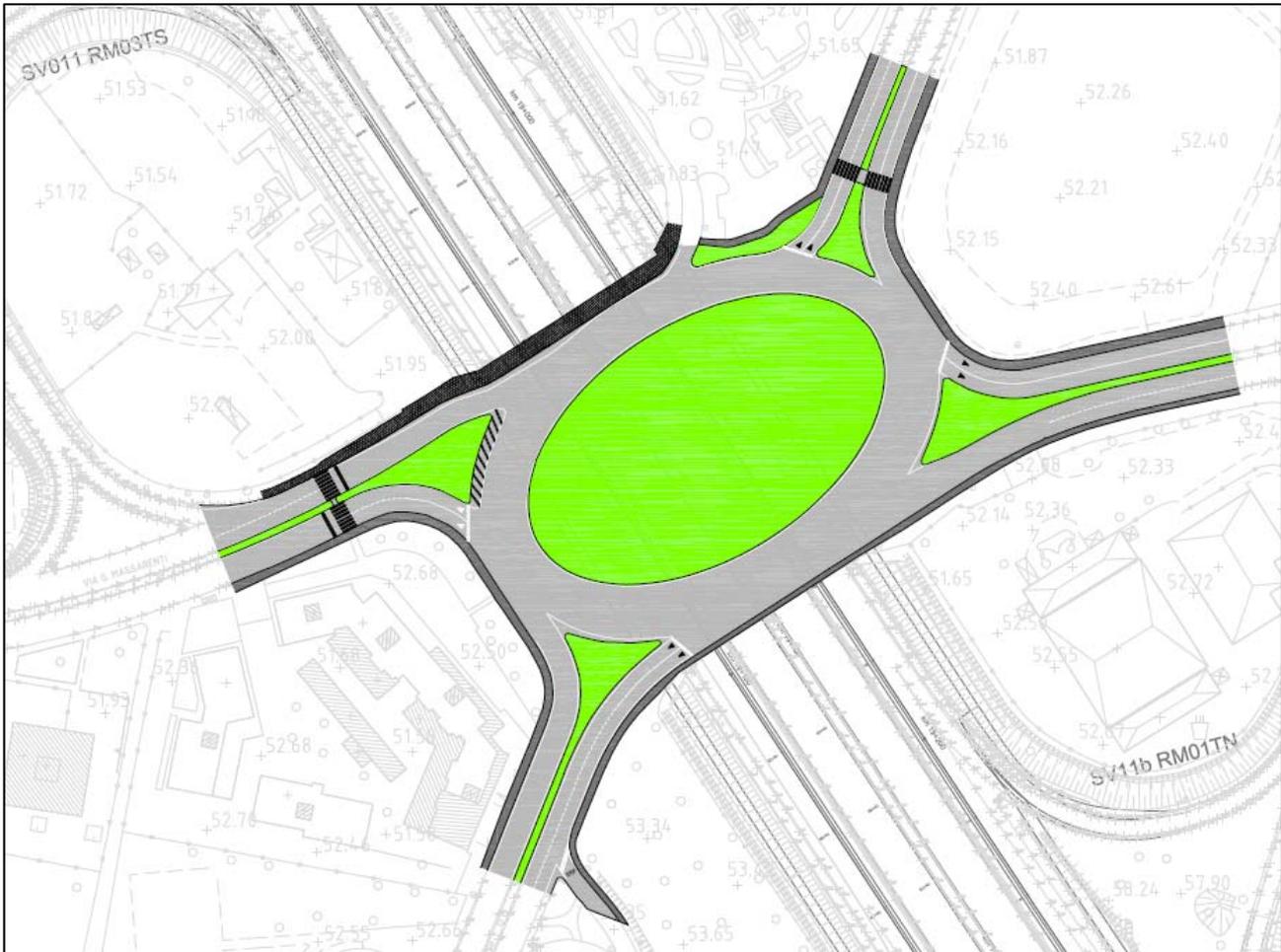


Figura 233 – Stralcio planimetrico via Masserenti

La piattaforma stradale ha carreggiata suddivisa in due corsie con lo stesso senso di marcia, banchine di larghezza variabile ed è affiancata da marciapiedi aventi dimensioni non inferiore ad 1,50m.

L'intervento di potenziamento dell'asse autostradale per effetto delle pendenze trasversali esistenti sull'asse principale ha portato ad una riduzione del franco libero di progetto a valori inferiori a quelli garantiti dallo stato di fatto venendo meno ai criteri progettuali esposti nel capitolo precedente. Detto questo si rende necessario un intervento di riprofilatura che garantisca un franco minimo superiore a quello oggi presente senza intervenire sulla geometria della rotatoria.

L'intervento esteso lungo tutto l'anello giratorio è consistito in un abbassamento di circa 40cm rispetto allo stato di fatto garantendo un franco minimo nel punto più critico pari a 4.88m superiore ai 4.80m attuali. La modifica

altimetrica della rotonda comporta la modifica altimetrica di tutti i rami ad essa intersecanti; anche per questi ultimi la modifica risulterà solo di carattere altimetrico e non planimetrico.

3.3.1.10 Via Rivani

Attualmente la via Rivani, categoria F urbana, è costituita da una carreggiata a due sensi di marcia con corsie di larghezza circa pari a 3m e banchine laterali di dimensioni inferiori ai 50cm. In sinistra è affiancata da un marciapiede con dimensioni variabili intorno ai 2,50m, mentre in destra è presente un marciapiede che in corrispondenza del sottovia raggiunge larghezze inferiori al metro.

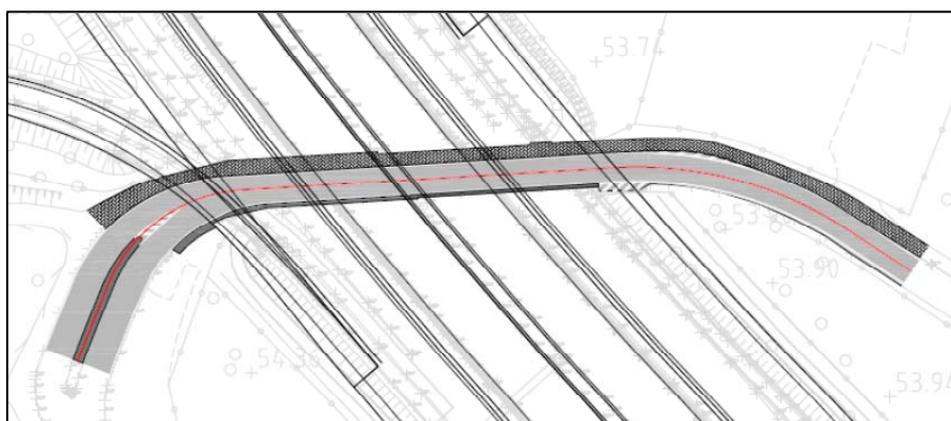


Figura 234 – Stralcio planimetrico via Rivani

Il potenziamento in sede della piattaforma principale dell'autostrada ha portato ad un intervento che come più volte già ribadito per gli altri sottovia ha riguardato esclusivamente l'aspetto altimetrico.

L'intervento di riprofilatura consente di avere un franco libero di progetto pari a 4,47m contro i 4,35m di oggi garantendo quindi analoghe condizioni di sicurezza nella circolazione.

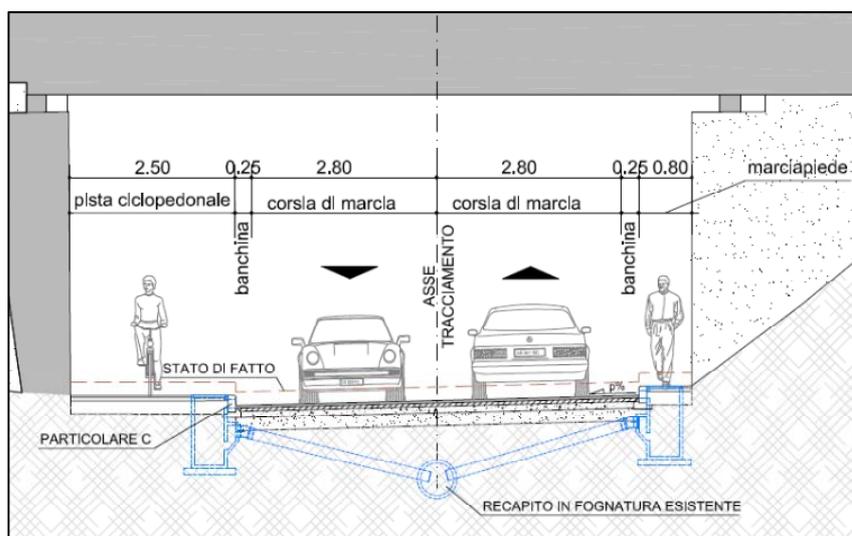


Figura 235 – Sezione tipo via Rivani

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (25-60km/h).

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 25-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	16	14	18	4.54	-0.53	-0.98	0.45	1000	31.7	30.4	1.1	0.1	-		
2	S	136	106	166	59.59	-0.98	2.00	2.98	2000	30.9	29.3	0.5	1	423		
3	D	178	174	183	9.09	2.00	0.18	1.82	500	30.9	29.2	1.1	0.1	-		

Tabella 236 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via Scandellara - progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	16	14	18	4.54	-0.53	-0.98	0.45	1000	31.7	30.1	1.1	0.1	-		
2	S	136	106	166	59.59	-0.98	2.00	2.98	2000	30.9	29.4	0.5	1	427		
3	D	178	174	183	9.09	2.00	0.18	1.82	500	30.9	29.5	1.1	0.1	-		

Tabella 237 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via Scandellara - progressive decrescenti

I raccordi verticali risultano adeguati.

3.3.1.11 Via due Madonne

Situata alla pk 19+822 dell'asse principale dell'autostrada la viabilità oggetto del nostro intervento si estende dalla rotonda sul lato sud della piattaforma autostradale fino ad arrivare all'intersezione con la via Fratelli Guelfi posta a nord. La via due Madonne (categoria F urbana) nella configurazione attuale risulta essere costituita da una carreggiata con due corsie a senso di marcia opposto affiancata da marciapiedi laterali di dimensioni variabili sempre superiori a 1,50m.

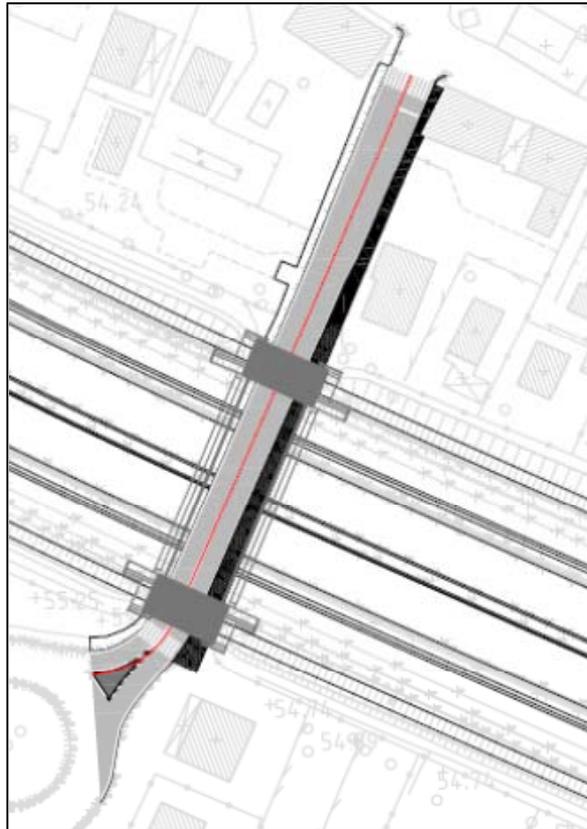


Figura 238 – Stralcio planimetrico via due Madonne

L'intervento di progetto prevede, nel tratto in sottovia, una riorganizzazione degli spazi mediante l'adozione di corsie aventi larghezza pari a 4,25m con banchine laterali di 25cm e una riprofilatura della livelletta esistente che garantisca un franco libero superiore a quello oggi presente di 4.49m. L'intervento garantisce un franco libero di progetto pari a 4,56m, superiore quindi a quello di stato di fatto e perciò rispondente ai criteri progettuali sopra definiti.

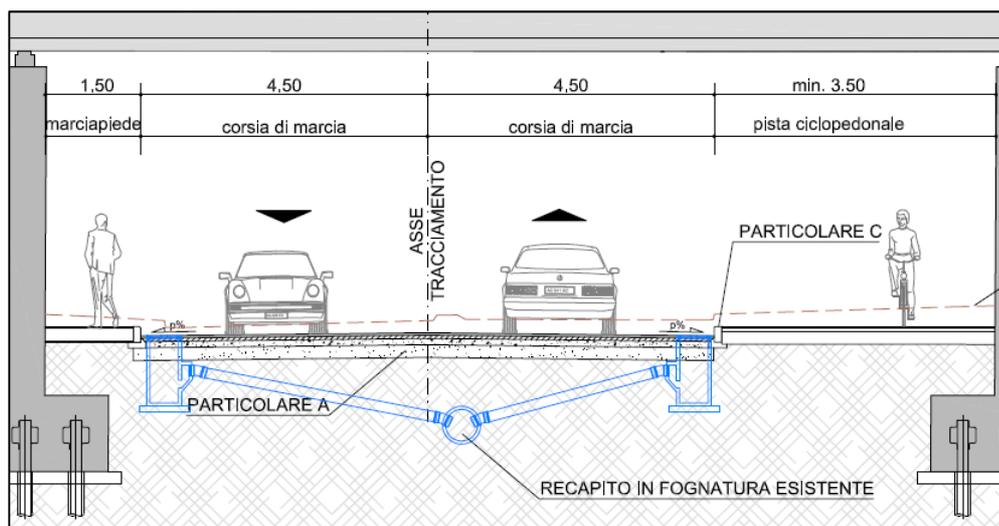


Figura 239 - Sezione tipo via due Madonne

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (25-60km/h).

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 25-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	17	11	22	11.05	0.21	-2.00	2.21	500	25.4	23.3	1.1	0.1	-		
2	S	49	25	72	47.50	-2.00	-0.10	1.90	2500	37.6	37.7	0.5	1	614		
3	S	86	81	92	11.05	-0.10	1.01	1.11	1000	42.5	43.7	0.5	1	-		
4	D	109	107	111	4.06	1.01	0.19	0.81	500	47.2	50.2	1.1	0.1	-		
5	S	138	133	143	9.84	0.19	0.52	0.33	3000	54.9	62.0	0.5	1	-		

Tabella 240 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via due Madonne - progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	17	11	22	11.05	0.21	-2.00	2.21	500	25.4	23.1	1.1	0.1	-		
2	S	49	25	72	47.50	-2.00	-0.10	1.90	2500	37.6	37.2	0.5	1	602		
3	S	86	81	92	11.05	-0.10	1.01	1.11	1000	42.5	44.0	0.5	1	-		
4	D	109	107	111	4.06	1.01	0.19	0.81	500	47.2	50.7	1.1	0.1	-		
5	S	138	133	143	9.84	0.19	0.52	0.33	3000	54.9	62.5	0.5	1	-		

Tabella 241 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via due Madonne - progressive decrescenti

I raccordi verticali risultano adeguati.

3.3.1.12 Via Vighi

La viabilità oggetto del seguente intervento fa parte di un anello a circolazione rotatoria esteso con forma ovoidale con dimensioni sull'asse maggiore superiori ai 300m; è costituito da un'unica carreggiata monodirezionale con due corsie per senso di marcia, aventi larghezza superiore ai 7,50m, e banchine laterali costituite da cunette carrabili di smaltimento acque. La viabilità di categoria C extraurbana secondaria interseca l'autostrada in due punti distinti, precisamente alle pk 20+554 e pk 20+775.

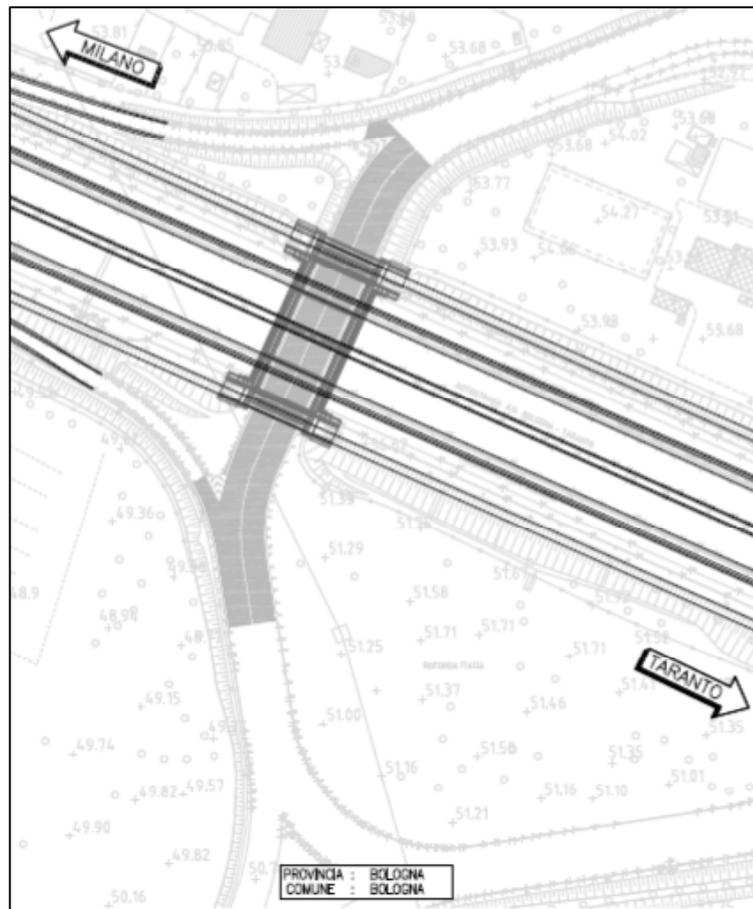


Figura 242 – Stralcio planimetrico via Vighi

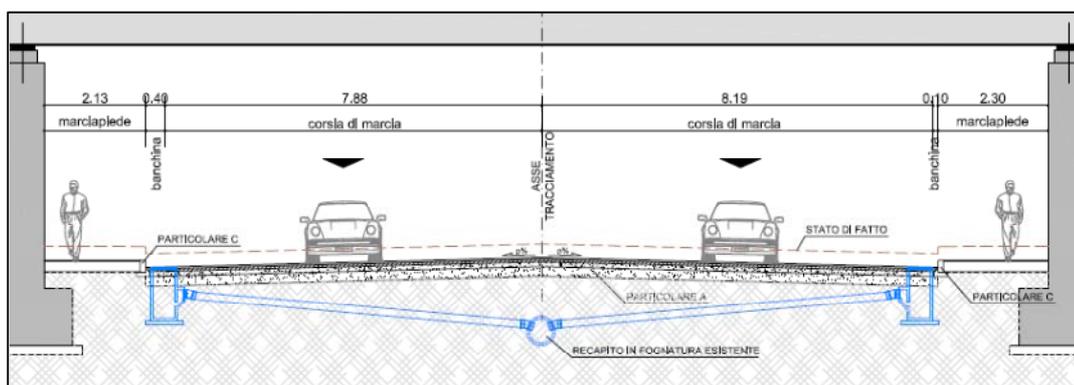


Figura 243 – Sezione tipo via Vighi

Il potenziamento dell'autostrada tuttavia comporta problemi di franco libero solamente al primo dei due sottovia per cui l'intervento anche in questo caso di sola riprofilatura altimetrica senza nessun intervento al tracciato esistente riguarda il tratto della via Vighi alla pk 20+554 dell'asse autostradale.

L'intervento di riprofilatura altimetrica consente di ottenere un franco libero di progetto di 4,73m superiore a quello previsto allo stato attuale pari a 4.67m.

Il tratto soggetto a intervento fa parte di un anello circolatorio e pertanto non rientra tra le viabilità indicate dal D.M. 2001, ragion per cui si è deciso effettuare le verifiche altimetriche con una velocità convenzionale pari a 60km/h, ovvero il limite di velocità urbano maggiorato di 10 km/h.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	D	45	41	50	9.29	-0.07	-1.00	0.93	1000	60.0	71.2	1.1	0.1	-		
2	S	73	68	78	10.50	-1.00	0.05	1.05	1000	60.0	71.1	0.5	1	-		
3	S	138	133	143	10.39	0.05	0.26	0.21	5000	60.0	70.6	0.5	1	-		
4	S	158	154	162	8.44	0.26	1.10	0.84	1000	60.0	70.2	0.5	1	-		

Tabella 244 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Via Vighi

3.3.1.13 Sito di cogenerazione svincolo San Lazzaro

L'intervento riguarda la viabilità interna all'area della stazione ecologica della società Hera; l'allargamento in sede della piattaforma autostradale comporta la necessità di prolungare lo scatolare esistente. Quest'ultimo, avente franco libero attuale pari a 4,41m circa viene percorso con frequenza elevata dai camion della stazione ecologica ed è pertanto necessario garantire il franco libero esistente. L'intervento non riguarda l'aspetto planimetrico ma solamente quello altimetrico, ed è stato eseguito in maniera tale da mantenere praticamente inalterato il piano viabile all'interno dello scatolare estendendo la livelletta esistente fino dove necessario e quindi procedendo alla riprofilatura dei tratti immediatamente a sud ed a nord del manufatto ampliato, in maniera tale da consentire la circolazione in sicurezza dei veicoli che la dovranno percorrere. Per quanto esposto prima pertanto la viabilità viene considerata a destinazione particolare non rientrando in nessuna delle categorie (A-F) esplicitate dalla normativa di riferimento.

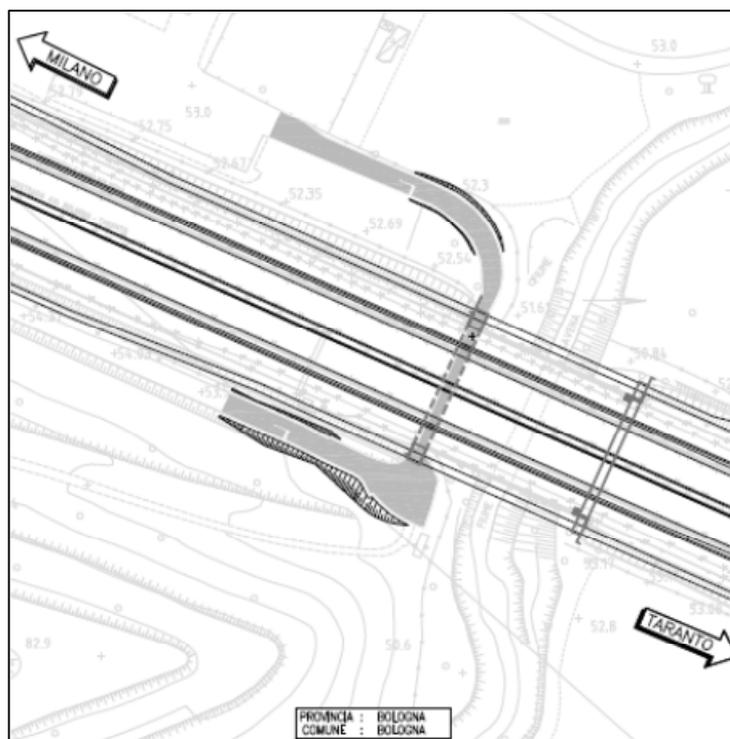


Figura 245 – Stralcio planimetrico sito di cogenerazione

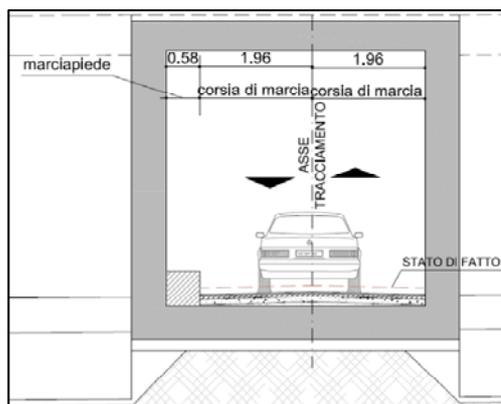


Figura 246 – Sezione tipo sito di cogenerazione

Nelle Tabelle sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per una velocità di 20km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	71	68	74	5.23	-5.00	0.23	5.23	100	20.0	17.8	0.5	1	87		
2	D	107	102	112	9.82	0.23	0.04	0.20	5000	20.0	17.6	1.1	0.1	-		
3	S	153	142	164	22.33	0.04	5.00	4.96	450	20.0	17.5	0.5	1	189		
4	D	197	189	206	17.51	5.00	0.62	4.38	400	20.0	17.4	1.1	0.1	82		

Tabella 247 –Riepilogo verifiche raccordi verticali Sito di cogenerazione

3.3.2 Viabilità in cavalcavia

L'ampliamento in sede del sistema autostradale ha comportato il necessario rifacimento dei cavalcavia esistenti con la naturale conseguenza di dover adeguare le livellette di scavalco; gli andamenti altimetrici sono strettamente influenzati dai vincoli al contorno costituiti dal tessuto viabilistico esistente e dalle quote di scavalco che devono garantire un franco libero tra l'intradosso dell'impalcato e la piattaforma autostradale di almeno 5 metri così come indicato dalla normativa, ragion per cui non sempre è stato possibile un andamento altimetrico che rispettasse pienamente l'intervallo di velocità corrispondente alla categoria di strada in oggetto.

3.3.2.1 Via San Donato

La via San Donato, categoria E urbana di quartiere, situata al km 17+039 in corrispondenza dell'omonimo svincolo è costituita da due carreggiate separate da spartitraffico fisico invalicabile aventi due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 3.00 metri per il senso di marcia in direzione Nord e di 3.25 metri per la direzione opposta; le banchine laterali da 0.25 metri completano la piattaforma stradale per una larghezza complessiva di 16.00 metri.

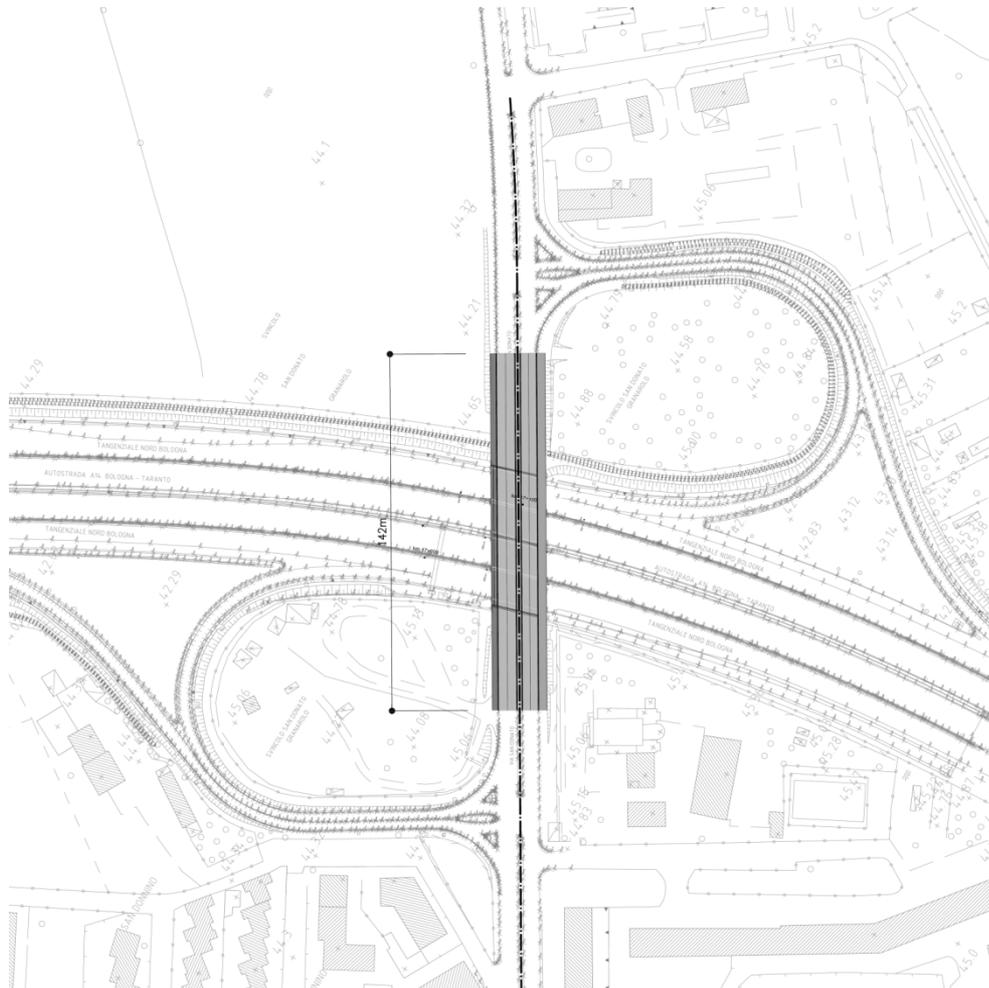


Figura 248 – Stralcio planimetrico di via San Donato

In affiancamento alla viabilità sono presenti un marciapiede di larghezza pari a 1.60 metri e una ciclabile di 2.60 metri. L'intervento in oggetto non comporta modifiche planimetriche della piattaforma stradale che mantiene la medesimo impalcato prevedendone la traslazione verso l'alto di 50 centimetri, gli elementi marginali a tergo subisco un restringimento di circa 70 centimetri a seguito dell'installazione delle barriere di sicurezza, oggi non presenti.

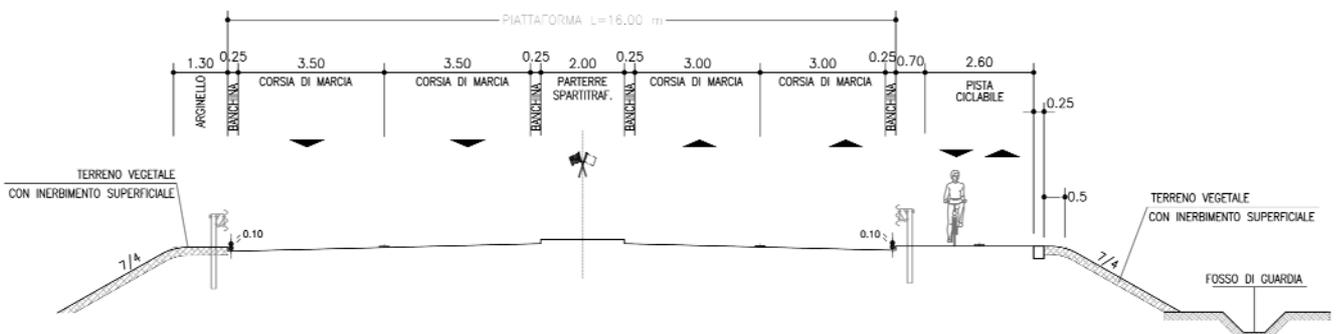


Figura 249 – Sezione tipo di via San Donato

L'intervento di riprofilatura si estende per circa 150 metri dalla pk 0+125 alla pk 0+175 permettendo di avere un franco libero nel punto più critico pari a 5.17m. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	149	138	159	20.76	2.51	4.96	2.44	850	60.0	67.9	0.5	1	-		
2	D	212	160	263	103.76	4.96	-4.69	9.65	1075	60.0	70.6	1.1	0.1	1338	NO	55.6
3	S	272	264	280	16.84	-4.69	-2.71	1.98	850	60.0	74.1	0.5	1	-		

Tabella 250 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via San Donato progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	149	138	159	20.76	2.51	4.96	2.44	850	60.0	74.1	0.5	1	57		
2	D	212	160	263	103.76	4.96	-4.69	9.65	1075	60.0	70.8	1.1	0.1	1346	NO	55.5
3	S	272	264	280	16.84	-4.69	-2.71	1.98	850	60.0	67.9	0.5	1	-		

Tabella 251 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via San Donato progressive decrescenti

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino adeguati.

I valori di velocità ammissibili sono appena al di sotto dei 60km/h pertanto i raccordi possono ritenersi compatibili con il limite di velocità generalizzato per l'ambito urbano.

3.3.2.2 Via Benazza

La via Benazza, categoria F extraurbana, situata al km 11+039 è costituita da un'unica carreggiata bidirezionale con una corsia per senso di marcia di dimensioni pari a circa 3,50 metri e banchine laterali da 1,50 metri per una larghezza totale pari a 9,00 metri.



Figura 252 – Stralcio planimetrico di via Benazza

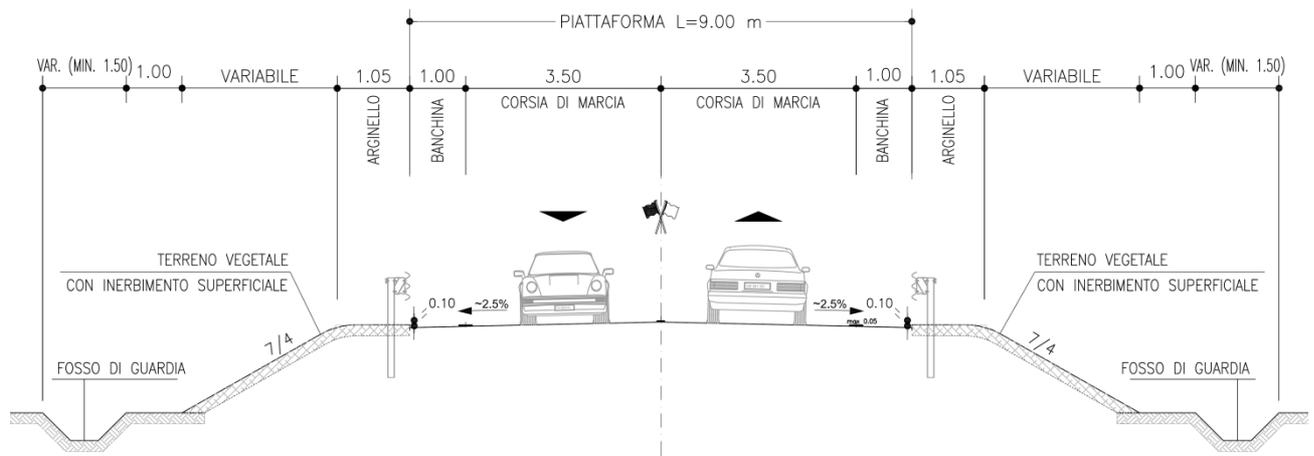


Figura 253 – Sezione tipo di via Benazza

Da un punto di vista planimetrico si è contenuto l'intervento all'interno della carreggiata esistente, mantenendo invariate le geometrie della piattaforma, pertanto l'unica modifica allo stato attuale è costituita dall'andamento altimetrico, dove la nuova livelletta consente un franco altimetrico minimo paria a 5,20 metri contro gli attuali 4,63 metri.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-100km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-100km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Nelle tabelle vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi almetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	72	54	90	36.35	3.41	5.83	2.42	1500	54.5	58.9	0.5	1	-		
2	D	177	90	263	173.22	5.83	-5.72	11.55	1500	55.4	62.9	1.1	0.1	1063		
3	S	281	263	299	36.03	-5.72	-3.31	2.40	1500	47.2	52.7	0.5	1	-		

Tabella 254 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Benazza progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	72	54	90	36.35	3.41	5.83	2.42	1500	54.5	65.0	0.5	1	-		
2	D	177	90	263	173.22	5.83	-5.72	11.55	1500	55.4	63.0	1.1	0.1	1065		
3	S	281	263	299	36.03	-5.72	-3.31	2.40	1500	47.2	48.5	0.5	1	-		

Tabella 255 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Benazza progressive decrescenti

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino verificati.

3.3.2.3 Via Cristoforo Colombo

Situata alla progressiva chilometrica 12+507 dell'asse principale autostradale, la via Cristoforo Colombo (categoria E urbana di quartiere) è costituita da una carreggiata unica con due corsie di senso opposto separate da doppia linea bianca centrale ed aventi banchine laterali di 50 centimetri, le corsie centrali hanno larghezza pari a 3,00 metri mentre quelle esterne sono da 3,5 metri, la piattaforma è affiancata da un marciapiede e da una pista ciclo-pedonale.

Dal punto di vista planimetrico l'intervento ricalca il sedime esistente ad eccezione del tratto centrale di scavalco dove si ha un scostamento di circa 4 metri, necessario al fine di evitare possibili interferenze tra le spalle in progetto e quelle del cavalcavia ferroviario esistente posto subito ad Ovest.

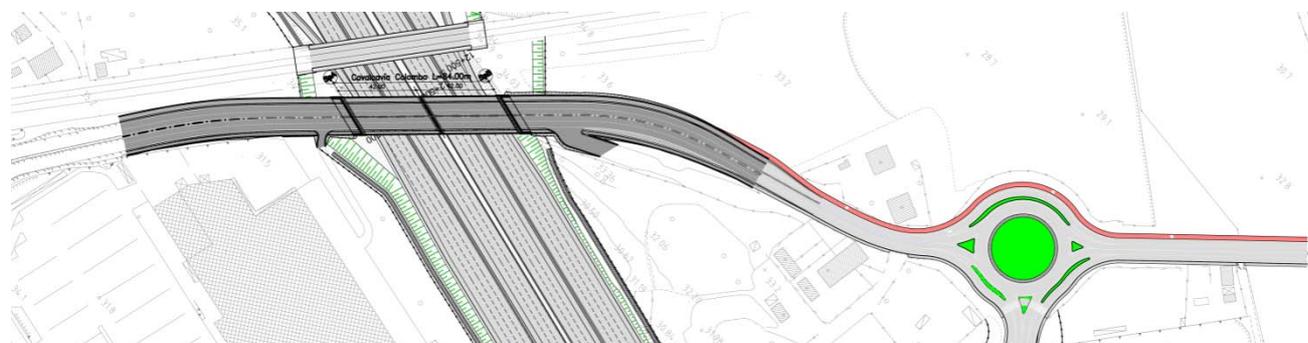


Figura 256 – Stralcio planimetrico di via Cristoforo Colombo

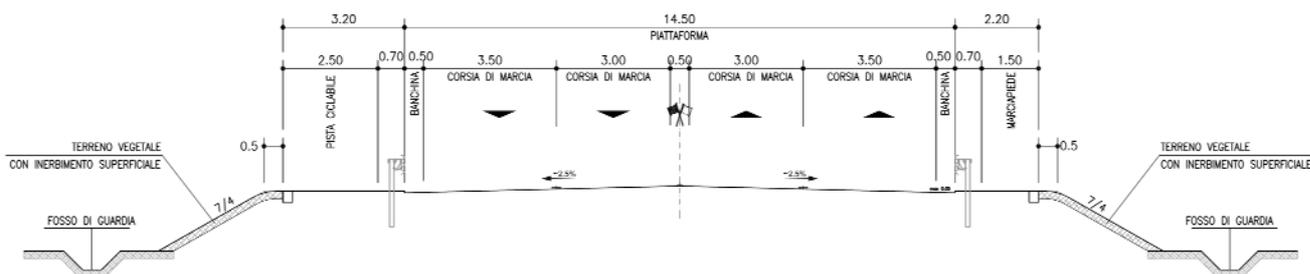


Figura 257 – Sezione tipo di via Cristoforo Colombo

Da un punto di vista altimetrico l'intervento prevede una riprofilatura dell'esistente per circa 275 metri dalla pk 0+50 alla pk 0+325 permettendo di avere un franco libero nel punto più critico pari a 5.20m. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	63	50	76	26.15	0.16	1.47	1.31	2000	60.0	70.1	0.5	1	-		
2	D	157	76	238	161.91	1.47	-1.12	2.59	6250	60.0	70.6	1.1	0.1	1336		
3	D	252	238	267	29.36	-1.12	-2.59	1.47	2000	60.0	72.3	1.1	0.1	-		
4	S	288	267	309	41.73	-2.59	-0.50	2.09	2000	60.0	72.0	0.5	1	-		

Tabella 258 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Cristoforo Colombo progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	63	50	76	26.15	0.16	1.47	1.31	2000	60.0	71.4	0.5	1	-		
2	D	157	76	238	161.91	1.47	-1.12	2.59	6250	60.0	70.9	1.1	0.1	1347		
3	D	252	238	267	29.36	-1.12	-2.59	1.47	2000	60.0	69.3	1.1	0.1	-		
4	S	288	267	309	41.73	-2.59	-0.50	2.09	2000	60.0	69.5	0.5	1	-		

Tabella 259 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Cristoforo Colombo progressive decrescenti

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino adeguati.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

3.3.2.4 Via Del Terrapieno

La via Del terrapieno, categoria E urbana di quartiere, situata al km 17+850 in corrispondenza dell'svincolo zona industriale è costituita da una carreggiata avente due corsie di larghezza pari a 3.50 metri, una per ogni senso; le banchine laterali da 0.50 metri completano la piattaforma stradale per una larghezza complessiva di 8.00 metri; rispetto alla viabilità esistente si prevede dunque di ridurre il pavimentato carrabile, ricavando lo spazio necessario all'inserimento di una pista ciclabile di larghezza pari a 3.50 metri, il marciapiede largo 1.80 metri completa la sezione tipo.

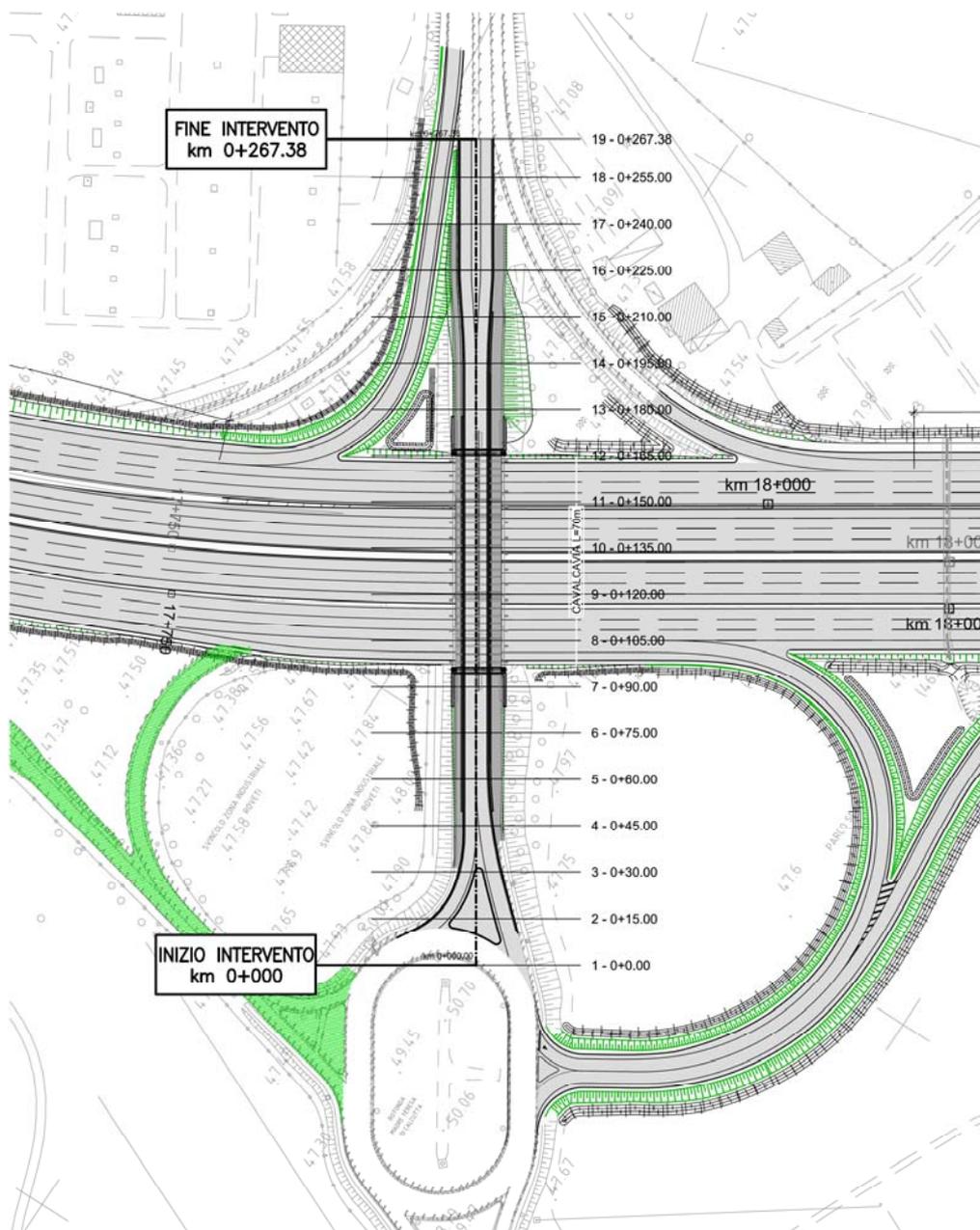


Figura 260 – Stralcio planimetrico di via Cristoforo Colombo

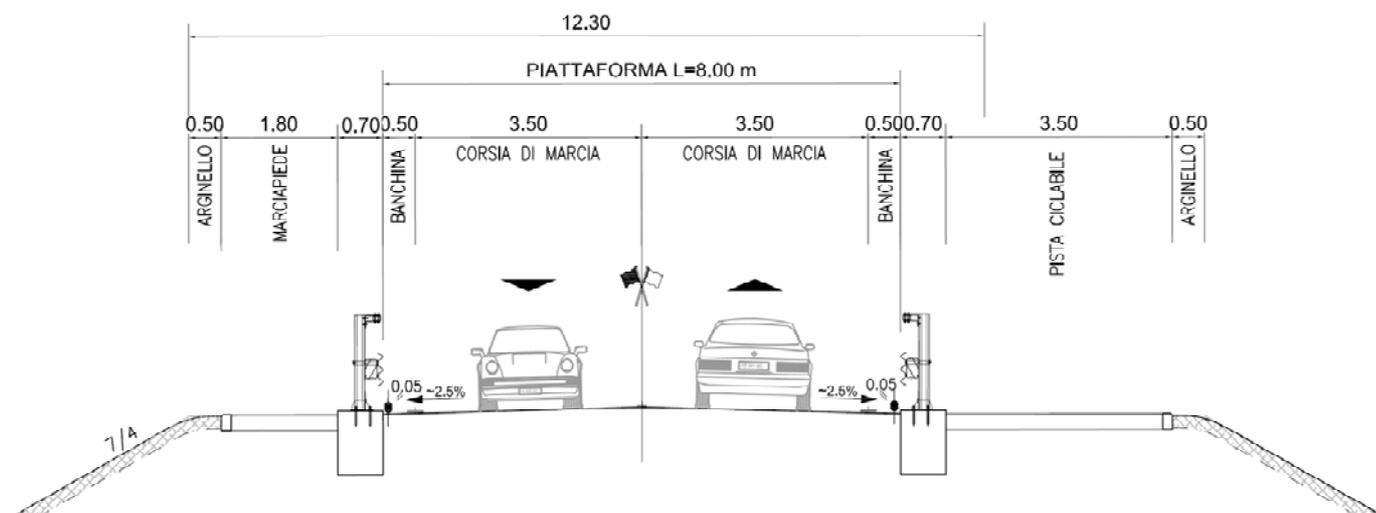


Figura 261 – Sezione tipo di via Del Terrapieno

Da un punto di vista altimetrico l'intervento prevede una riprofilatura dell'esistente per circa 200 metri dalla pk 0+30 alla pk 0+230 permettendo di avere un franco libero nel punto più critico pari a 5.20m. In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Nelle tabelle vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	42	24	61	37.40	2.70	4.62	1.92	1950	44.0	44.6	0.5	1	-		
2	D	134	61	206	144.54	4.62	-5.02	9.64	1500	60.0	70.9	1.1	0.1	1348		
3	S	225	206	243	36.63	-5.02	-3.14	1.88	1950	60.0	74.5	0.5	1	-		

Tabella 262 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Del Terrapieno progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	42	24	61	37.40	2.70	4.62	1.92	1950	44.0	47.4	0.5	1	-		
2	D	134	61	206	144.54	4.62	-5.02	9.64	1500	60.0	70.6	1.1	0.1	1336		
3	S	225	206	243	36.63	-5.02	-3.14	1.88	1950	60.0	67.7	0.5	1	-		

Tabella 263 – Riepilogo verifiche raccordi verticali via Del Terrapieno progressive decrescenti

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

3.3.3 Altre Viabilità'

3.3.3.1 Collegamento Via Agucchi – Asse Attrezzato

Situato al termine della rampa bidirezionale che porta allo Svincolo Lazzaretto il collegamento Via agucchi – Via Sabena collega le due rotonde situate sulle intersezione con le strade medesime.

La viabilità in oggetto può essere classificata come di tipo "E" urbana di quartiere, ed è costituita da una carreggiata unica con una corsia per senso di marcia opposto separate da linea bianca centrale ed aventi banchine laterali di 50 centimetri; le corsie hanno larghezza pari a 3,50 metri. La piattaforma è affiancata, su entrambi i lati, da marciapiede di 1.50 m.

Nei tratti in rilevato e trincea la piattaforma pavimentata è completata da arginelli in terra di larghezza pari a 0.50 m su cui trova alloggiamento la barriera di sicurezza laterale di tipo metallico. Le scarpate in rilevato sono previste con pendenza al 4/7 e inerbite superficialmente stendendo una coltre superficiale spessa 20 cm e successivo inerbimento. La sezione in trincea, come per il tracciato principale, avrà le scarpate profilate con pendenza del 4/7 ed inerbite con strato di materiale vegetale di 20 cm.

Dal punto di vista planimetrico il tracciato presenta uno sviluppo totale pari a 556 m. Partendo dalla rotonda con la Via Agucchi percorrendo l'asse in direzione nord-ovest, sud-est il primo elemento geometrico è un rettilineo di lunghezza 115 m, seguito da una curva sinistrorsa con Raggio di 225 m e uno sviluppo di 230 m circa.

Proseguendo il tracciato è caratterizzato da una curva destrorsa di Raggio 200 m e uno sviluppo di 114 m la quale termina direttamente nella zona di innesto con i rami di svolta della rotonda con la Via Vittorio Sabena.

La parte centrale del tracciato interferisce con Via Della Volta e per questo motivo l'andamento Altimetrico che nel tratto iniziale può considerarsi a quota terreno, nel suo prosieguo presenta una livelletta in trincea fino all'attacco con la Via Vittorio Sabena esistente anche essa in trincea; il delta quota massimo tra esistente e progetto è di circa -8.50 m dal piano campagna.

Il tracciato del collegamento in oggetto sottopassa dunque la Via della Volta che è a sua volta fiancheggiata da un canale. Vista la vicinanza di edifici si è reso necessario il contenimento dello scavo con una paratia di pali da entrambi i lati, prima e dopo la Via della Volta per una Lunghezza Totale pari a 278 m.

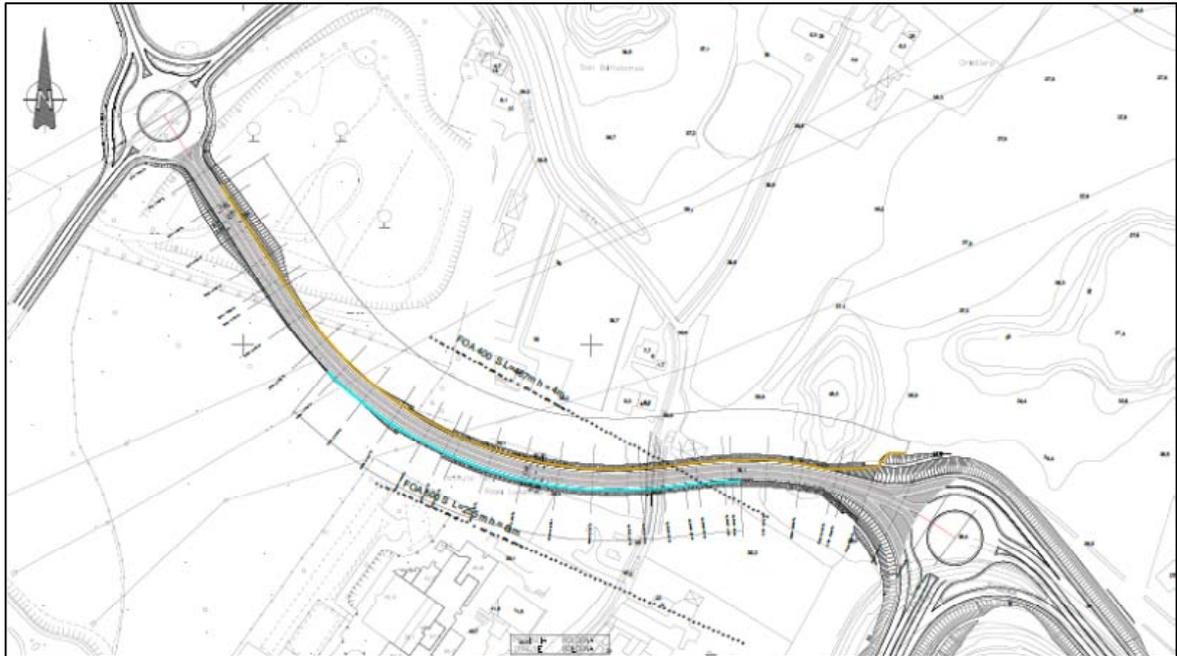


Figura 264 – Stralcio planimetrico Collegamento Via Agucchi – Asse Attrezzato

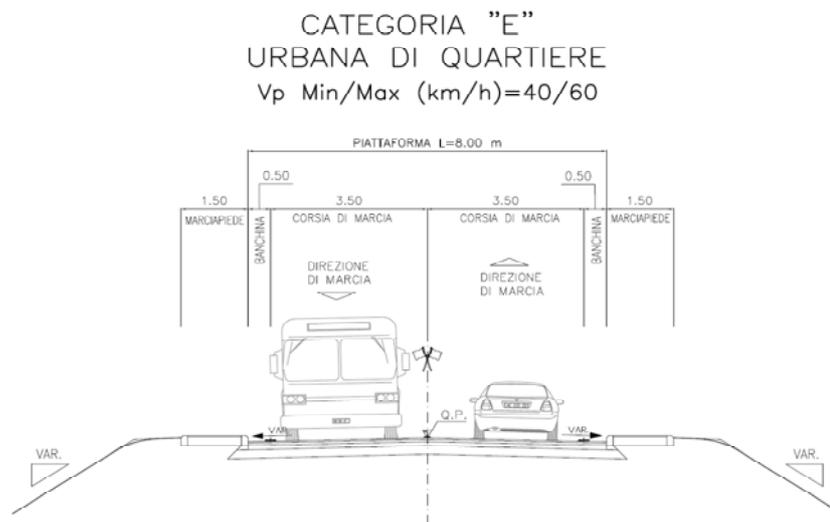


Figura 265 – Sezione tipo Collegamento Via Agucchi – Asse Attrezzato

Nelle tabelle seguenti vengono sintetizzati i risultati delle analisi di congruenza del progetto stradale rispetto ai criteri indicati nella normativa di riferimento. Nelle seguenti tabelle vengono sintetizzati gli elementi planimetrici che compongono gli assi di progetto.

In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C= Curva Circolare
- AT=Curva a raggio variabile di transizione
- AF=Curva a raggio variabile di flesso
- AC=Curva a raggio variabile di continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	0.000	114.992	114.992	R				30.0			
2	114.992	139.992	25.000	AT	75.00			32.3			
3	139.992	367.558	227.566	C	225.00	SX	2.50	60.0			
4	367.558	392.558	25.000	AF	75.00			60.0			
5	392.558	415.678	23.120	AF	68.00			60.0			
6	415.678	556.679	141.001	C	200.00	DX	2.53	60.0			

Tabella 266 – Riepilogo verifiche planimetriche RM01TN

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	0.000	114.992	114.992	R				30.0			
2	114.992	139.992	25.000	AT	75.00			32.3			
3	139.992	367.558	227.566	C	225.00	SX	2.50	60.0			
4	367.558	392.558	25.000	AF	75.00			60.0			
5	392.558	415.678	23.120	AF	68.00			60.0			
6	415.678	556.679	141.001	C	200.00	DX	2.53	60.0			

Tabella 267 – Riepilogo verifiche planimetriche RM02TN

In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	31	26	35	9.50	-2.00	-0.10	1.90	500	30.0	28.4	0.5	1	-		
2	D	184	144	223	78.40	-0.10	-5.00	4.90	1600	51.3	58.0	1.1	0.1	903		
3	S	340	301	379	78.40	-5.00	-0.10	4.90	1600	60.0	73.0	0.5	1	1501		
4	D	430	425	435	9.50	-0.10	-2.00	1.90	500	60.0	71.6	1.1	0.1	-		
5	S	514	486	542	55.98	-2.00	2.00	4.00	1400	46.4	49.2	0.5	1	890		

Tabella 268 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Coll. Via Agucchi – Asse Attrezzato progressive crescenti

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv	Vp	D	h1	h2	Rv,min	VERIFICA	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	31	26	35	9.50	-2.00	-0.10	1.90	500	30.0	28.1	0.5	1	-		
2	D	184	144	223	78.40	-0.10	-5.00	4.90	1600	51.3	55.2	1.1	0.1	816		
3	S	340	301	379	78.40	-5.00	-0.10	4.90	1600	60.0	68.7	0.5	1	1390		
4	D	430	425	435	9.50	-0.10	-2.00	1.90	500	60.0	69.9	1.1	0.1	-		
5	S	514	486	542	55.98	-2.00	2.00	4.00	1400	46.4	49.2	0.5	1	890		

Tabella 269 – Riepilogo verifiche raccordi verticali Coll. Via Agucchi – Asse Attrezzato progressive decrescenti

I raccordi verticali sono stati verificati in funzione della distanza di visibilità per l'arresto, l'analisi è stata effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata per l'intervallo di velocità prevista dalla normativa. (40-60km/h).

Nelle Tabelle sottostanti sono riportati i risultati delle verifiche dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto. In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per l'intervallo 40-60km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

Le verifiche dimostrano come tutti i raccordi risultino adeguati.