

S.S.195 "SULCITANA"

COMPLETAMENTO ITINERARIO CAGLIARI - PULA LOTTO 2
COLLEGAMENTO CON LA S.S 130 E AEROPORTO CAGLIARI ELMAS
DAL Km 21+488,70 AL Km 23+900,00
RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA12

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
 Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES Ing. M. TANZINI
 Ing. P. LOSPENNATO Ing. A. LUCIA
 Ing. S. PELLEGRINI
 Ing. A. POLLI
 Ing. C. CASTELLANO
 Ing. G.N. GUERRINI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. M. COGHE

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI SWISS ENGINEERS SA
 SWISS
 Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI SWISS ENGINEERS Srl
 ITALIA
 Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

PROGETTO STRADALE

PARTE GENERALE

Relazione tecnica tracciato



CODICE PROGETTO

NOME FILE
 P00PS00TRARE01A.doc

REVISIONE

PAG.

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

D P C A 1 2 D 2 0 0 1

CODICE ELAB.

P 0 0 P S 0 0 T R A R E 0 1

A

1 di 62

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	Giugno 2020	C. CASTELLANO	A. POLLI	RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 2 di 62</p>
---	--

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
2.1	SS195 "SULCITANA"	5
2.1.1.	Classificazione della strada e categorie di traffico ammesse	5
2.1.2.	Caratteristiche geometriche della sede stradale	5
2.1.3.	Piazzole di sosta	6
2.2	VIABILITÀ SECONDARIA	6
2.2.1.	Classificazione della strada e categorie di traffico ammesse	7
2.2.2.	Caratteristiche geometriche della sede stradale	7
3	VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 05.11.2001	8
3.1	CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDENZA ALLA NORMATIVA	8
3.1.1.	Verifica delle caratteristiche planimetriche	8
3.1.2.	Verifica delle caratteristiche altimetriche	12
3.1.3.	Verifiche di visibilità	13
3.2	RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI	15
4	VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 19.04.2006	16
4.1	CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDENZA ALLA NORMATIVA	16
4.1.1.	Verifiche di visibilità	21
4.2	CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE CORSIE SPECIALIZZATE	23
4.2.1.	Corsie di immissione (o di entrata)	23
4.2.2.	Corsie di uscita (o di diversione)	24
4.2.3.	Rappresentazione dei risultati	25
5	RISULTATI DELLE VERIFICHE DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 05.11.2001	26
5.1	ASSE PRINCIPALE	26
5.1.1.	Andamento planimetrico	26
5.1.2.	Viabilità secondaria	29
6	RISULTATI DELLE VERIFICHE DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 19.04.2006	33
6.1	DIMENSIONAMENTO DELLE RAMPE ASSE PRINCIPALE	33
6.1.1.	Flussi di traffico	33
6.1.2.	Dimensionamento corsia di entrata	33

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 3 di 62</p>
---	--

6.1.3.	Dimensionamento corsia di uscita	37
6.2	LARGHEZZA DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE RAMPE (SEZIONE TIPO)	39
6.3	GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE RAMPE	39
6.4	DISTANZE DI VISIBILITÀ PER L'ARRESTO DELLE RAMPE	41
6.5	VERIFICHE DISTANZE DI VISIBILITÀ INTERSEZIONI A RASO	43
6.6	VERIFICHE DI INGOMBRO ISCRIZIONE DEI MEZZI COMMERCIALI	46
7	ANALISI DEGLI ASPETTI CONNESSI CON LE ESIGENZE DI SICUREZZA	48
7.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ASSE PRINCIPALE	48
7.2	DISTANZE DI VISIBILITÀ RAMPE SVINCOLO	48
7.3	SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE	48
7.4	BARRIERE DI SICUREZZA	48
7.5	PAVIMENTAZIONI	49
7.6	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	49
7.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE SVINCOLO SARAS	50
7.8	ANALISI DI INCIDENTALITÀ	50
8	DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE	52
	SEZIONE TIPOLOGICA ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO	54
8.1	SEZIONE TIPOLOGICA ASSE PRINCIPALE IN TRINCEA	54
8.2	SEZIONE TIPOLOGICA ASSE PRINCIPALE CON RISANAMENTO DEI RILEVATI	55
8.3	SEZIONE TIPOLOGICA ASSE PRINCIPALE IN CORRISPONDENZA DELLE OPERE D'ARTE	56
8.4	SEZIONE TIPOLOGICA ASSE PRINCIPALE IN CORRISPONDENZA DELLE PIAZZOLE DI SOSTA	57
8.5	SEZIONI TIPOLOGICHE IN CORRISPONDENZA DELLE RAMPE	59
8.6	SEZIONE TIPOLOGICA VIABILITÀ SECONDARIA	60

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 4 di 62</p>
---	--

1 PREMESSA

Il progetto definitivo oggetto della presente relazione riguarda la realizzazione dello stralcio 2C della nuova SS195 "Sulcitana" in Provincia di Cagliari, tra la progressiva km 21+488 e km 23+900 per una lunghezza complessiva di 2.412 m. L'intervento di progetto prevede inoltre la riqualificazione dello "svincolo Saras".

L'intervento è reso necessario in quanto la sezione stradale esistente infatti è ormai inadeguata allo smaltimento dei flussi composti da traffico pendolare leggero, da traffico pesante legato alla presenza di importanti insediamenti industriali, da una notevole componente di traffico turistico, sia settimanale sia stagionale. Inoltre, risultano critiche le condizioni di sicurezza per gli utenti che, a diverso titolo, usufruiscono dell'infrastruttura.

Nel presente rapporto sono illustrate le verifiche condotte per valutare la congruenza con le prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Decreto Ministeriale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05.11.2001, prot. 6792) per strade extraurbane principali (strade di categoria B).

Alle precedenti verifiche si aggiungono, vista la contestualizzazione dell'intervento, ulteriori controlli sulle rampe di svincolo per valutare la congruenza del progetto con le prescrizioni contenute nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (Decreto Ministeriale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19.04.2006, prot. 1699).

Si ricorda tuttavia che i D.M. 05.11.2001 e D.M. 19.04.2006 rappresentano la normativa di riferimento non cogente per interventi su strade esistenti qual è il caso in esame.

Infine, viene riportata l'analisi degli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza secondo quanto previsto dal D.M. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" (D.M. del 5.11.2001, prot. 6792). Il nuovo decreto infatti modifica l'art. 2 e l'art. 3 del D.M. 6792/2001, stabilendo che le norme in oggetto si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e prevedendo (art. 3) la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti.

Il D.M. del 22.04.2004 stabilisce (art. 4) che, fino all'emanazione delle suddette norme, i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione, descritte nel presente documento, dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 5 di 62</p>
---	--

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 SS195 "Sulcitana"

Il presente progetto contempla l'allargamento e l'adeguamento alle normative vigenti del tratto della SS195 "Sulcitana" relativo al Lotto 2 - stralcio 2C, tra la progressiva km 21+488 e la progressiva km 23+900. L'area di intervento si estende verso sud anche nel Lotto 3 fino alla progressiva km 24+010 per raccordarsi alla viabilità di progetto.

2.1.1. Classificazione della strada e categorie di traffico ammesse

Con riferimento a quanto previsto dall'art. 2 del Nuovo Codice della Strada, la viabilità di progetto è classificata come una strada di tipo "B – Extraurbana principale": strada a carreggiate indipendenti o separate da spartitraffico invalicabile, ciascuna con almeno due corsie di marcia e banchina pavimentata a destra e priva di intersezioni a raso. Tale strada deve essere inoltre attrezzata con apposite aree di servizio, che comprendano spazi per la sosta, con accessi dotati di corsie di decelerazione e di accelerazione.

Per una strada Extraurbana principale, le categorie di traffico ammesse sono limitate. Sono esclusi infatti i pedoni, gli animali, i veicoli a trazione animale e a braccia, i velocipedi, i ciclomotori, le macchine operatrici, e i veicoli su rotaia.

2.1.2. Caratteristiche geometriche della sede stradale

La piattaforma stradale, con riferimento al D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", è di tipo "B – Extraurbana principale" dotata di n.2 corsie per carreggiata.

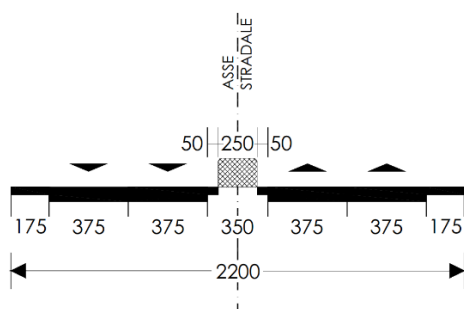


Figura 1 – Piattaforma stradale "B – Extraurbana principale" secondo D.M. 05.11.2001

La piattaforma di progetto presenta n.2 carreggiate, ciascuna composta da n.2 corsie da 3.75 m, delimitate da una banchina in destra di larghezza pari a 1.75 m e in sinistra di larghezza pari a 0.50 m. Lo spartitraffico centrale occupa una larghezza di 2.50 m, per una larghezza complessiva della piattaforma pari a 22.00 m.

I limiti dell'intervallo di velocità di progetto sono 70 km/h e 120 km/h.

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO <i>P00PS00TRARE01A</i> <i>Relazione tecnica tracciato</i>	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 6 di 62
---	--

In corrispondenza del raccordo con la viabilità esistente, a nord dell'ambito di intervento, la piattaforma stradale presenta corsie da 3.75 m e banchina interna da 0.50 m, mentre per gli altri elementi (spartitraffico e banchina esistente) le dimensioni sono variabili.

Dal punto di vista trasversale, la pendenza delle careggiate per consentire l'allontanamento dell'acqua superficiale, è pari in rettilineo al 2.50 % verso l'esterno.

2.1.3. Piazzole di sosta

La vigente normativa prevede che le strade di tipo "B – Extraurbane principali" siano dotate di piazzole per la sosta ubicate all'esterno della banchina, distanziate l'una dall'altra ad intervalli di circa 1.000 m lungo ciascuno dei due sensi di marcia. Le dimensioni minime previste per tali piazzole sono indicate nell'immagine che segue:

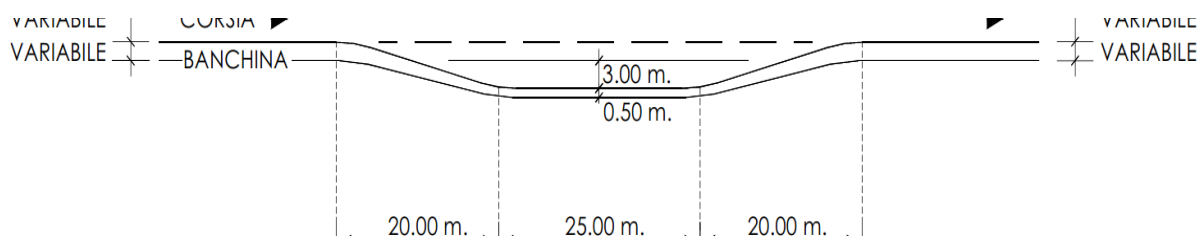


Figura 2 – Dimensioni minime piazzola di sosta

Tenuto conto del posizionamento delle piazzole di sosta del Lotto n.3 lungo la SS195 "Sulcitana", posizionate circa alla progressiva km 24+550 e dello svincolo Saras, sono state previste n. 2 piazzole per direzione, di dimensioni pari a quelle minime previste:

Direzione	Piazzola	Progressiva
Sud	Piazzola 1	Km 22+250
	Piazzola 2	Km 23+850
Nord	Piazzola 3	Km 22+250
	Piazzola 4	Km 23+500

Tabella 1 – Posizionamento piazzole di sosta

2.2 Viabilità secondaria

In corrispondenza dello Svincolo Saras, è prevista la realizzazione di una nuova viabilità che sovrappassa la SS195 "Sulcitana".

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 7 di 62</p>
---	--

2.2.1. Classificazione della strada e categorie di traffico ammesse

Con riferimento a quanto previsto dall'art. 2 del Nuovo Codice della Strada, la viabilità di progetto è classificata come una strada di tipo "C2 – Extraurbana secondaria": strada ad unica carreggiata con una corsia di marcia per direzione e banchina pavimentata a destra.

Per una strada Extraurbana secondaria sono ammesse tutte le categorie di traffico, ad eccezione di pedoni, velocipedi (su pista ciclabile) e veicoli su rotaia.

2.2.2. Caratteristiche geometriche della sede stradale

La piattaforma stradale, con riferimento al D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", è di tipo "C2 – Extraurbana secondaria" dotata di n.2 corsie.

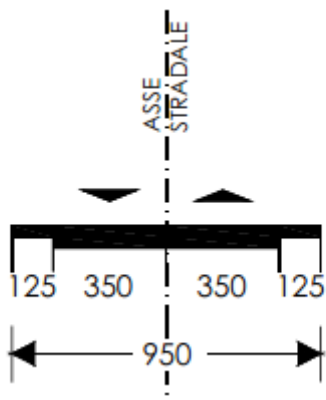


Figura 3 –Piattaforma stradale "C2 –Extraurbana secondaria" secondo D.M. 05.11.2001

La piattaforma di progetto presenta n.2 corsie da 3.50 m con banchina esterna da 1.25 m.

I limiti dell'intervallo di velocità di progetto sono 60 km/h e 100 km/h.

Dal punto di vista trasversale, la pendenza delle carreggiate per consentire l'allontanamento dell'acqua superficiale, è pari al 2.50 % verso l'esterno, mentre in curva è pari al 7.00 % verso l'interno.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 8 di 62</p>
---	--

3 VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 05.11.2001

3.1 Criteri per le verifiche di rispondenza alla normativa

3.1.1. Verifica delle caratteristiche planimetriche

La verifica delle caratteristiche planimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal D.M. 05.11.2001 che risulta: pari a 178 metri nel caso di strade extraurbane principali

(b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (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.

La verifica è stata eseguita solo nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo facendo riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in nella Figura 4;

(d) Lunghezza massima dei rettifili:

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

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 nella seguente tabella; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo 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 2 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

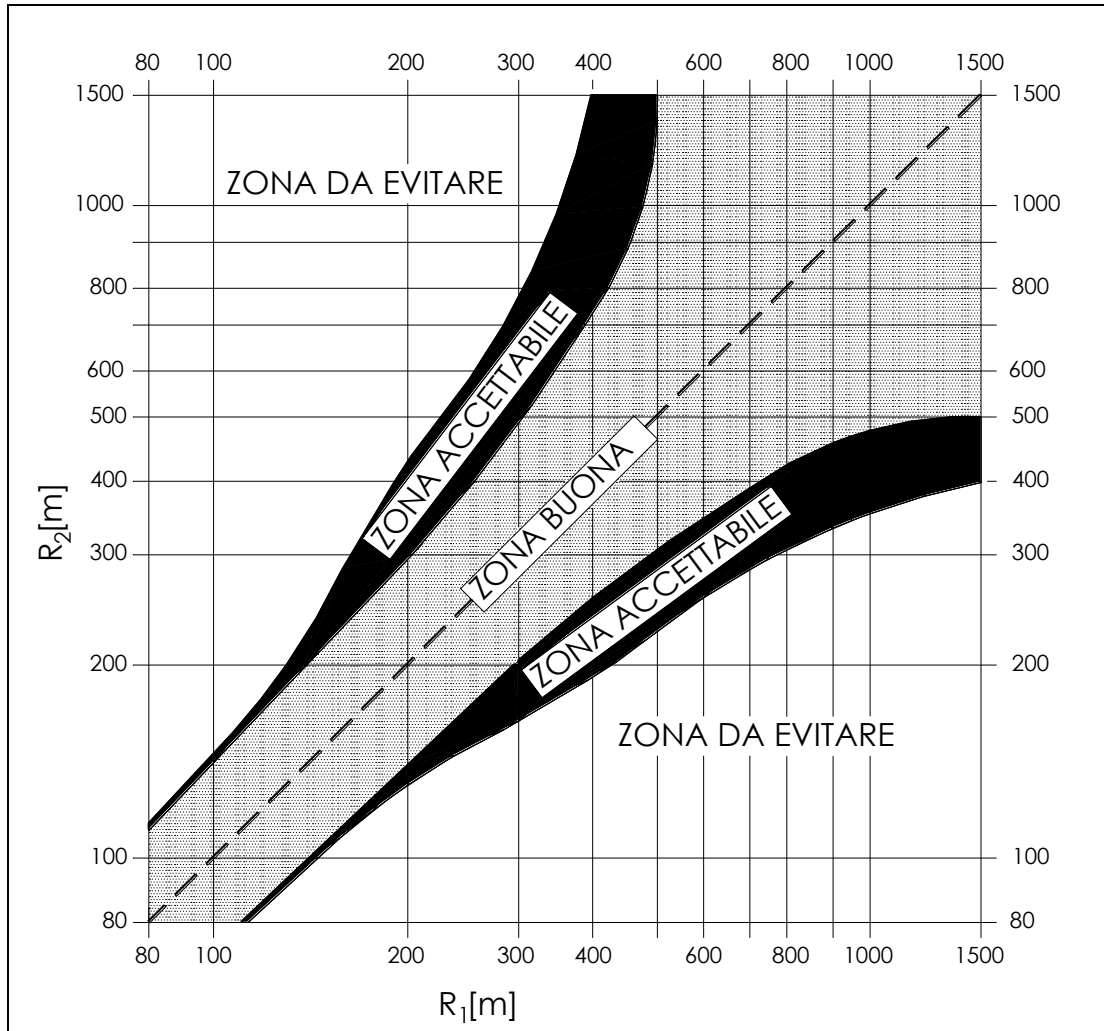
PROGETTO DEFINITIVOP00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato

Figura 4 – Abaco di Koppel (D.M.. 05.01.2001)

(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.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 10 di 62</p>
---	---

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

Criterio 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:

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

Il D.M. 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{\min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File:</p> <p>P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 11 di 62</p>
---	--

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 deve essere verificata la relazione:

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti, secondo quanto prescritto dal D.M. 5.11.2001, è prevista la verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 12 di 62</p>
---	---

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2$$

$$2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

3.1.2. Verifica delle caratteristiche altimetriche

La verifica delle caratteristiche altimetriche è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

(a) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal D.M. 05.11.2001 per strade di tipo B (strade extraurbane principali), è pari al 6% (in galleria 4%).

(b) 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 [m] = raggio del raccordo verticale convesso

D [m] = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h₁ [m] = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente

h₂ [m] = altezza dell'ostacolo

Si pone di norma h₁ = 1.10 m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone h₂ = 0.10 m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone h₂ = 1.10 m.

(c) Raccordi verticali concavi

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 13 di 62</p>
---	---

- 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:

Rv [m] = raggio del raccordo verticale concavo

D [m] = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h [m] = 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 ϑ = 1°.

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

3.1.3. Verifiche 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" (D.M. 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 seguente distanza:

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.

Le verifiche di visibilità per l'arresto sono state condotte adottando, secondo quanto previsto dal D.M. 05.11.2001, i coefficienti di aderenza della tabella seguente.

VELOCITA'	25	40	60	80	100	120	140
km/h							

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 14 di 62</p>
---	---

f_i	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
Autostrade							
f_i	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-
Altre strade							

Tabella 3 – D.M. 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

I valori di f_i riferiti alle autostrade possono essere adottati per le strade extraurbane principali (tipo B) qualora le qualità del piano viabile risultino paragonabili a quelle delle strade di tipo A e siano mantenute tali nel tempo.

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del D.M. 05.11.2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 20 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_i = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

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

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 15 di 62</p>
--	---

3.2 Rappresentazione dei risultati

I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare nei paragrafi successivi dove vengono riportate le seguenti informazioni:

- Andamento planimetrico: si riportano i dati di tracciamento dell'asse principale di progetto.
- Andamento altimetrico (profilo longitudinale): si riportano i dati del profilo longitudinale dell'asse principale di progetto.
- Diagramma delle velocità del tracciato secondo quanto prescritto dal D.M. 05.11.2001.
- Verifiche delle caratteristiche geometriche degli elementi compositivi del tracciato, con indicazione delle situazioni fuori norma.
- Distanze di visibilità e distanze di visuale libera per l'arresto.

All'interno del progetto sono stati allegati inoltre gli elaborati relativi ai diagrammi di visibilità per ogni tracciato esaminato, indicando gli eventuali allargamenti di piattaforma necessari a garantire l'arresto.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 16 di 62</p>
---	---

4 VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 19.04.2006

Le caratteristiche stradali delle rampe sono state definite a partire dagli intervalli di velocità indicati nella tabella 7 del paragrafo 4.7.1 della Norma e riportati per completezza nella tabella seguente:

tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

Tabella 4 – Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per le rampe indirette il valore indicato in Tabella 4 rappresenta la velocità minima di progetto mentre la velocità di progetto massima è assunta pari a quella della corrispondente rampa semidiretta.

4.1 Criteri per le verifiche di rispondenza alla normativa

La verifica di rispondenza al D.M. 19.04.2006 è stata condotta andando a controllare i seguenti aspetti della progettazione stradale:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

Per quanto riguarda l'analisi delle distanze di visibilità e il dimensionamento delle corsie specializzate si rimanda ai relativi paragrafi nel seguito della presente relazione.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 17 di 62</p>
---	---

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari si è fatto riferimento alle indicazioni contenute alla tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19.04.2006 che relativamente al caso di strade extraurbane fornisce le indicazioni riportate in Tabella 5.

Strade extraurbane				
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	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
	B	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Tabella 5 – Larghezze degli elementi modulari

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", di seguito sono riportate le verifiche prese in considerazione:

- a) raggi minimi planimetrici;
- b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- c) pendenze longitudinali massime;
- d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi);
- e) raggi altimetrici minimi (raccordi convessi).

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal D.M. 19/04/2006 che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (vedi Tabella 6).

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250

Tabella 6 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 18 di 62</p>
---	---

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai seguenti criteri contenuti nel D.M. 5.11.2001:

Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)

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

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

dove:

- c = contraccolpo;
- 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:

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

Il D.M. 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File:</p> <p>P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 19 di 62</p>
---	--

sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

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

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;

$$q_i = \frac{i_{ci}}{100} \text{ dove } i_{ci} = \text{pendenza trasversale iniziale}$$

$$q_f = \frac{i_{cf}}{100} \text{ con } i_{cf} = \text{pendenza trasversale finale}$$

- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

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

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione:

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

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001, è prevista la verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 20 di 62</p>
---	---

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

(c) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal D.M. 19/04/2006, è funzione della velocità di progetto come riportato in Tabella 7.

Velocità di progetto minima	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita	(%)	10	7.0		5.0		
Pendenza massima in discesa	(%)	10	8.0		6.0		

Tabella 7 – Pendenze longitudinali massime delle rampe

(d) Raccordi verticali convessi

Secondo quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 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 [m] = raggio del raccordo verticale convesso
- D [m] = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h_1 [m] = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente
- h_2 [m] = altezza dell'ostacolo

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m ed $h_2 = 0.10$ m in caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso.

(e) Raccordi verticali concavi

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 21 di 62</p>
---	---

Secondo quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 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:

- Rv [m] = raggio del raccordo verticale concavo
- D [m] = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h [m] = 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 ϑ = 1°.

4.1.1. Verifiche 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 intersezioni stradali" (D.M. 19/04/2006), deve essere verificata rispetto alla velocità di progetto la sussistenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05.11.2001 e ciò comporta che lungo il tracciato stradale della rampa la distanza di visuale libera deve essere confrontata 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.

Le verifiche di visibilità per l'arresto sono state condotte adottando, secondo quanto previsto dal D.M. 05.11.2001, i coefficienti di aderenza della tabella seguente.

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f _i	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 22 di 62</p>
---	---

Autostrade							
f_i	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-
Altre strade							

Tabella 8 – D.M. 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

I valori di f_i riferiti alle autostrade possono essere adottati per le strade extraurbane principali (tipo B) qualora le qualità del piano viabile risultino paragonabili a quelle delle strade di tipo A e siano mantenute tali nel tempo.

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del D.M. 05.11.2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 20 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_i = 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:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 23 di 62</p>
---	---

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

4.2 Criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate

Il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione e diversione è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

4.2.1. Corsie di immissione (o di entrata)

Con riferimento allo schema di Figura 5 la lunghezza del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è 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/s²) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s^2 .

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ nelle corsie di entrata od immissione si determina in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, sulla base della Tabella 9.

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

Tabella 9 – Valori del tratto di raccordi $L_{v,e}$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 24 di 62</p>
---	---

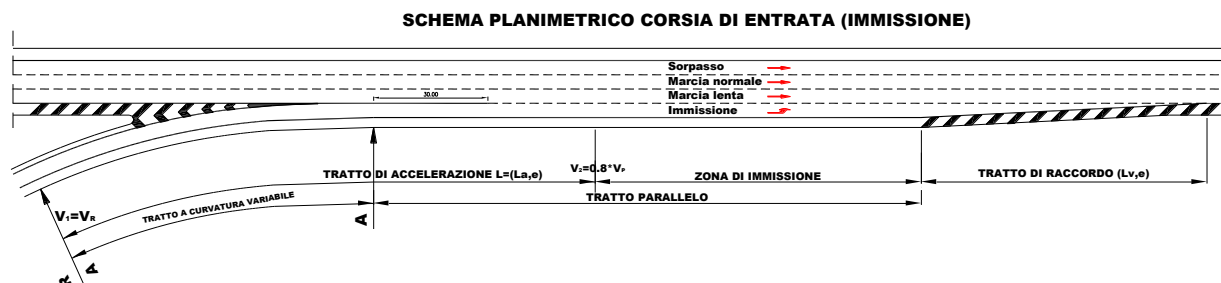


Figura 5 – Schema planimetrico corsia di immissione

Da un punto di vista funzionale le corsie specializzate sono state dimensionate verificando la funzionalità dell'intera "zona di immissione" secondo la metodologia indicata nella circolare ANAS 53688/2009 nonché attraverso il metodo probabilistico. Per la definizione dei livelli di traffico si è fatto riferimento allo studio di traffico relativo al progetto definitivo del lotto 2.

4.2.2. Corsie di uscita (o di diversione)

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 6), 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/s^2) è la decelerazione assunta per la manovra pari a $3 m/s^2$ per le strade tipo A, B e $2,0 m/s^2$ per le altre strade.

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ in una corsia di uscita o decelerazione si determina in base alla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia, secondo la Tabella 10.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 25 di 62</p>
---	---

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
$V_p \geq 100$	90

Tabella 10 – Valori del tratto di manovra $L_{m,u}$

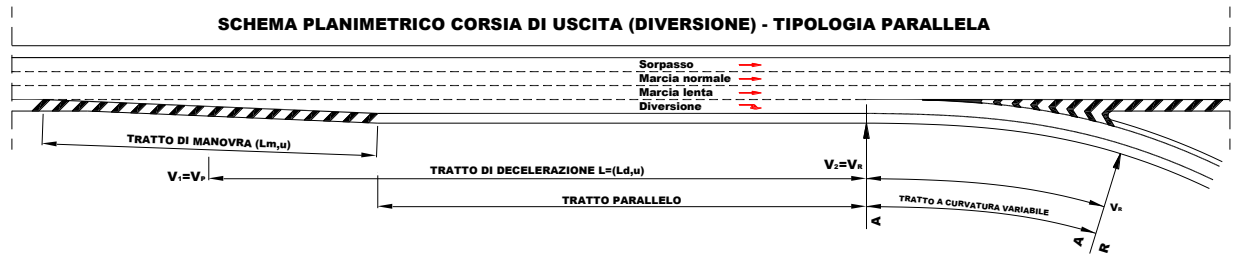


Figura 6 – Schema planimetrico corsia di uscita (diversione) – tipologia parallela

4.2.3. Rappresentazione dei risultati

I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare nei paragrafi successivi dove vengono riportate le seguenti informazioni:

- Andamento planimetrico: si riportano i dati di tracciamento di tutti gli assi di progetto.
- Andamento altimetrico (profilo longitudinale): si riportano i dati del profilo longitudinale di tutti gli assi di progetto.
- Distanze di visibilità e distanze di visuale libera per l'arresto.

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO <i>P00PS00TRARE01A</i> <i>Relazione tecnica tracciato</i>	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 26 di 62
---	---

5 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI RISPONDEZZA DEL PROGETTO AL D.M. 05.11.2001

5.1 Asse principale

5.1.1. Andamento planimetrico

La viabilità di progetto presenta un asse caratterizzato da un tratto in rettilineo di lunghezza complessiva pari a 2'315.70 m tra la progressiva km 21+584.30 e km 23+900. Nel tratto iniziale, tra la progressiva km 21+488 e km 21+584.30, è presente una clotoide con parametro A pari a 393.64 che collega il tratto in rettilineo con la curva circolare di progetto di raggio planimetrico pari a 1.000 m in corrispondenza del viadotto Bacchelina.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa degli elementi del tracciato (si ricorda che la presente relazione tratta lo stralcio 2C, tra la progressiva km 21+488 e la progressiva km 23+900):

Tipo	Prog.l. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio l. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
ARCO	21400.000	21429.355	29.355	0.000	1000.000	1000.000	Dx	-5.402	5.402	120
CLOTOIDE	21429.355	21584.306	154.951	393.638	1000.000	0.000	Dx	0.000	0.000	120
RETTIFILIO	21584.306	23999.866	2415.560	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120

Tabella 11 – Elementi base tracciato SS195

Nel tratto a nord, in prossimità del viadotto Bacchelina (prog. km 21+488), è previsto il raccordo con la viabilità esistente, il quale si estende per una lunghezza complessiva di circa 145 m (tra prog. km 21+488 e km 21+650).

In base ai dati di tracciamento il diagramma delle velocità è tale per cui tutto il tracciato oggetto di intervento viene percorso alla Vp max pari a 120 km/h.

La Figura 7 riporta il diagramma di velocità del tratto in esame.

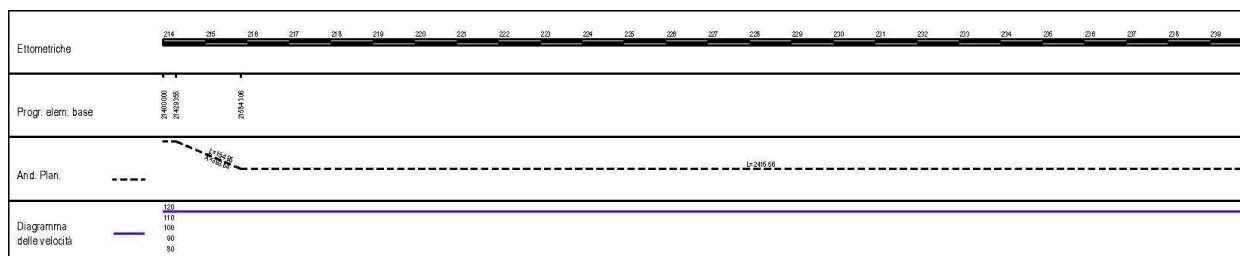


Figura 7 – Diagramma di velocità SS195

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO <i>P00PS00TRARE01A</i> <i>Relazione tecnica tracciato</i>	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 27 di 62
---	---

5.1.1.1 Andamento altimetrico e raccordi verticali

Dal punto di vista altimetrico, l'asse stradale è costituito da livellette tali da aderire il più possibile al profilo altimetrico esistente.

In Tabella 12 sono indicate le pendenze longitudinali delle livellette di progetto; si può notare come ogni pendenza risulti essere minore della pendenza massima longitudinale prevista dalla normativa ($p < 6.00\%$).

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
0	21500.0005	77.0814	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
1	21682.3533	84.1932	182.3528	6.9778	3.9000	7.1118	182.4915	6.9832	
2	21965.2203	86.5976	282.8669	2.9919	0.8500	2.4044	282.8772	2.9920	
3	22914.7525	73.7789	949.5322	811.2822	-1.3500	-12.8187	949.6188	811.3562	
4	23197.1777	73.7789	282.4251	231.1751	0.0000	0.0000	282.4251	231.1751	
5	23808.7672	78.0600	611.5895	576.5895	0.7000	4.2811	611.6045	576.6036	
6	23961.0380	78.0600	152.2708	76.2944	0.0000	0.0000	152.2708	76.2944	
7	24126.5000	76.4474	165.4620	106.9856	-0.9746	-1.6126	165.4699	106.9907	

Tabella 12 – Livellette di progetto SS195

Si precisa che le livellette n. 6 e 7 sono relative al profilo stradale dell'asse del Lotto n.3, inserite per consentire il raccordo verticale con la viabilità di progetto.

Le livellette di progetto, sono tra di loro raccordate da raccordi verticali concavi e convessi. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa, precisando che il raccordo n.6 è relativo al Lotto 3.

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	11500.0000	-3.0500	350.8625	21506.9783	21857.7283	350.7500
2	Parabolico	9500.0000	-2.2000	209.0049	21860.7203	22069.7203	209.0000
3	Parabolico	5000.0000	1.3500	67.5021	22881.0025	22948.5025	67.5000
4	Parabolico	5000.0000	0.7000	35.0003	23179.6777	23214.6777	35.0000
5	Parabolico	5000.0000	-0.7000	35.0003	23791.2672	23826.2672	35.0000
6	Parabolico	12000.0000	-0.9746	116.9546	23902.5616	24019.5144	116.9528

Tabella 13 – Raccordi verticali di progetto SS195

5.1.1.2 Verifiche di visibilità

Le verifiche di visibilità sono state condotte confrontando i valori delle distanze di visibilità del tracciato con i valori minimi richiesti dalla normativa. In particolare sono state verificate le seguenti distanze:

- Distanza di visibilità per l'arresto;
- Distanza di visibilità per la manovra del cambiamento di corsia.

In merito alla distanza di visibilità per l'arresto, si riportano i risultati grafici relativi alla carreggiata sud (dir. Cagliari) per la corsia di marcia e la corsia di sorpasso.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 28 di 62</p>
---	---

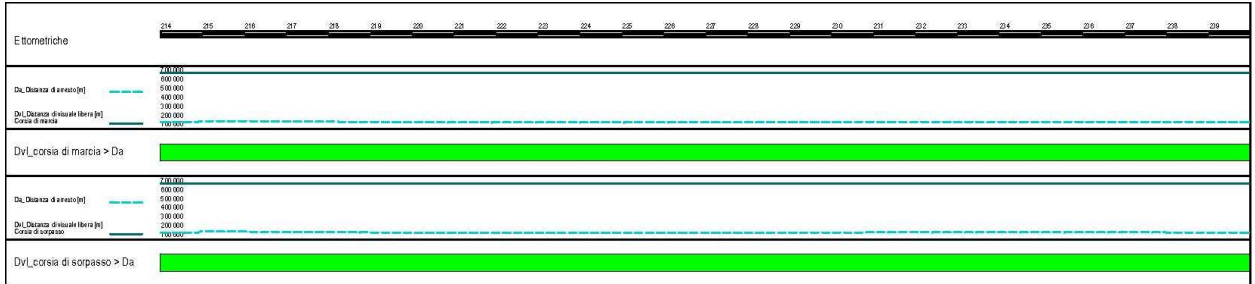


Figura 8 – Distanza di visibilità per l'arresto – Carreggiata sud

Per la carreggiata nord, le verifiche sono di seguito riportate:

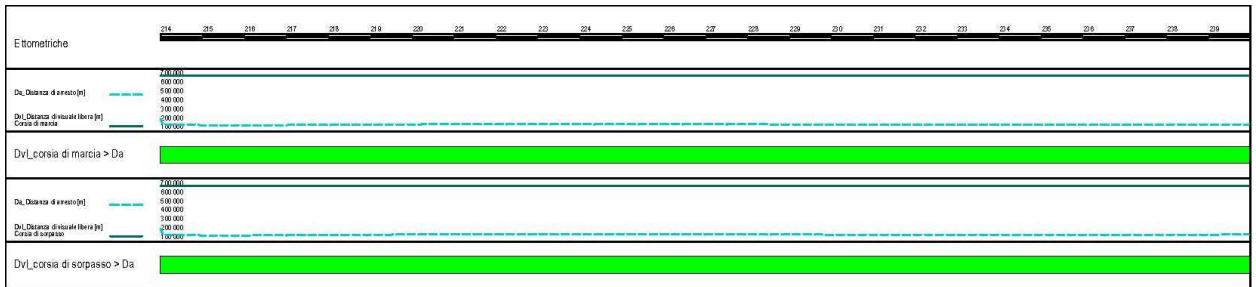


Figura 9 – Distanza di visibilità per l'arresto – Carreggiata nord

Si riportano di seguito i risultati grafici della verifica della **distanza di visibilità per la manovra del cambiamento di corsia, relativi alla corsia di sorpasso**, rispettivamente per la carreggiata sud e la carreggiata nord in corrispondenza della corsia di uscita dello Svicolo Saras.

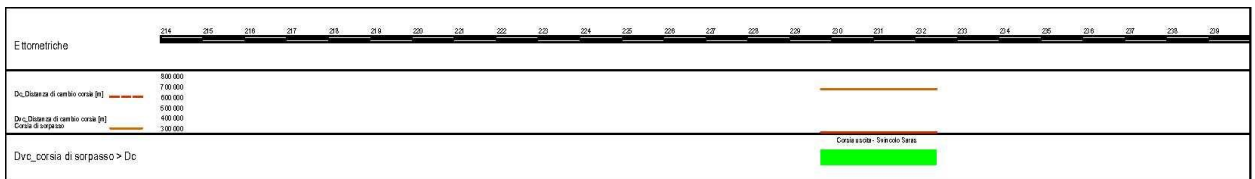


Figura 10 – Distanza di visibilità per cambio corsia – Carreggiata sud

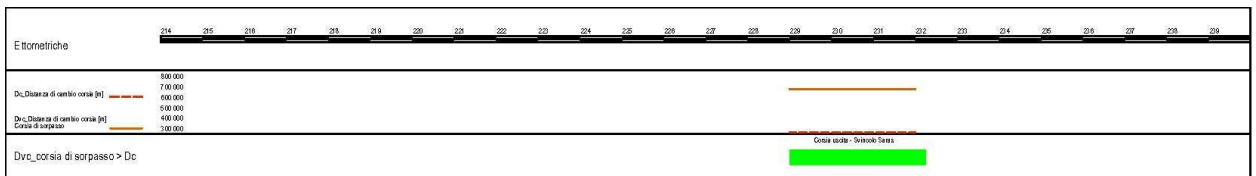


Figura 11 – Distanza di visibilità per cambio corsia – Carreggiata nord

PROGETTO DEFINITIVOP00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato**5.1.2. Viabilità secondaria**

Per quanto riguarda la progettazione della viabilità secondaria, considerando che si tratta di strade esistenti, essendo già esclusa tale tipologia di intervento dal rispetto delle indicazioni contenute nel D.M. 5.11.2001, secondo quanto previsto all'art. 4 della suddetta norma, la progettazione è stata improntata alla risoluzione dell'interferenza senza determinare pericolose ed inopportune discontinuità e realizzando una sezione tipo che mantenga quanto più possibile il calibro della sezione esistente, adottando comunque dimensioni non inferiori.

Il D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" classifica le intersezioni sulla base delle strade che devono connettere.

La figura seguente riporta le tipologie di intersezione ammesse dal D.M. 5.11.2001, tuttavia si ricorda che tali norme "non riguardano la progettazione geometrica e funzionale delle intersezioni" che viene esplicitata nel D.M. 19.04.2006.

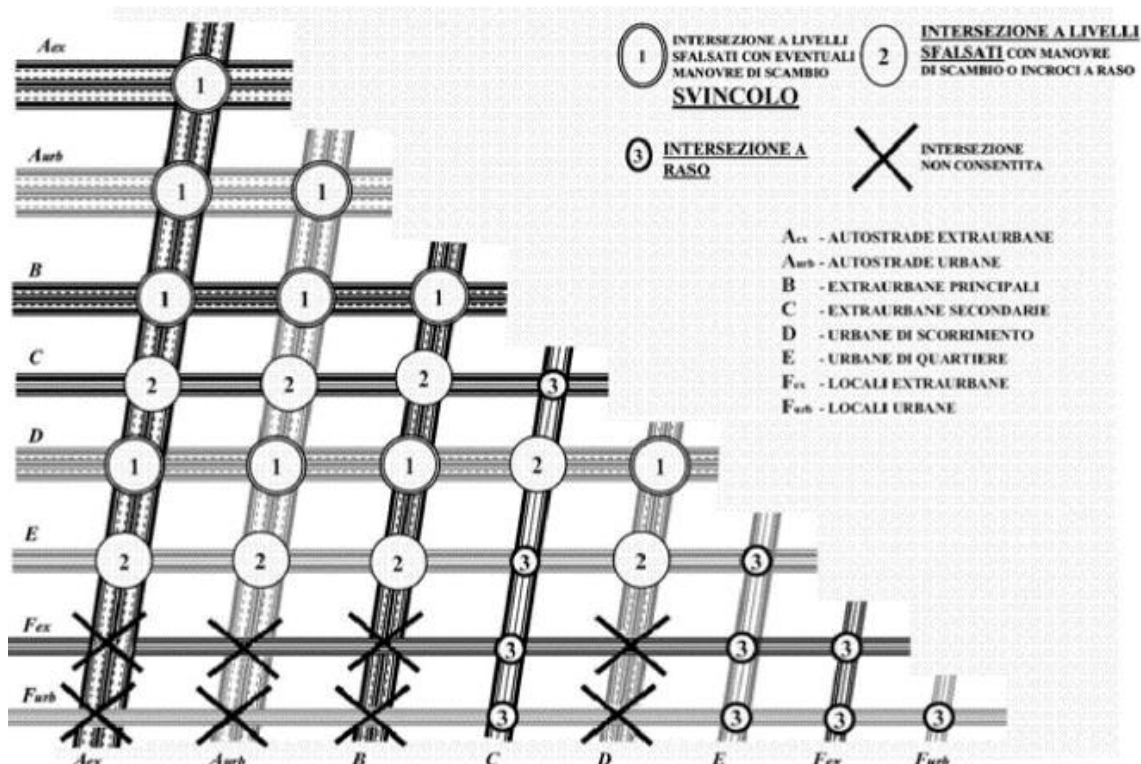


Figura 12 – Intersezioni stradali ammesse

In riferimento al progetto in essere si ricorda che il D.M. 19.04.2006 prevede all'art. 2 comma 3 che "nel caso di interventi di adeguamento di intersezioni esistenti le norme allegate costituiscono il riferimento cui la progettazione deve tendere".

Alla luce dei vincoli geometrici presenti allo stato di fatto e ricadendo nel caso di adeguamento di un'intersezione esistente; ferma restando la classificazione della SS195 "Sulcitana" come strada di tipo

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO <i>P00PS00TRARE01A</i> <i>Relazione tecnica tracciato</i>	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 30 di 62
---	---

"B – Extraurbana principale" il presente progetto, in corrispondenza dello svincolo Saras, prevede un'intersezione a livelli sfalsati con incroci a raso progettando la viabilità secondaria classificata come una strada di tipo "C2 – Extraurbana secondaria".

L'intersezione a livelli sfalsati prevede in definitiva:

- n. 2 corsie di uscita dalla SS195 "Sulcitana" (una per direzione);
- n. 2 corsie di entrata verso la SS195 "Sulcitana" (una per direzione);
- n. 1 viabilità di progetto caratterizzata da piattaforma stradale di tipo "C2 – Extraurbana secondaria";
- n. 2 intersezioni a raso tra le corsie di entrata ed uscita dalla SS195 "Sulcitana" e la viabilità secondaria di progetto.

5.1.2.1 Andamento planimetrico

La viabilità secondaria di progetto è caratterizzata da un asse costituito da una successione di rettili e curve circolari a raggio costante, collegati tra di loro da curve a raggio variabile. Si riporta di seguito una tabella indicante le caratteristiche degli elementi base del tracciato stradale:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
RETTIFOLO	0.000	67.392	67.392	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	100
CLOTOIDE	67.392	129.619	62.227	185.000	0.000	550.000	Dx	0.000	0.000	100
ARCO	129.619	210.414	80.795	0.000	550.000	550.000	Dx	-6.046	6.046	100
CLOTOIDE	210.414	272.641	62.227	185.000	550.000	0.000	Dx	0.000	0.000	100
RETTIFOLO	272.641	524.414	251.773	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	100
CLOTOIDE	524.414	630.888	106.474	119.000	0.000	133.000	Sx	0.000	0.000	76
ARCO	630.888	682.658	51.770	0.000	133.000	133.000	Sx	7.000	-7.000	63
CLOTOIDE	682.658	790.929	108.271	120.000	133.000	0.000	Sx	0.000	0.000	78
RETTIFOLO	790.929	838.961	48.032	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	85

Tabella 14 – Elementi base tracciato viabilità secondaria

Il tracciato è stato progettato in base all'intervallo di Vp per una strada di tipo "C – Extraurbana secondaria" compreso tra 60 e 100 km/h.

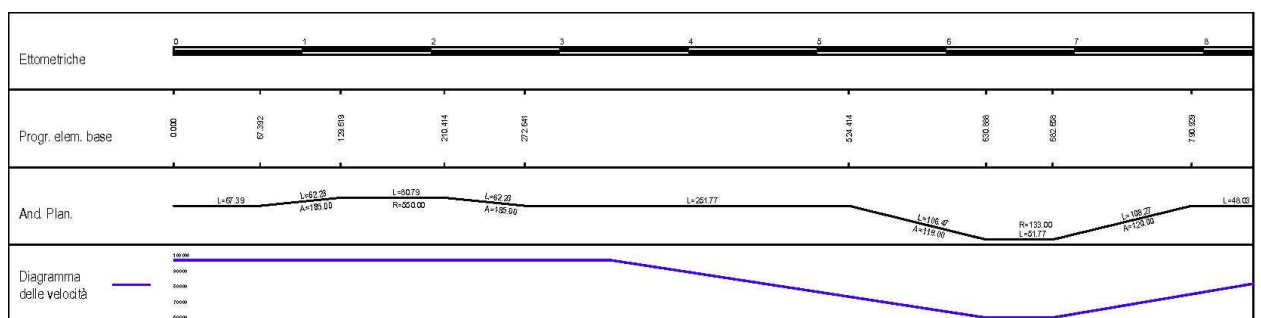


Figura 13 – Diagramma di velocità viabilità secondaria

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO <i>P00PS00TRARE01A</i> <i>Relazione tecnica tracciato</i>	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 31 di 62
---	---

5.1.2.2 Andamento altimetrico e raccordi verticali

Dal punto di vista altimetrico, alla luce dei vincoli esistenti rappresentati dai punti di attacco alla viabilità in essere, l'asse stradale è stato progettato ai sensi della normativa vigente attraverso la predisposizione di un nuovo viadotto e rispettiva viabilità di avvicinamento.

In Tabella 15 sono indicate le pendenze longitudinali delle livellette di progetto; si può notare come ogni pendenza risulti essere minore della pendenza massima longitudinale prevista dalla normativa ($p < 10.00\%$).

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.	Esito
0	208.6875	68.2014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	●
1	351.9068	76.2239	143.2192	81.3176	5.6015	8.0225	143.4438	81.4451	●
2	523.1694	83.4613	171.2626	2.6680	4.2260	7.2375	171.4154	2.6704	●
3	716.5606	84.1309	193.3913	57.8255	0.3462	0.6695	193.3924	57.8258	●
4	838.9600	88.0886	122.3994	93.5266	3.2335	3.9578	122.4633	93.5754	●

Tabella 15 – Livellette di progetto viabilità secondaria

Le livellette di progetto, sono tra di loro raccordate da raccordi verticali concavi e convessi. Si riporta di seguito una tabella riepilogativa:

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	9000.0000	-1.3756	123.9535	290.0052	413.8084	123.8032
2	Parabolico	5500.0000	-3.8797	213.4551	416.4764	629.8624	213.3860
3	Parabolico	2000.0000	2.8873	57.7569	687.6878	745.4334	57.7456

Tabella 16 – Raccordi verticali di progetto

5.1.2.3 Verifiche di visibilità

Le verifiche di visibilità sono state condotte confrontando i valori delle distanze di visibilità del tracciato con i valori minimi richiesti dalla normativa. In particolare è stata verificata la **distanza di visibilità per l'arresto**.

Si riportano i risultati grafici relativi all'asse di progetto:

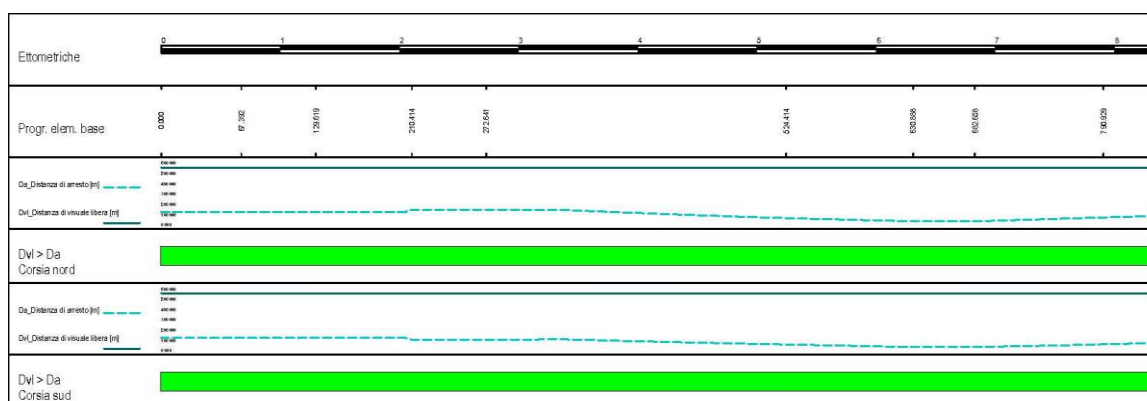


Figura 14 – Distanza di visibilità per l'arresto

<p style="text-align: center;">ANAS S.p.A.</p> <p style="text-align: center;">S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO</p> <p style="text-align: center;">P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A- 1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 32 di 62</p>
--	--

Vista la particolare configurazione del tracciato e la presenza di intersezioni stradali, il sorpasso è vietato in tutta la viabilità di progetto.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 33 di 62</p>
---	---

6 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 19.04.2006

6.1 Dimensionamento delle rampe asse principale

6.1.1. Flussi di traffico

I dati di traffico lungo la SS195 "Sulcitana" sono stati estratti dallo studio del traffico per il completamento dell'itinerario Cagliari-Pula. Esso si riferisce a due orizzonti temporali (anno 2026 in cui è prevista l'entrata in esercizio dell'infrastruttura e anno 2036 a dieci anni dalla realizzazione) secondo due scenari riferiti al livello medio annuo e al valore del terzo trimestre che statisticamente risulta quello con flussi maggiori. Di cui si riportano le due tabelle riassuntive dei risultati.

Tratta	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Densità veicolare	Livello di Servizio	ANNO
Lotto 2	12.947	603	4,7	A	2026
Lotto 2	15.414	734	5,7	A	2036

Tabella 17 – Dati di traffico e LOS livello medio annuo

Tratta	TGM Leggeri	TGM Pesanti	Densità veicolare	Livello di Servizio	ANNO
Lotto 2	15.765	660	5,7	A	2026
Lotto 2	18.769	804	6,8	B	2036

Tabella 18 – Dati di traffico e LOS valore del terzo trimestre

Per i dimensionamenti di seguito riportati verrà utilizzato il traffico di punta del trimestre di maggior carico.

6.1.2. Dimensionamento corsia di entrata

Le corsie di entrata sono composte dai seguenti tratti elementari:

Tratto di accelerazione;

Tratto di immissione;

Tratto di raccordo.

PROGETTO DEFINITIVO

P00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato

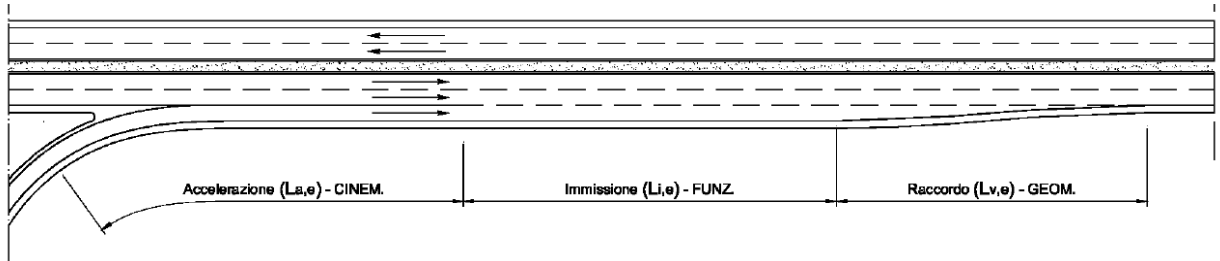


Figura 15 – Corsia di entrata

La metodologia indicata nella circolare ANAS 53688/2009 propone, per le strade tipo A e B, l'utilizzo dei seguenti abachi che individuano i tratti L1, L2 ed L3.

TABELLA 3

CORSIA DI IMMISSIONE SU STRADA TIPO B

Legenda
 Vr = Velocità d'ingresso sul tronco di accelerazione, corrispondente alle velocità di percorrenza della curva circolare
 Vf = 80% di Vp, essendo Vp la velocità di progetto dell'asta principale, desunta dal diagramma di velocità

N.B.
 (*) Non valgono le limitazioni sul parametro A di cui al DM 5/11/01; inoltre è consentito l'utilizzo di stadioli multiparametro con $\alpha > 1$ (paraboloidi)
 (**) Il tronco di immissione è necessario per flussi della corrente principale nella quale avviene l'immissione superiori a 700 veic/h ed è calcolabile in base a:
 $L2 = ((Q1 - 700) / 100)^{0.4} \cdot Vf$, essendo Q1 il flusso della corrente principale (VE, par. 3.4 "Progetto di intersezioni stradali" - Giovanni de Rosa - Utet 2002)

Abaco per il calcolo di L1 e L3

Solo indiretta R=25 m					R=45 m					R=75 m					R=120 m				
Vp	Vf	Vr	L1	L3	Vp	Vf	Vr	L1	L3	Vp	Vf	Vr	L1	L3	Vp	Vf	Vr	L1	L3
(km/h)	(km/h)	(km/h)	(m)	(m)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(m)	(m)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(m)	(m)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(m)	(m)
120	96	30	321	75	120	96	40	294	75	120	96	50	259	75	120	96	80	217	75
110	88	30	264	75	110	88	40	237	75	110	88	50	202	75	110	88	80	160	75
100	80	30	212	75	100	80	40	185	75	100	80	50	150	75	100	80	80	108	75
90	72	30	165	75	90	72	40	138	75	90	72	50	104	75	90	72	80	61	75
80	64	30	123	75	80	64	40	96	75	80	64	50	62	75	80	64	80	19	75

Abaco per il calcolo di L2

Q1=750 veic/h			Q1=800 veic/h			Q1=850 veic/h			Q1=900 veic/h			Q1=950 veic/h			Q1=1000 veic/h		
Vp	Vf	L2	Vp	Vf	L2	Vp	Vf	L2	Vp	Vf	L2	Vp	Vf	L2	Vp	Vf	L2
(km/h)	(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(m)
120	96	13	120	96	27	120	96	40	120	96	53	120	96	67	120	96	80
110	88	12	110	88	24	110	88	37	110	88	49	110	88	61	110	88	73
100	80	11	100	80	22	100	80	33	100	80	44	100	80	56	100	80	67
90	72	10	90	72	20	90	72	30	90	72	40	90	72	50	90	72	60
80	64	9	80	64	18	80	64	27	80	64	36	80	64	44	80	64	53

(***) N.B. la larghezza della banchina in dx può eventualmente essere ridotta a 1 m

ANAS SpA - Direzione Centrale Progettazione

Tabella 19 – Lunghezze corsie di immissione Circolare 53688/2009 strada tipo B

La lunghezza del **tratto di accelerazione (L1)** viene determinato secondo il metodo cinematico riportato dal D.M. 19.04.2006:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 35 di 62</p>
---	---

dove:

- v1 è la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione corrispondente al termine della curva circolare;
- v2 è pari al valore corrispondente all'80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia di immette. Nel caso in esame sarà l'80% di 120 km/h, ovvero 96 km/h;
- a è l'accelerazione, posta pari a 1.00 m/s².

Per quanto riguarda il dimensionamento del **tratto di immissione (L2)**, ci sono vari metodi di riferimento:

- metodo di dimensionamento semi-empirico, che si basa sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia;

metodi basati sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia come ad esempio il metodo probabilistico.

Metodo semi-empirico

Tale metodo ipotizza un intervallo accettato di immissione pari a 2,5 sec ed una distribuzione casuale del traffico. Per flussi di traffico superiori a 700 veicoli/h vale la seguente relazione:

$$L = \frac{N - 700}{100} \cdot v_f$$

dove:

- N è il flusso in veicoli/ora della corrente principale dove si immette la corsia;
- v_f è pari all'80% della velocità di progetto della viabilità in cui la corsia si immette.

Si osserva che qualora il flusso sulla strada principale sia inferiore a 700 veicoli/ora la lunghezza del tratto di immissione è nulla.

Nel caso specifico il calcolo del flusso sulla corsia di marcia "lenta" viene eseguito partendo dal traffico giornaliero di punta:

Traffico giornaliero di punta del terzo trimestre: 19.573 veicoli/giorno. Ipotizzando un flusso non bilanciato (65%-35%) si ottiene un flusso monodirezionale pari a 12.722 veicoli/giorno da dividere equamente tra le due corsie. Per la stima della portata oraria si può considerare, in ambito extraurbano, un valore variabile tra il 7% ed il 10% ottenendo quindi un flusso orario variabile tra 445 e 636 veicoli/ora.

Metodo probabilistico

Il metodo probabilistico si fonda sul fatto che la corsia dovrà essere tanto più lunga quanto minore è la probabilità che l'intervallo casuale (headway) sia maggiore dell'intervallo accettato (gap critico). Esso si basa sulla portata di progetto massima (desunta dai dati di traffico a disposizione e pari a 636 veic/h) e considera la velocità effettiva di percorrenza corrispondente al termine della clotoide e coincidente con il punto iniziale del tronco parallelo (con un valore dell'accelerazione pari a 1m/s²).

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 36 di 62</p>
---	---

Pertanto la lunghezza del tronco di immissione viene calcolata nel modo seguente:

$$Q1 = Q / 3600 \text{ sec} = 636/3600 = 0.176 \text{ veic/sec}$$

- Headway medio $h1 = 1/Q1 = 5.66 \text{ sec}$
- Il gap critico è assunto pari a $\tau = 2 \text{ sec}$

Per quanto riguarda la probabilità che si manifesti nella corsia corrente dell'asse principale l'intervallo casuale maggiore dell'intervallo accettato, la norma CNR del 1982 indica di utilizzare un percentile del tempo di attesa elevato. Pertanto riferendosi ad un percentile di probabilità del 90%, si desume il numero degli eventi (passaggio di veicoli) che potrebbero verificarsi prima che si manifesti l'evento sotto la forma di probabilità totale > 0.90 (per $\tau = 2$).

Il tempo massimo di attesa è pari al distanziamento medio per il numero di eventi, meno il primo e risulta:

- $t_{\text{max}} = h1 \times (n. \text{ eventi} - 1) = 5.66 \text{ sec}$
- $L = vr \times t_{\text{max}}$

Infine la lunghezza del tronco di immissione risulta pari allo spazio percorso nel tempo d'attesa moltiplicato per la velocità della rampa. Dai calcoli effettuati risulta che le lunghezze dei tronchi di immissione, considerando la successione di n.2 eventi, corrispondente ad una probabilità pari al 91.14%, si attestano a 87 m nel caso della rampa B e a 97 m nel caso della rampa D.

Alla luce dei risultati la scelta progettuale adottata per il lotto in esame è stata quella di utilizzare i risultati del metodo probabilistico in quanto più critico.

Per la lunghezza del **tratto di raccordo (L3)**, si ricorre a quanto indicato dalla vigente normativa e riportato nella suddetta circolare, che indica il valore della lunghezza sulla base della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

Tabella 20 – Lunghezza tratto di raccordo (D.M. 19.04.2006)

Rampa B svincolo Saras:

Si riportano di seguito i dati di input per il calcolo della lunghezza della corsia di entrata per la rampa B:

Flusso asse principale: inferiore a 700 veicoli/ora;

Velocità di progetto asse principale: 120 km/h;

Velocità di progetto in uscita dalla rampa: 48.37 km/h;

Accelerazione pari a 1.0 m/sec^2

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 37 di 62</p>
---	---

Ottenendo in questo caso le seguenti lunghezze parziali:

Tratto di accelerazione (L1): 265m

Tratto di immissione (L2): 87m

- Tratto di raccordo (L3): 75m

La lunghezza della corsia di entrata di progetto è pari a 427m come richiesto dai calcoli.

Rampa D svincolo Saras:

Si riportano di seguito i dati di input per il calcolo della lunghezza della corsia di entrata per la rampa D:

- Flusso asse principale: inferiore a 700 veicoli/ora;
- Velocità di progetto asse principale: 120 km/h;
- Velocità di progetto in uscita dalla rampa: 53.73 km/h;
- Accelerazione pari a 1.0 m/sec²

Ottenendo in questo caso le seguenti lunghezze parziali:

- Tratto di accelerazione (L1): 244m
- Tratto di immissione (L2): 97m
- Tratto di raccordo (L3): 75m

La lunghezza della corsia di entrata di progetto è pari a 416m come richiesto dai calcoli.

Dimensionamento corsia di uscita

Le corsie di uscita sono composte dai seguenti tratti elementari:

- Tratto di manovra;
- Tratto di decelerazione.

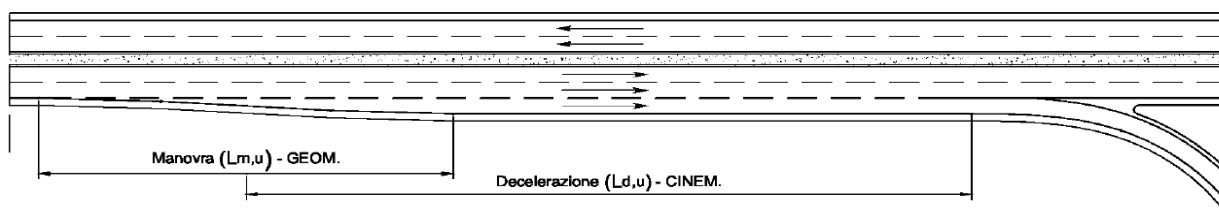


Figura 16 – Corsia di uscita

Il **tratto di manovra (Lm,u)** si determina in base alla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia, che nel caso in esame è pari a 120 km/h:

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 38 di 62</p>
---	---

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
≥ 120	90

Tabella 21 – Lunghezza tratto di manovra (D.M. 19.04.2006)

La lunghezza del **tratto di decelerazione (Ld,u)** viene determinato secondo il metodo cinematico:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- v_1 è la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita (120 km/h);
- v_2 è la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada;
- a è l'accelerazione, posta pari a 3.00 m/s².

Rampa A svincolo Saras:

Si riportano di seguito i dati di input per il calcolo della lunghezza della corsia di uscita per la rampa A:

- Velocità di progetto asse principale: 120 km/h;
- Velocità di progetto in uscita dalla rampa: 41.89 km/h;
- Decelerazione pari a 3.0 m/sec²

Ottenendo in questo caso le seguenti lunghezze parziali:

- Tratto di manovra (Lm,u): 90m
- Tratto di decelerazione (Ld,u): 163m

La lunghezza della corsia di uscita di progetto è pari a 210m > 208m (163+90/2) richiesti dal calcolo.

Rampa C svincolo Saras:

Si riportano di seguito i dati di input per il calcolo della lunghezza della corsia di uscita per la rampa C:

- Velocità di progetto asse principale: 120 km/h;
- Velocità di progetto in uscita dalla rampa: 46.88 km/h;
- Decelerazione pari a 3.0 m/sec²

Ottenendo in questo caso le seguenti lunghezze parziali:

- Tratto di manovra (Lm,u): 90m

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 39 di 62</p>
---	---

- Tratto di decelerazione (Ld,u): 157m

La lunghezza della corsia di uscita di progetto è pari a 210m > 202m (157+90/2) richiesti dal calcolo.

6.2 Larghezza degli elementi modulari delle rampe (sezione tipo)

La sezione trasversale delle rampe prevede una corsia da 4.00 metri, banchina in sinistra da 1.00 metro e banchina in destra da 1.00 metro.

6.3 Geometria degli elementi modulari delle rampe

Di seguito si riportano:

- gli elementi modulari, le pendenze delle livellette e le informazioni relative ai raccordi verticali in riferimento alla rampa A, corsia di uscita dalla carreggiata sud della SS195
- gli elementi modulari, le pendenze delle livellette e le informazioni relative ai raccordi verticali in riferimento alla rampa B, corsia di entrata verso la carreggiata sud della SS195
- gli elementi modulari, le pendenze delle livellette e le informazioni relative ai raccordi verticali in riferimento alla rampa C, corsia di uscita dalla carreggiata nord della SS195
- gli elementi modulari, le pendenze delle livellette e le informazioni relative ai raccordi verticali in riferimento alla rampa D, corsia di entrata verso la carreggiata nord della SS195

Si osserva che la pendenza longitudinale delle livellette delle rampe in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla norma per il tipo di rampe in oggetto.

I valori dei raggi verticali risultano essere maggiori di quello minimo, garantendo quindi la distanza di visibilità per l'arresto.

Rampa A svincolo Saras:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
RETTIFILO	0.000	210.000	210.000	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120
CLOTOIDE	210.000	253.918	43.918	46.861	0.000	50.000	Dx	0.000	0.000	47
ARCO	253.918	307.435	53.517	0.000	50.000	50.000	Dx	-7.000	7.000	42
CLOTOIDE	307.435	353.291	45.856	47.883	50.000	0.000	Dx	0.000	0.000	47
RETTIFILO	353.291	376.373	23.082	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	42

Tabella 22 – Elementi base tracciato rampa A

Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i [%]	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.
210.0000	73.5640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
326.3700	73.4490	116.3700	96.8867	-0.0989	-0.1151	116.3701	96.8868
376.3793	74.0491	50.0093	30.5260	1.2000	0.6001	50.0129	30.5282

Tabella 23 – Livellette di progetto rampa A

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 40 di 62
---	---

Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
Parabolico	3000.0000	1.2989	38.9674	306.8867	345.8533	38.9665

Tabella 24 – Raccordi verticali di progetto rampa A

Rampa B svincolo Saras:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0.000	43.681	43.681	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500
CLOTOIDE	43.681	106.447	62.765	66.284	0.000	70.000	Dx	0.000	0.000
ARCO	106.447	122.435	15.988	0.000	70.000	70.000	Dx	-7.000	7.000
CLOTOIDE	122.435	191.985	69.550	69.775	70.000	0.000	Dx	0.000	0.000
RETTIFILO	191.985	549.437	357.453	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500

Tabella 25 – Elementi base tracciato rampa B

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.
0	0.0000	74.0491	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	66.3380	73.2529	66.3380	34.4700	-1.2002	-0.7962	66.3427	34.4725
2	191.9847	74.4142	125.6467	93.7788	0.9243	1.1613	125.6521	93.7828

Tabella 26 – Livellette di progetto rampa B

Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
Parabolico	3000.0000	2.1245	63.7372	34.4700	98.2059	63.7359

Tabella 27 – Raccordi verticali di progetto rampa B

Rampa C svincolo Saras:

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
RETTIFILO	0.000	210.000	210.000	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	120
CLOTOIDE	210.000	271.327	61.327	63.137	0.000	65.000	Dx	0.000	0.000	53
ARCO	271.327	335.838	64.511	0.000	65.000	65.000	Dx	-7.000	7.000	47
CLOTOIDE	335.838	389.416	53.578	59.013	65.000	0.000	Dx	0.000	0.000	52
RETTIFILO	389.416	399.486	10.070	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500	47

Tabella 28 – Elementi base tracciato rampa C

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.
0	210.0000	73.8611	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	272.5919	74.2373	62.5919	34.2474	0.6010	0.3762	62.5931	34.2480
2	399.4800	81.8506	126.8881	98.5435	6.0000	7.6133	127.1163	98.7207

Tabella 29 – Livellette di progetto rampa C

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	1050.0000	5.3990	56.7269	244.2474	300.9365	56.6892

Tabella 30 – Raccordi verticali di progetto rampa C

Rampa D svincolo Saras:

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 41 di 62
---	---

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Parametro [m]	Raggio I. [m]	Raggio F. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]
RETTIFILO	0.000	14.355	14.355	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500
CLOTOIDE	14.355	67.255	52.900	69.000	0.000	90.000	Dx	0.000	0.000
ARCO	67.255	112.765	45.510	0.000	90.000	90.000	Dx	-7.000	7.000
CLOTOIDE	112.765	200.361	87.595	88.790	90.000	0.000	Dx	0.000	0.000
RETTIFILO	200.361	528.765	328.405	0.000	0.000	0.000		-2.500	-2.500

Tabella 31 – Elementi base tracciato rampa D

N.	Progressiva	Quota	Parziale	Parziale Res.	i (%)	Dislivello	Lunghezza	Lunghezza R.
0	0.0005	81.3008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	109.7605	74.7152	109.7600	58.6020	-6.0000	-6.5856	109.9574	58.7074
2	200.3607	75.2597	90.6001	39.4421	0.6010	0.5445	90.6018	39.4429

Tabella 32 – Livellette di progetto rampa D

N.	Tipo	Raggio Vert.	Delta i (%)	Sviluppo	Prog. Iniziale	Prog. Finale	Parziale Rac.
1	Parabolico	1550.0000	6.6010	102.3718	58.6025	160.9185	102.3160

Tabella 33 – Raccordi verticali di progetto rampa D

6.4 Distanze di visibilità per l'arresto delle rampe

Si riportano di seguito i risultati grafici relativi alla distanza di visibilità per l'arresto per ciascuna rampa dello svincolo. I tratti con mancata visibilità sono stati adeguati con gli allargamenti richiesti da normativa.

Rampa A svincolo Saras:

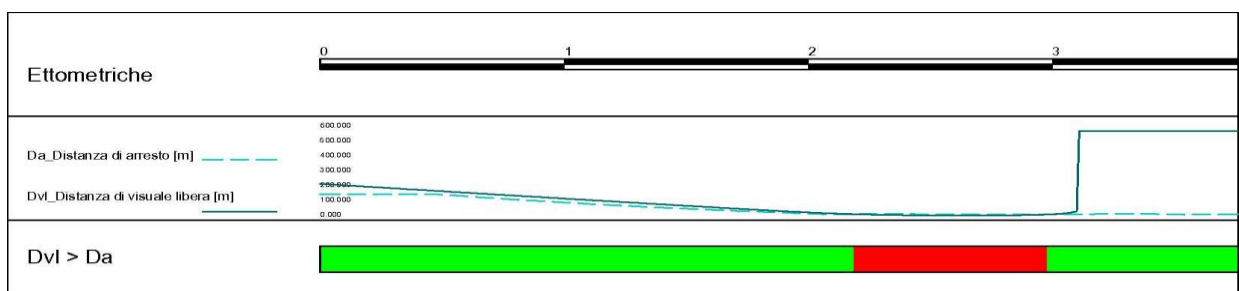


Figura 17 – Distanza di visibilità per l'arresto – Rampa A

Rampa B svincolo Saras:

ANAS S.p.A. S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2 PROGETTO DEFINITIVO P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato	File: P00PS00TRARE01A-1.doc Data: Giugno 2020 Pag. 42 di 62
---	---

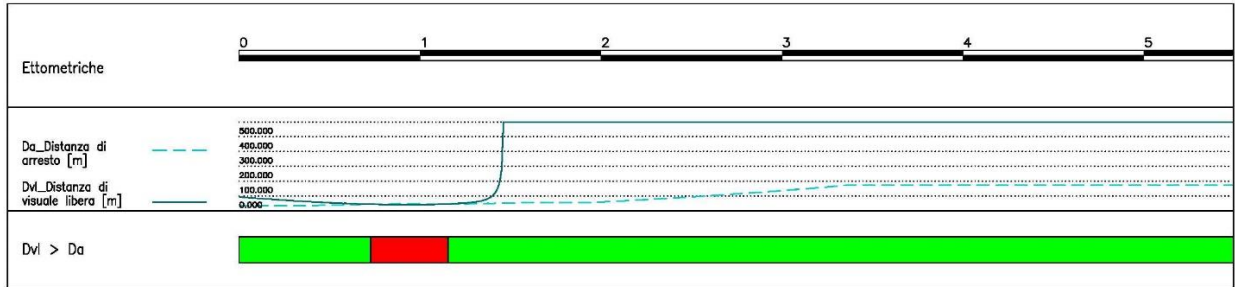


Figura 18 – Distanza di visibilità per l'arresto – Rampa B

Rampa C svincolo Saras:

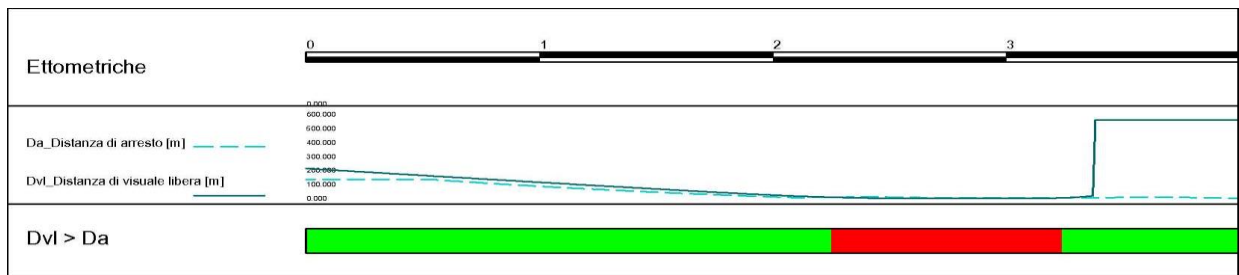


Figura 19 – Distanza di visibilità per l'arresto – Rampa C

Rampa D svincolo Saras:

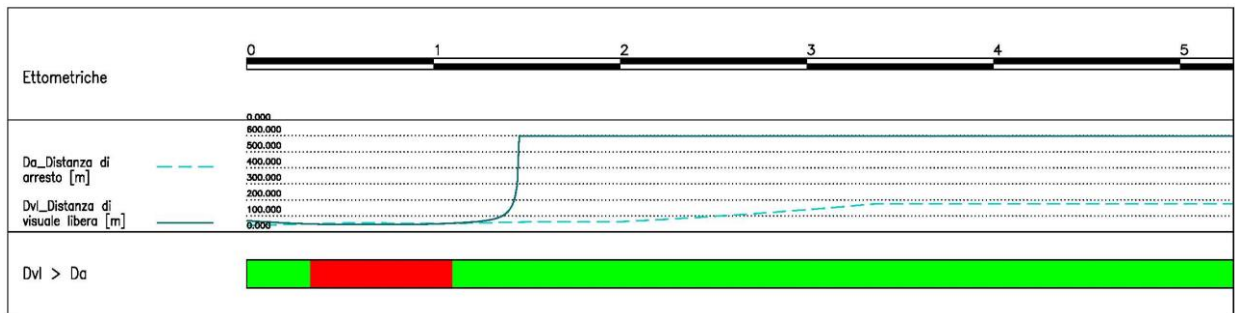


Figura 20 – Distanza di visibilità per l'arresto – Rampa D

Di seguito vengono riportate le progressive di inizio/fine allargamento e il valore massimo dell'allargamento per ogni rampa di progetto.

Rampa	da progr. [m]	a progr. [m]	allargamento max [m]
A	219.20	313.40	1.15
B	90.20	160.40	1.05
C	222.70	337.70	1.25
D	53.80	148.70	1.30

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 43 di 62</p>
---	---

Tabella 34 – Allargamenti rampe di progetto

6.5 Verifiche distanze di visibilità intersezioni a raso

Le distanze di visibilità costituiscono le principali condizioni di sicurezza della circolazione, in particolare nelle intersezioni in quanto si concentrano il maggior numero di punti di conflitto veicolare.

Per distanza di visuale libera 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”. Nelle intersezioni a raso, la verifica della distanza di visibilità si effettua con la costruzione dei triangoli di visibilità: secondo quanto stabilito dalla norma, “per le manovre prioritarie, si devono mantenere all'interno dell'intera area di intersezione le medesime condizioni di visibilità previste dalla specifica normativa per le arterie stradali confluenti nei nodi. Per le manovre non prioritarie le verifiche vengono sviluppate secondo il criterio dei triangoli di visibilità relativi ai punti di conflitto di intersezione generati dalle correnti veicolari”.

Il lato maggiore del triangolo di visibilità viene rappresentato dalla distanza di visibilità principale D, data dall'espressione:

$$D = v \times t$$

dove:

- v = velocità di riferimento [m/s], pari al valore della velocità di progetto caratteristica del tratto considerato, in presenza di limiti impositivi di velocità, dal valore prescritto dalla segnaletica (nel caso in esame è stata posta pari a 30 km/h);
- t = tempo di manovra pari a:
 - in presenza di segnale di “Dare la precedenza”: 12 s;
 - in presenza di segnale di “Fermarsi e dare la precedenza”: 6 s.

I valori dei tempi di manovra, andranno incrementati di un secondo, per ogni punto percentuale di pendenza del ramo secondario superiore al 2 %.

Il lato minore del triangolo di visibilità sarà commisurato ad una distanza di 20 m dal ciglio della strada principale, per le intersezioni regolate dal “Dare precedenza”, e di 3 m dalla linea di arresto, per quelle regolate da “Stop”. All'interno del triangolo di visibilità non devono esistere ostacoli alla continua e diretta visione reciproca dei veicoli afferenti al punto di intersezione considerato. Ai sensi della norma, “si considerano ostacoli per la visibilità oggetti isolati aventi la massima dimensione planimetrica superiore a 0,8 m”. Ai fini delle verifiche della visuale libera la posizione del conducente deve essere sempre considerata al centro della corsia da lui impegnata, con l'altezza del suo occhio a 1,10 m dal piano viabile.

Si riportano di seguito le verifiche relative alle intersezioni dello svicolo Saras.

STOP 1 – Svincolo sud

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 44 di 62</p>
---	---

La pendenza del ramo secondario è pari al 5,00 %, mentre il limite di velocità sulla strada principale è 50 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 125 m.

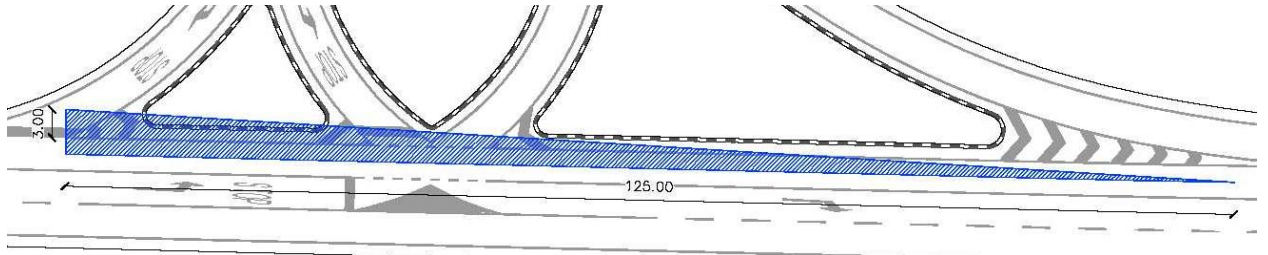


Figura 21 – STOP 1 – Svincolo sud

STOP 2 – Svincolo sud

La pendenza del ramo secondario è pari al 5,00 %, mentre il limite di velocità sulla strada principale è 50 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 125 m.

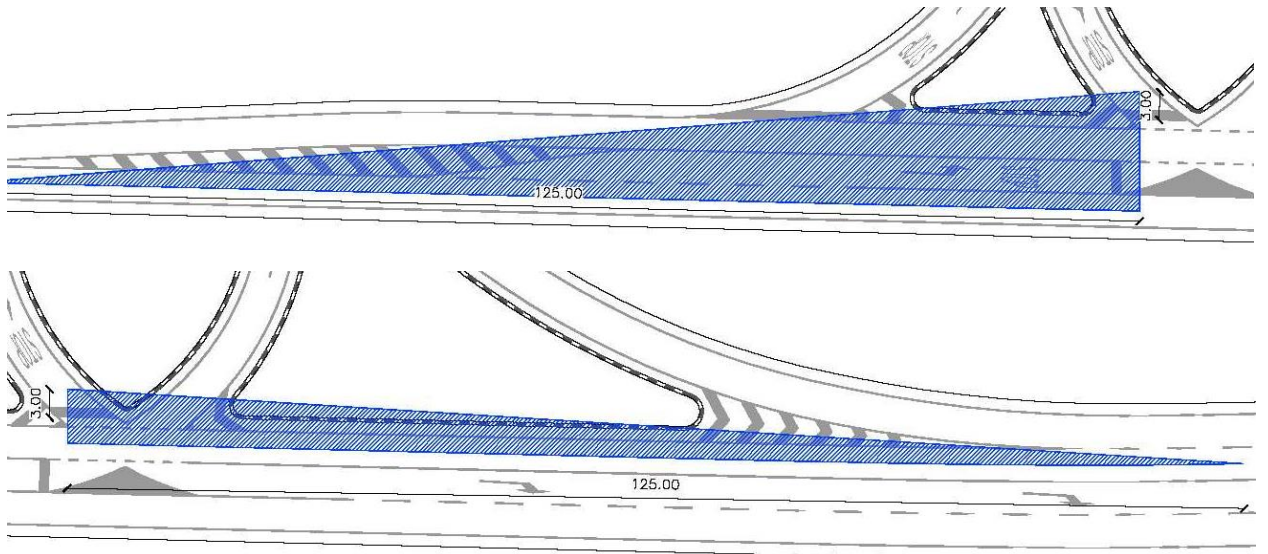


Figura 22 – STOP 2 – Svincolo sud

STOP 3 – Svincolo sud

La pendenza del ramo secondario è pari al 5,00 %, mentre il limite di velocità sulla rampa (coincidente, in questo caso, con la viabilità principale) è 40 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 100 m.

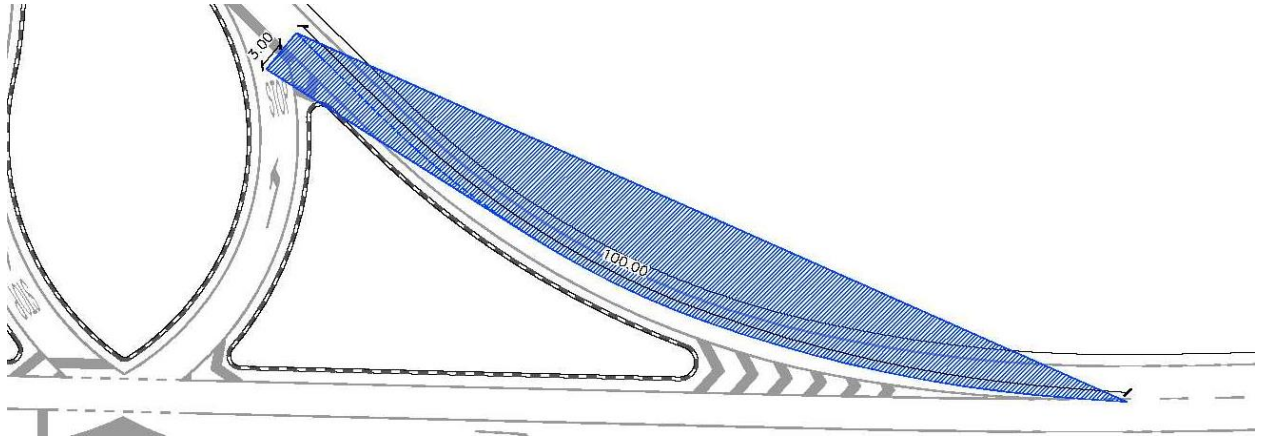
PROGETTO DEFINITIVOP00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato

Figura 23 – STOP 3 – Svincolo sud

STOP 1 – Svincolo nord

La pendenza del ramo secondario è pari al 0,50 %, mentre il limite di velocità sulla strada principale è 50 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 83,3 m.

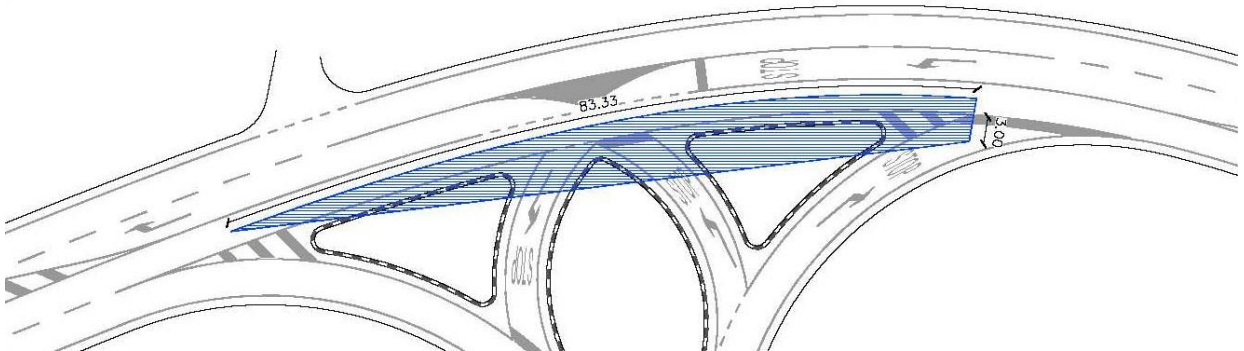
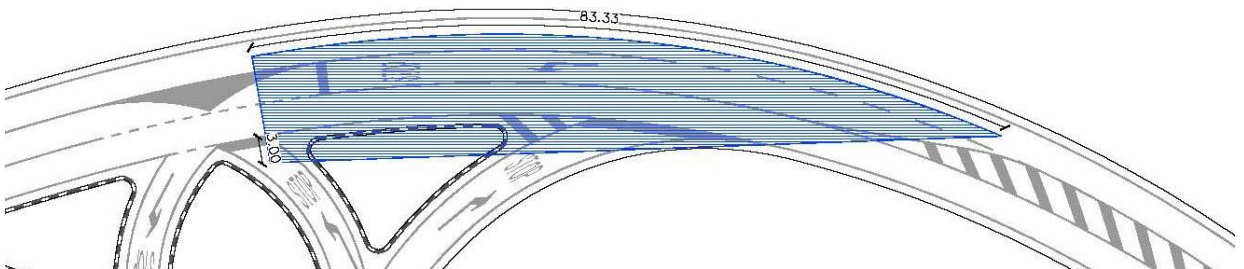


Figura 24 – STOP 1 – Svincolo nord

STOP 2 – Svincolo nord

La pendenza del ramo secondario è pari al 0,50 %, mentre il limite di velocità sulla strada principale è 50 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 83,3 m.



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 46 di 62</p>
---	---

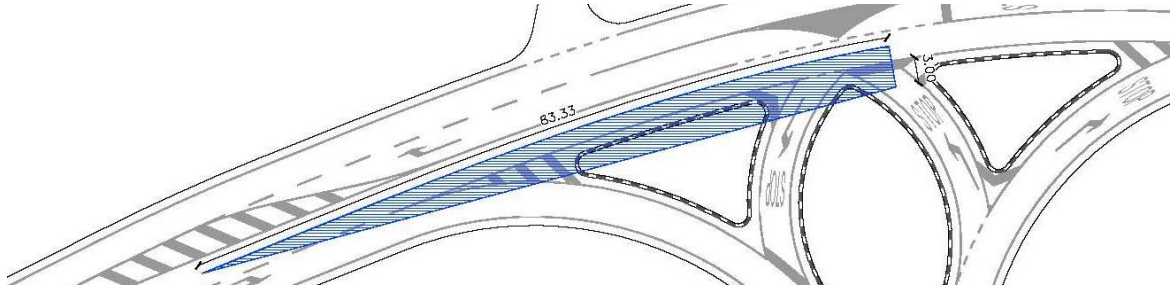


Figura 25 – STOP 2 – Svincolo nord

STOP 3 – Svincolo nord

La pendenza del ramo secondario è pari al 1,00 %, mentre il limite di velocità sulla rampa (coincidente, in questo caso, con la viabilità principale) è 40 km/h: la lunghezza del lato maggiore del triangolo è pari a 66,7 m.

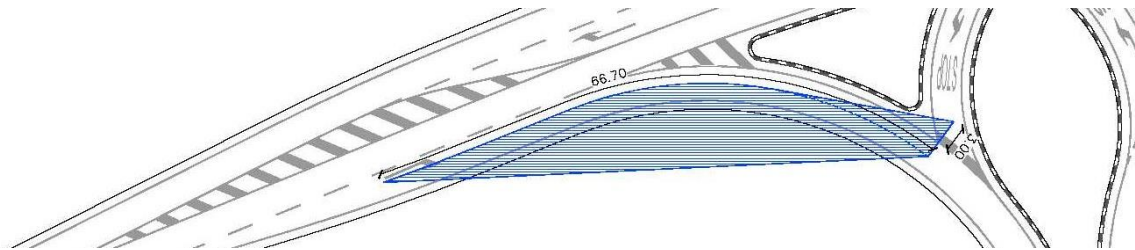


Figura 26 – STOP 3 – Svincolo nord

6.6 Verifiche di ingombro iscrizione dei mezzi commerciali

In riferimento al cap. 4 del D.M. 19.04.2006 dove si richiede di verificare che le caratteristiche delle curve di ciglio consentano l'iscrizione in curva dei veicoli pesanti migliorando al contempo le condizioni operative delle correnti di svolta di seguito si riportano le verifiche eseguite con specifico software simulativo (Autopath).

Alla luce delle categorie ammesse nel tipo di strada F1 a scopo cautelativo il mezzo considerato nelle analisi è stato un autoarticolato con le caratteristiche individuate nella figura seguente.

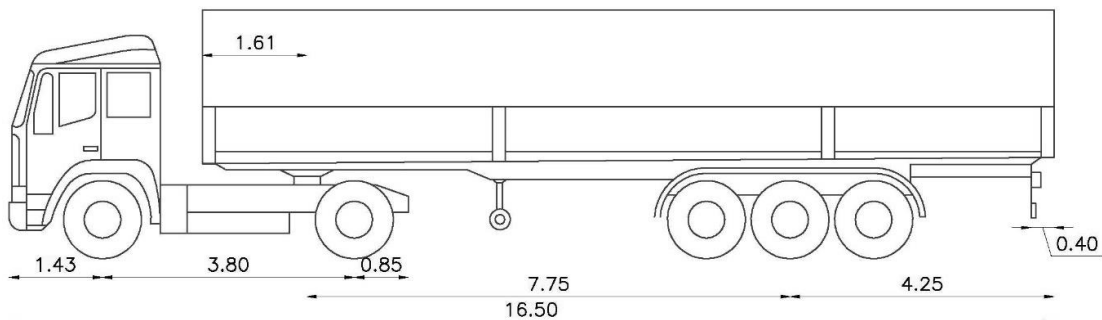


Figura 27 – Veicolo commerciale per verifiche ingombro iscrizione

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 47 di 62</p>
---	---

Le figure riportate di seguito dimostrano che l'iscrizione del mezzo è verificata.

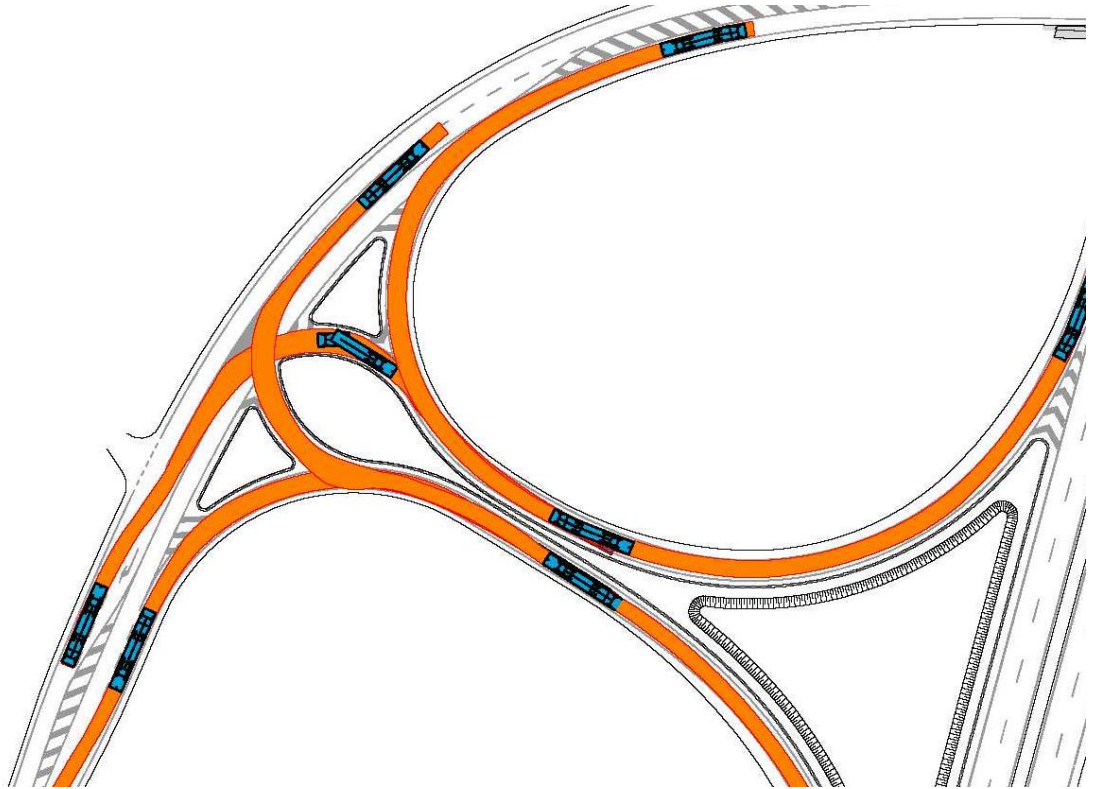


Figura 28 – Verifiche ingombro intersezione a T svincolo Saras lato nord

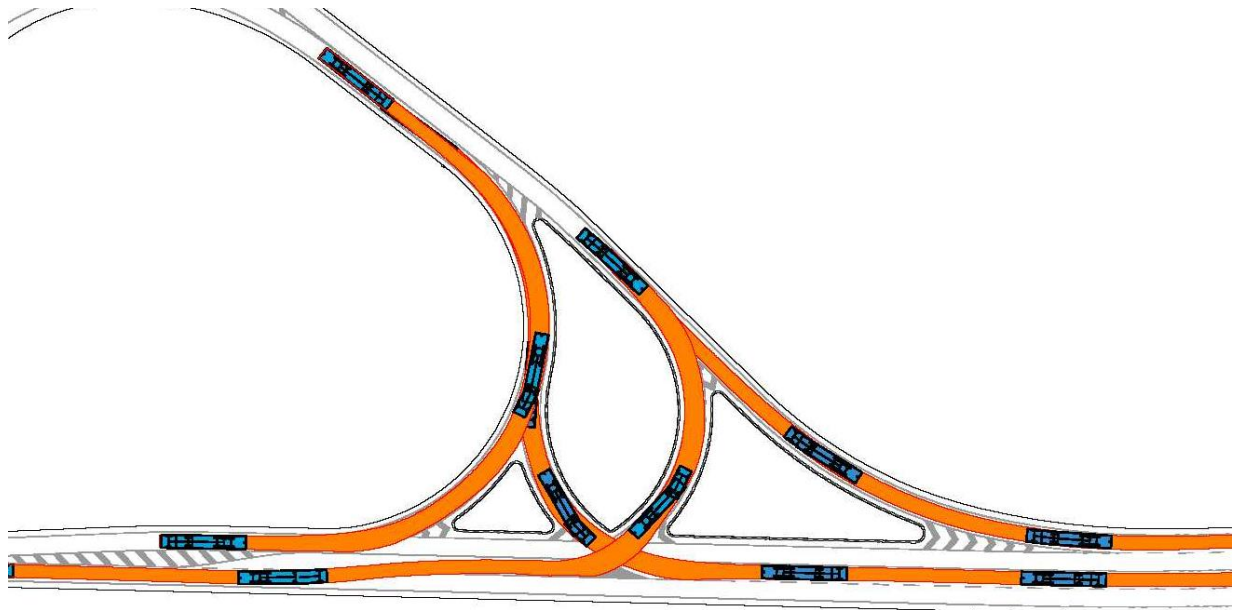


Figura 29 – Verifiche ingombro intersezione a T svincolo Saras lato sud

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 48 di 62</p>
---	---

7 ANALISI DEGLI ASPETTI CONNESSI CON LE ESIGENZE DI SICUREZZA

Nel seguito sarà stimato l'incremento del livello di sicurezza attuato dal progetto rispetto all'infrastruttura esistente tramite la valutazione di **indicatori globali** delle performance di sicurezza.

7.1 Caratteristiche geometriche asse principale

La piattaforma stradale, con riferimento al D.M. 05.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", è di tipo "B – Extraurbana principale" dotata di n.2 corsie per careggiata.

La proposta progettuale mostra l'innalzamento dei margini di sicurezza grazie alla predisposizione degli allargamenti stradali per adeguare la piattaforma stradale alle caratteristiche richieste da normativa.

7.2 Distanze di visibilità rampe svincolo

Il progetto prevede l'ammodernamento delle rampe dello svincolo Saras con il conseguente adeguamento dell'infrastruttura alle distanze di visibilità per l'arresto.

I tratti con mancata visibilità sono stati adeguati con gli allargamenti richiesti da normativa aumentando quindi il livello di sicurezza dell'infrastruttura per gli utenti in ingresso ed uscita dalla SS 195 "Sulcitana" in corrispondenza dello svincolo Saras.

7.3 Segnaletica verticale ed orizzontale

Le scelte progettuali prevedono l'utilizzo di una segnaletica verticale con pellicola classe 2 con un corretto posizionamento sia rispetto all'asse stradale che in ragione della sezione stradale nonché di segnaletica orizzontale con vernice rifrangente all'acqua con post spruzzatura di perline rifrangenti.

L'ammodernamento della segnaletica verticale ed orizzontale presente allo stato di fatto aumenta la facilità di lettura della viabilità oggetto di intervento per l'utente della strada diminuendo di fatto i fattori di indecisione lungo il percorso del veicolo stesso e conseguentemente la possibilità di incidenti.

7.4 Barriere di sicurezza

Per quanto riguarda i dispositivi di ritenuta, il progetto prevede l'installazione sia sul margine esterno che su quello interno di una barriera metallica "bordo laterale" di classe H2.

Per quanto concerne le barriere di sicurezza che compongono lo spartitraffico, in sostituzione della barriera in cls attualmente presente in corrispondenza del margine interno, il progetto prevede l'utilizzo di barriere con un livello di larghezza utile $W_{barr} \leq 2.10m$ e $W_{barr} \leq L_{spart} - L_{barr}$ (L_{spart} la larghezza dello spartitraffico e L_{barr} la larghezza della singola barriera),

Per la viabilità secondaria, adottando gli stessi criteri utilizzati per l'asse principale, si sono scelte barriere metalliche "bordo laterale" e "bordo ponte" di tipo H2.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 49 di 62</p>
---	---

Le dimensioni dei margini della carreggiata stradale sono state inoltre dimensionate per consentire il regolare funzionamento del sistema rappresentato dalle barriere di sicurezza e dal supporto o fondazione alla quale questa si collega.

Il funzionamento dei dispositivi di contenimento, realizzato anche grazie ad un corretto dimensionamento degli spazi e ad una corretta messa in opera, rappresenta complessivamente un innalzamento del livello di sicurezza rispetto all'infrastruttura esistente.

Sia sul margine interno che su quello esterno è stata prevista l'installazione di barriere certificate e l'adeguamento dello spazio di funzionamento e del supporto o fondazione alla quale il dispositivo si collega.

Con riferimento alla sicurezza stradale quanto detto può tradursi in una riduzione del danno connesso con l'accadimento di un evento incidentale (in quanto i dispositivi passivi di ritenuta non intervengono direttamente sulla riduzione dell'incidentalità) in termini di diminuzione del numero di perdite di vite umane coinvolte direttamente o indirettamente nell'incidente, di minimizzazione dei danni all'infrastruttura e dei disagi alla circolazione.

7.5 Pavimentazioni

Il progetto prevede ovunque l'impiego di pavimentazioni drenanti che rappresentano un incremento del livello di sicurezza complessivo.

L'impiego di usure in conglomerato bituminoso aperto, associato ad una corretta pendenza trasversale della piattaforma e al corretto dimensionamento degli impianti idraulici per lo smaltimento delle acque, permette di ridurre l'altezza del velo idrico in condizione di precipitazione, in quanto l'acqua non scorre più sulla superficie stradale ma penetra all'interno dello strato d'usura, e di conseguenza permette di limitare l'accadimento di eventi incidentali per sbandamento dei veicoli per perdita di contatto tra ruota pneumatica e pavimentazione (aquaplaning).

Inoltre l'elevata capacità di smaltimento delle acque limita sensibilmente la comparsa di fenomeni di nebulizzazione (spray) e di abbagliamento da riflesso sulla superficie bagnata che possono ridurre sensibilmente la visibilità.

Il ricorso a pavimentazioni drenanti offre sicuramente, in base alle considerazioni suddette, un importante contributo alla sicurezza stradale intervenendo attivamente a ridurre la probabilità di incidente.

7.6 Smaltimento acque meteoriche

Il progetto prevede il dimensionamento di una opportuna rete di drenaggio con punti di recapito in corrispondenza delle opere di attraversamento. La nuova rete di drenaggio è composta da una doppia linea, su entrambi i lati dell'infrastruttura stradale, di tubazioni per le sezioni in trincea e fossi laterali per le sezioni in rilevato.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 50 di 62</p>
---	---

Particolare attenzione è stata posta sul tratto in trincea compreso tra i km 22+650 e 23+675, il cui recapito finale si trova in condizioni di criticità idraulica. Su tale tratto il progetto prevede l'intercettazione dei contributi in arrivo dal versante di monte, attualmente riversati sulla sede stradale, e lo scarico limitato delle portate della sola piattaforma stradale al fine di salvaguardare il recapito finale

Il potenziamento dell'attuale sistema di smaltimento delle acque meteoriche migliorando il sistema di allontanamento dalla piattaforma stradale aumenta le prestazioni dell'infrastruttura stradale anche per quanto riguarda gli aspetti legati alla sicurezza.

7.7 Impianto di illuminazione svincolo Saras

Allo stato attuale lo svincolo Saras non presenta un impianto di illuminazione né in corrispondenza della viabilità secondaria né in corrispondenza delle rampe di svincolo.

Il progetto prevede l'implementazione di un nuovo impianto di illuminazione secondo i lavori di seguito elencati:

Fornitura e posa in opera, di nuovi pali di illuminazione di altezza f.t. (da piano stradale) 10.50m con lampade a Led da 14.000 fino 20.000lm, per garantire i valori di illuminamento previsti dalla norma per la viabilità stradale.

Fornitura e posa in opera di cavidotti realizzati con tubi corrugati a doppia parete DN160 e DN50, di pozzetti 60x60x h120 con chiusino in ghisa D400, di plinti prefabbricati per pali con pozzetti 40x40 e chiusino in ghisa C250, degli scavi e rinterrati a servizio delle vie cavi.

Fornitura e posa di armadi stradali in vetroresina per il contenimento delle apparecchiature di protezione e controllo completi di cabina prefabbricata in cls con proprio plinto.

Fornitura e posa di un sistema di controllo, con tecnologia radio, dell'illuminazione stradale compreso periferica da installare nel corpo lampade.

La progettazione di detti impianti è stata inoltre indirizzata ad ottimizzare i consumi energetici in funzione delle prestazioni richieste, ad assicurare condizioni di sicurezza e prevenzione degli infortuni nell'esercizio degli impianti, alla facilità di gestione e di manutenzione.

La predisposizione di un nuovo impianto di illuminazione aumenta senza dubbio il livello di sicurezza stradale diminuendo di fatto la probabilità di incidente sia sulla viabilità secondaria che sulle rampe dello svincolo.

7.8 Analisi di incidentalità

Una ulteriore valutazione del miglioramento in termini di sicurezza stradale riferibile all'intervento di adeguamento della sede esistente è rappresentata dall'esame degli interventi locali, realizzati nei punti ritenuti prioritari a seguito di una analisi preliminare di incidentalità condotta sul tratto oggetto di studio; tale analisi permette di individuare per ogni sezione omogenea considerata il livello di incidentalità.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 51 di 62</p>
---	---

L'analisi degli interventi locali viene condotta tramite la determinazione di una matrice di valutazione delle prestazioni previste per il progetto di adeguamento rispetto a quelle offerte dall'infrastruttura esistente.

Nel caso specifico non è stato tuttavia possibile operare tale confronto poiché non sono disponibili dati ISTAT (serie storiche) e rilievi della Polizia Stradale in relazione al numero totale degli incidenti occorsi sulla Strada Perimetrale Consortile di proprietà del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari (CASIC).

Ciò nonostante si ritiene utile rammentare come la stampa locale abbia da sempre registrato numerosi incidenti in questa tratta afflitta da numerose criticità anche in termini di congestione, senza tralasciare che l'incremento della domanda di trasporto, che deriverà dalla realizzazione della nuova S.S. 195, potrebbe ridurre sensibilmente la performance di sicurezza attualmente offerta.

Al contrario l'adeguamento in oggetto, garantendo migliori condizioni trasportistiche, consentirà, grazie anche ai miglioramenti introdotti su un tracciato comunque caratterizzato da elevati standard geometrici, di mantenere ed elevare la performance di sicurezza odierna.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 52 di 62</p>
--	---

8 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPOLOGICHE

Verranno descritte nel seguente capitolo le diverse sezioni tipologiche presenti nell'area di intervento

La viabilità di progetto presenta un pacchetto stradale di progetto, il cui dimensionamento è descritto nell'elaborato specifico "P00PS00TRARE02A – Relazione di calcolo della sovrastruttura".

Si distinguono n.3 tipologie di pacchetto stradale:

- Pacchetto TIPO 1 - Pacchetto SS195 "Sulcitana":
 - Strato di usura in conglomerato bituminoso drenato (bitume modificato tipo "hard") – sp. 4 cm;
 - Strato di collegamento binder – sp. 6 cm;
 - Strato di base in misto bitumato – sp. 10 cm;
 - Strato di misto cementato – sp. 18 cm;
 - Misto granulare non legato – sp. 20 cm;
 - Bonifica superficiale dei rilevati esistenti con terreni di classe A1 – sp. variabile;
 - Rilevato (nei tratti in allargamento) di nuova costruzione con terreni di classe A1 compattati in strati da 25 cm con almeno 10 passate con rullo da 20 tonnellate – sp. minimo 30 cm;
 - Geocomposito.
- Pacchetto TIPO 2 - Pacchetto SS195 "Sulcitana" nei tratti di risanamento profondo:
 - Strato di usura in conglomerato bituminoso drenato (bitume modificato tipo "hard") – sp. 4 cm;
 - Strato di collegamento binder – sp. 6 cm;
 - Strato di base in misto bitumato – sp. 10 cm;
 - Strato di misto cementato – sp. 18 cm;
 - Misto granulare non legato – sp. 20 cm;
 - Bonifica superficiale dei rilevati esistenti con terreni di classe A1 – sp. 1.00 m;
 - Rilevato (nei tratti in allargamento) di nuova costruzione con terreni di classe A1 compattati in strati da 25 cm con almeno 10 passate con rullo da 20 tonnellate – sp. minimo 30 cm;
 - Geocomposito.
- Pacchetto TIPO 3 – Pacchetto viabilità secondaria:
 - Strato di usura in conglomerato bituminoso – sp. 3 cm;
 - Strato di collegamento binder – sp. 4 cm;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 53 di 62</p>
---	---

- Strato di base in misto bitumato – sp. 10 cm;
- Fondazione in misto granulare – sp. 30 cm.
- Geocomposito.

Come già descritto nel paragrafo "2.1.2 - Caratteristiche geometriche della sede stradale", la piattaforma stradale per la SS195" Sulcitana è di tipo "B – Extraurbana principale" dotata di n.2 corsie per careggiata.

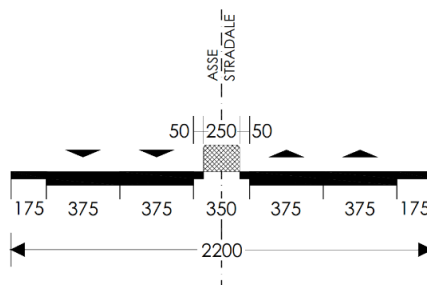


Figura 30 – Piattaforma stradale "B – Extraurbana principale" secondo D.M. 05.11.2001

La piattaforma di progetto presenta n.2 caregiate, ciascuna composta da n.2 corsie da 3.75 m, delimitate da una banchina in destra di larghezza pari a 1.75 m e in sinistra di larghezza pari a 0.50 m. Lo spartitraffico centrale occupa una larghezza di 2.50 m, per una larghezza complessiva della piattaforma pari a 22.00 m.

Per la viabilità secondaria, come indicato nel paragrafo "2.2.2 - Caratteristiche geometriche della sede stradale", la piattaforma stradale è di tipo "C2 – Extraurbana secondaria" dotata di n.2 corsie.

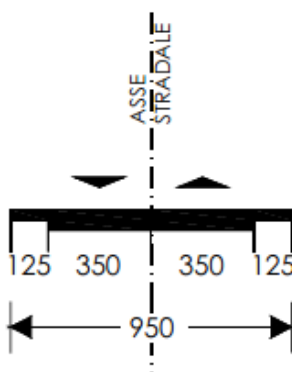


Figura 31 – Piattaforma stradale "C2 – Extraurbana secondaria" secondo D.M. 05.11.2001

La piattaforma di progetto presenta n.2 corsie da 3.50 m con banchina esterna da 1.25 m.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 54 di 62</p>
---	---

Sezione tipologica asse principale in rilevato

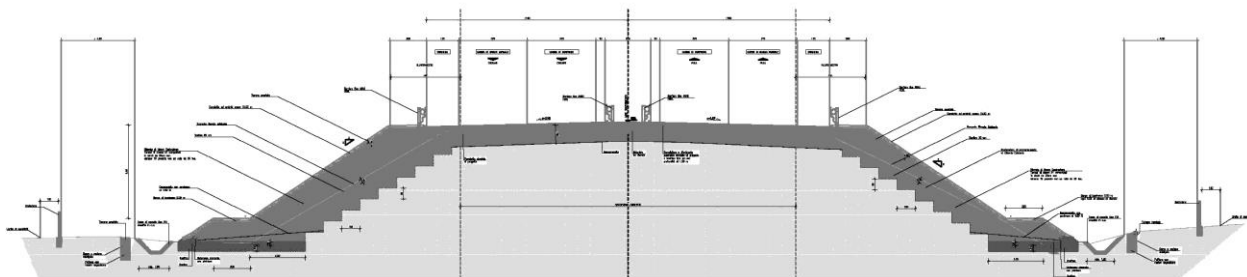


Figura 32 – Sezione tipologica in rilevato

La sezione tipologica è così composta:

- demolizione del pacchetto stradale esistente e del rilevato fino a 1.00 m dal piano viabile esistente;
- scotico superficiale dello spessore di 20 cm;
- scavo per la realizzazione della gradonatura necessaria per l'ammorsamento dei tratti in ammorsamento;
- bonifica ai piedi della scarpata dello spessore di 30 cm;
- posa del geocomposito;
- realizzazione del rilevato nella zona in allargamento con scarpate 3/2. Nei tratti in cui l'altezza del rilevato supera i 5.00 m di altezza, è prevista la realizzazione di banche di larghezza pari a 2.00 m. È previsto uno strato superficiale di terreno vegetale di spessore pari a 15 cm;
- posa del pacchetto "TIPO 1";
- posa della barriera tipo ANAS "H2BL" in corrispondenza dello spartitraffico centrale e sull'arginello;
- fosso di guardia all'esterno del rilevato stradale;
- polifora su entrambi i lati, posizionate ai piedi del rilevato e segnalate con nastro segnalatore;
- recinzione a 4.00 m dal limite esterno del fosso di guardia;
- limite di esproprio a 1.00 m dalla recinzione di progetto.

8.1 Sezione tipologica asse principale in trincea

La sezione tipologica è così composta:

- demolizione del pacchetto stradale esistente;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 55 di 62</p>
---	---

- scavo del terreno nella zona in allargamento, con scarpate 3/2. Nei tratti in cui l'altezza dello scavo supera i 5.00 m di altezza, è prevista la realizzazione di banche di larghezza pari a 2.00 m;
- posa del pacchetto "TIPO 1";
- posa della barriera tipo ANAS "H2BL" in corrispondenza dello spartitraffico centrale;
- posa della cunetta prefabbricata in calcestruzzo, della tubazione in calcestruzzo e della polifora in corrispondenza dell'arginello, su entrambi i lati della carreggiata;
- fosso di guardia all'esterno della trincea di progetto;
- recinzione a 4.00 m dal limite esterno del fosso di guardia;
- limite di esproprio a 1.00 m dalla recinzione di progetto.

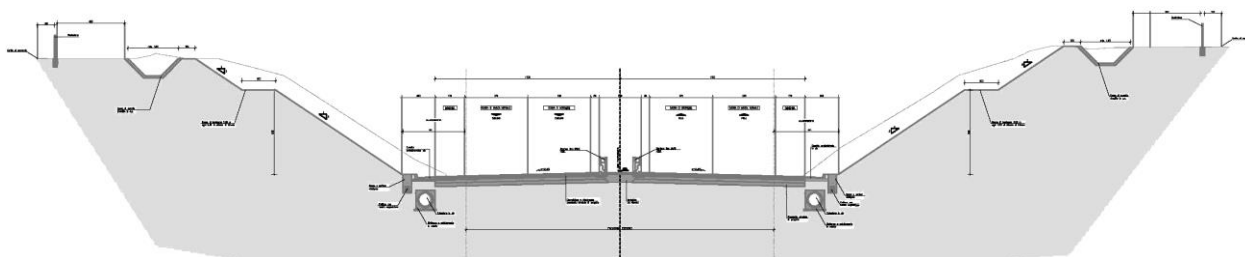


Figura 33 – Sezione tipologica in trincea

8.2 Sezione tipologica asse principale con risanamento dei rilevati

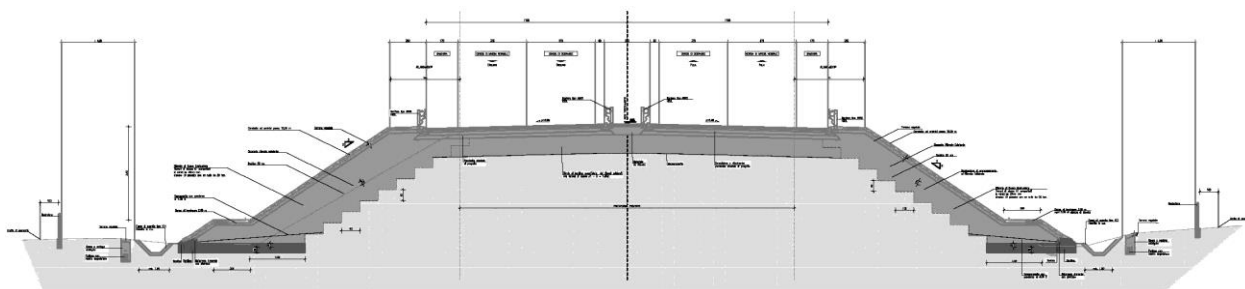


Figura 34 – Sezione tipologica con bonifica dei rilevati

La sezione tipologica è così composta:

- demolizione del pacchetto stradale esistente;
- bonifica superficiale con terreni di classe A1 dello spessore di 1.00 m;
- scotico superficiale dello spessore di 20 cm;
- scavo per la realizzazione della gradonatura necessaria per l'ammorsamento dei tratti in ammorsamento;
- bonifica ai piedi della scarpata dello spessore di 30 cm;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 56 di 62</p>
---	---

- posa del geocomposito;
- realizzazione del rilevato nella zona in allargamento con scarpate 3/2. Nei tratti in cui l'altezza del rilevato supera i 5.00 m di altezza, è prevista la realizzazione di banche di larghezza pari a 2.00 m. È previsto uno strato superficiale di terreno vegetale di spessore pari a 15 cm;
- posa del pacchetto "TIPO 2";
- posa della barriera tipo ANAS "H2BL" in corrispondenza dello spartitraffico centrale e sull'arginello;
- fosso di guardia all'esterno del rilevato stradale;
- polifora su entrambi i lati del rilevato stradale, posizionate ai piedi del rilevato e segnalate con nastro segnalatore;
- recinzione a 4.00 m dal limite esterno del fosso di guardia;
- limite di esproprio a 1.00 m dalla recinzione di progetto.

Il risanamento dei rilevati interessa alcuni tratti della viabilità di progetto, in particolare:

- da prog. km 21+490.00 a prog. km 21+600.00;
- da prog. km 21+900.00 a prog. km 22+050.00;
- da prog. km 22+300.00 a prog. km 22+650.00;
- da prog. km 23+700.00 a prog. km 23+900.00;

8.3 Sezione tipologica asse principale in corrispondenza delle opere d'arte

Si distinguono diverse tipologie di opere d'arte: tombini, attraversamenti e cavalcavia.

Nel caso di tombini ed attraversamenti, la sezione tipologica è la seguente:

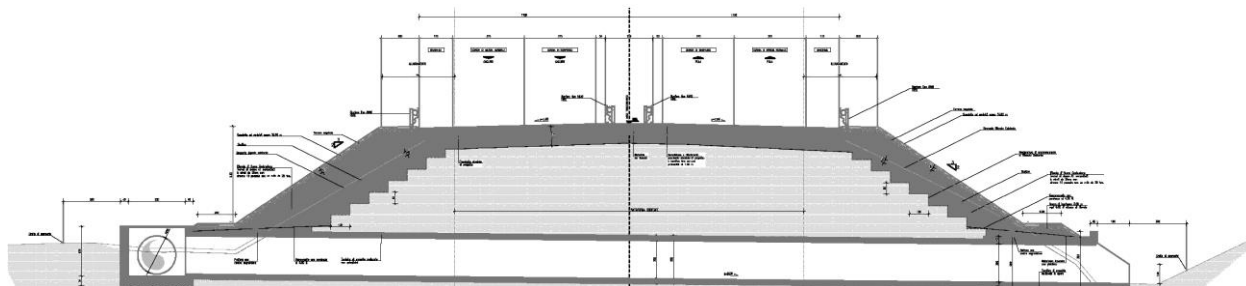


Figura 35 – Sezione tipologica con opere d'arte – tombini e attraversamenti

La composizione della sezione stradale è la medesima delle sezioni tipologiche in rilevato o con risanamento dei rilevati.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 57 di 62</p>
---	---

Si precisa che l'installazione della barriera stradale avviene in maniera differente a seconda dell'altezza del rilevato. Nel caso in cui lo spessore tra la scarpata e l'opera d'arte sia minore della lunghezza di infissione, l'installazione avviene su cordolo.

Nel caso del cavalcavia, la composizione della sezione stradale è la medesima delle sezioni tipologiche in trincea, esclusa la parte esterna all'arginello.

Oltre all'installazione delle barriere tipo ANAS "H2BL" in corrispondenza dello spartitraffico, è prevista anche l'installazione su cordolo esternamente alla carreggiata come protezione della spalla del cavalcavia.

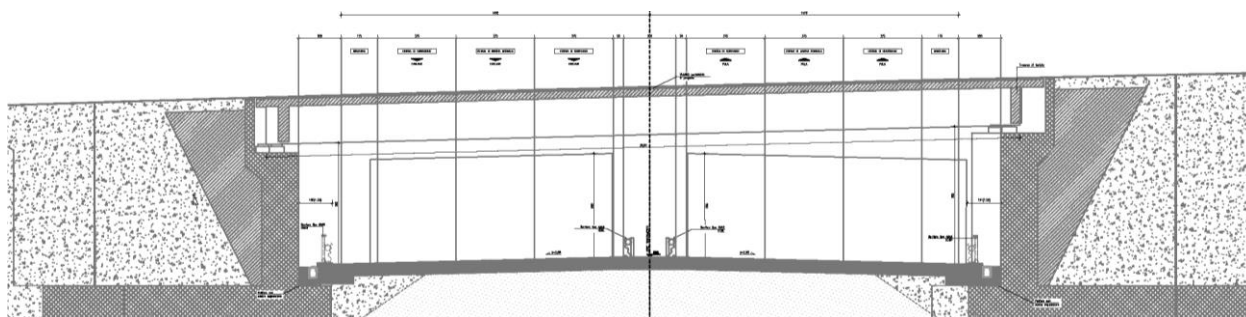


Figura 36 – Sezione tipologica con opere d'arte – cavalcavia

8.4 Sezione tipologica asse principale in corrispondenza delle piazzole di sosta

Sono previste tre diverse sezioni tipologiche:

sezione in trincea con piazzole di sosta su entrambi i lati della carreggiata, alla prog. km 22+250.00:

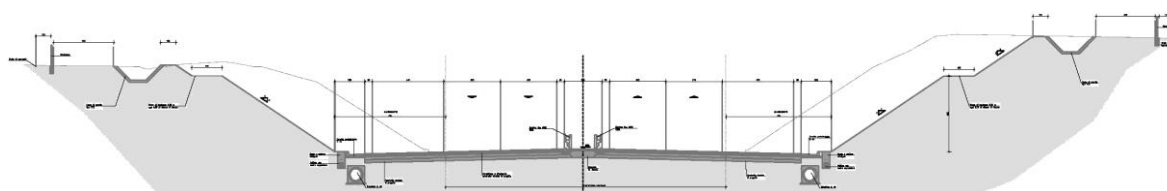


Figura 37 – Sezione tipologica con piazzole di sosta su entrambi i lati

La sezione tipologica corrisponde alla sezione tipologica in trincea; la piattaforma stradale è composta, su entrambe le carreggiate da:

- banchina interna da 0.50 m;
- n.2 corsie da 3.75 m;
- piazzola di sosta di larghezza variabile tra 0 e 4.75 m;
- banchina esterna da 0.50 m.

sezione in rilevato con piazzola di sosta su carreggiata nord, alla prog. km 23+850.00:

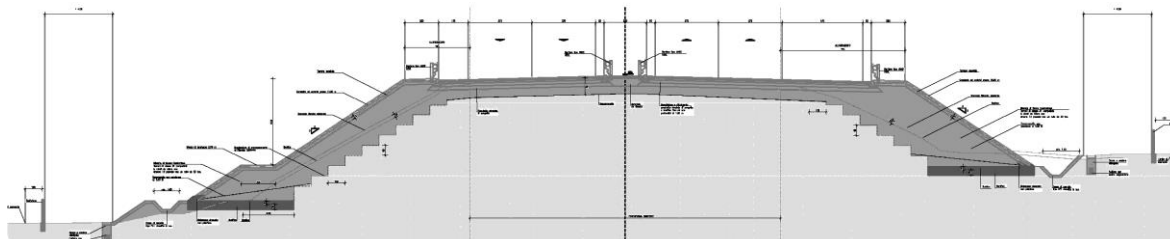
PROGETTO DEFINITIVOP00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato**File:**P00PS00TRARE01A-
1.doc**Data: Giugno 2020****Pag. 58 di 62**

Figura 38 – Sezione tipologica con piazzola di sosta su carreggiata nord

La sezione tipologica corrisponde alla sezione tipologica in rilevato; la piattaforma stradale è composta da due carreggiate differenti, in particolare la carreggiata sud da:

- banchina interna da 0.50 m;
- n.2 corsie da 3.75 m;
- banchina esterna da 1.75 m.
- La carreggiata nord, è composta da:
 - banchina interna da 0.50 m;
 - n.2 corsie da 3.75 m;
 - piazzola di sosta di larghezza variabile tra 0 e 4.75 m;
 - banchina esterna da 0.50 m.

sezione in sterro con piazzola di sosta su carreggiata sud, alla prog. km 23+500.00:

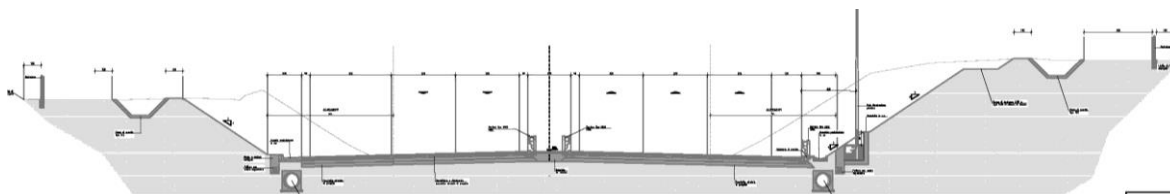


Figura 39 – Sezione tipologica con piazzola di sosta su carreggiata sud

La sezione tipologica corrisponde alla sezione tipologica in rilevato; la piattaforma stradale è composta da due carreggiate differenti, in particolare la carreggiata sud da:

- banchina interna da 0.50 m;
- n.2 corsie da 3.75 m;
- piazzola di sosta di larghezza variabile tra 0 e 4.75 m;
- banchina esterna da 0.50 m.

La carreggiata nord, presenta una corsia di immissione, ed è quindi composta da:

- banchina interna da 0.50 m;

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 59 di 62</p>
---	---

- n.2 corsie da 3.75 m;
- corsia di immissione da 3.75 m
- banchina esterna da 1.75 m.

8.5 Sezioni tipologiche in corrispondenza delle rampe

Le sezioni tipologiche in corrispondenza delle rampe dello svincolo lungo l'asse principale presentano la composizione di una sezione in trincea, ma con piattaforma stradale differente. Le carreggiate sono così composte:

- banchina interna da 0.50 m;
- n.2 corsie da 3.75 m;
- corsia di immissione/diversione da 3.75 m
- banchina esterna da 1.75 m.

Esternamente alla polifora, è prevista l'installazione di un centro luminoso, che verrà posto a 3.20 m dal ciglio esterno della carreggiata.

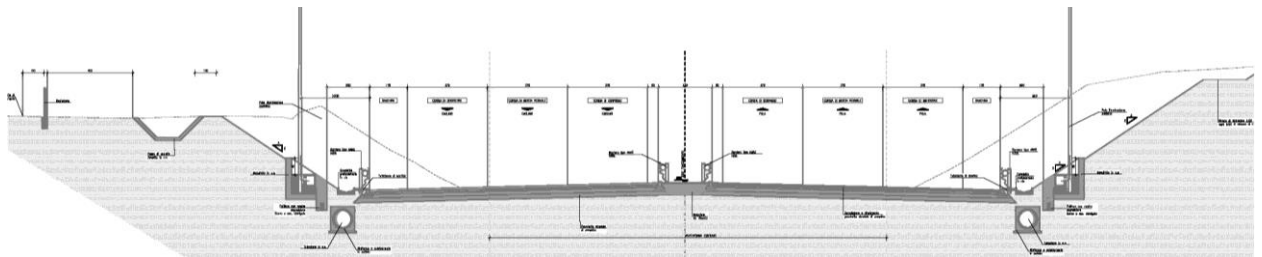
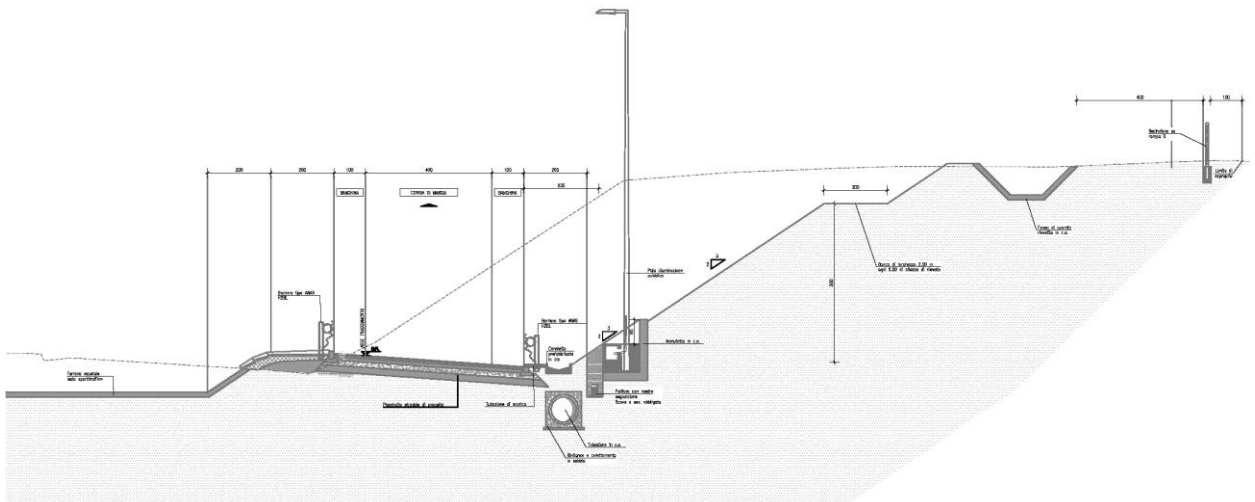


Figura 40 – Sezione tipologica asse principale con rampe dello svincolo

La rampa dello svincolo, presenta la seguente sezione tipologica:



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas – Lotto 2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>P00PS00TRARE01A</p> <p>Relazione tecnica tracciato</p>	<p>File: P00PS00TRARE01A-1.doc</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 61 di 62</p>
---	---

- scotico superficiale dello spessore di 20 cm;
 - bonifica superficiale dello spessore di 30 cm;
 - posa del rilevato stradale, con scarpate 3/2 e strato superficiale di terreno vegetale, dello spessore di 15 cm;
 - posa del pacchetto stradale "TIPO 3";
 - posa della barriera stradale bordo laterale tipo H2. La posa avviene in corrispondenza dell'arginello di larghezza pari a 1.00 m;
 - posa di un centro luminoso, posto a 2.10 m dal ciglio stradale esterno;
 - fosso di guardia, esternamente alla scarpata.
- sezione in rilevato con muro di sostegno

Tra la prog. m 275.00 e la prog. m 400.00 è prevista la realizzazione di un muro di sostegno lungo il lato sinistro della piattaforma stradale.

In questo caso è prevista la rimozione del pacchetto stradale esistente e la posa del pacchetto stradale "TIPO 3".

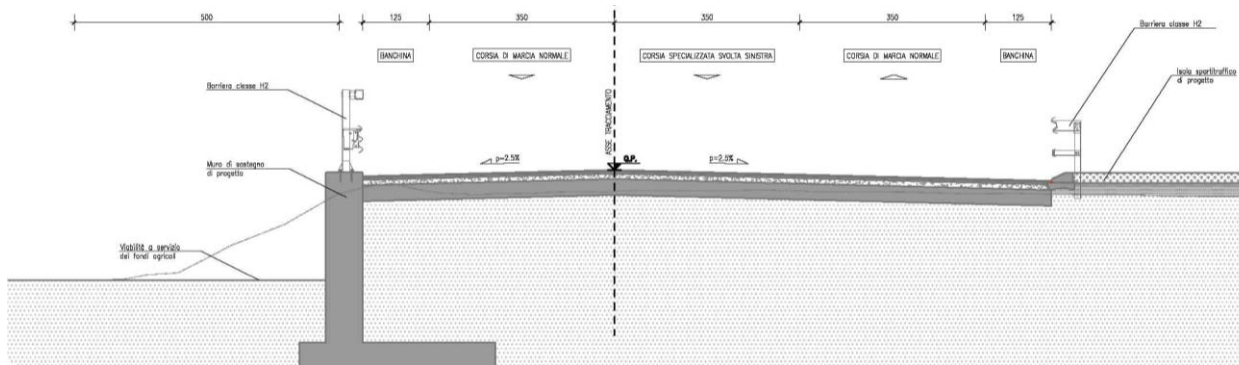


Figura 43 – Sezione tipologica viabilità secondaria in rilevato con muro di sostegno

- sezione su cavalcavia di progetto
- Tra la prog. m 480.00 e la prog. m 520.00 è prevista la realizzazione di un nuovo cavalcavia che attraversa la SS195 "Sulcitana".
- La composizione stradale è composta da quanto previsto dalla normativa, per una strada di tipo "C2 – Extraurbana secondaria".

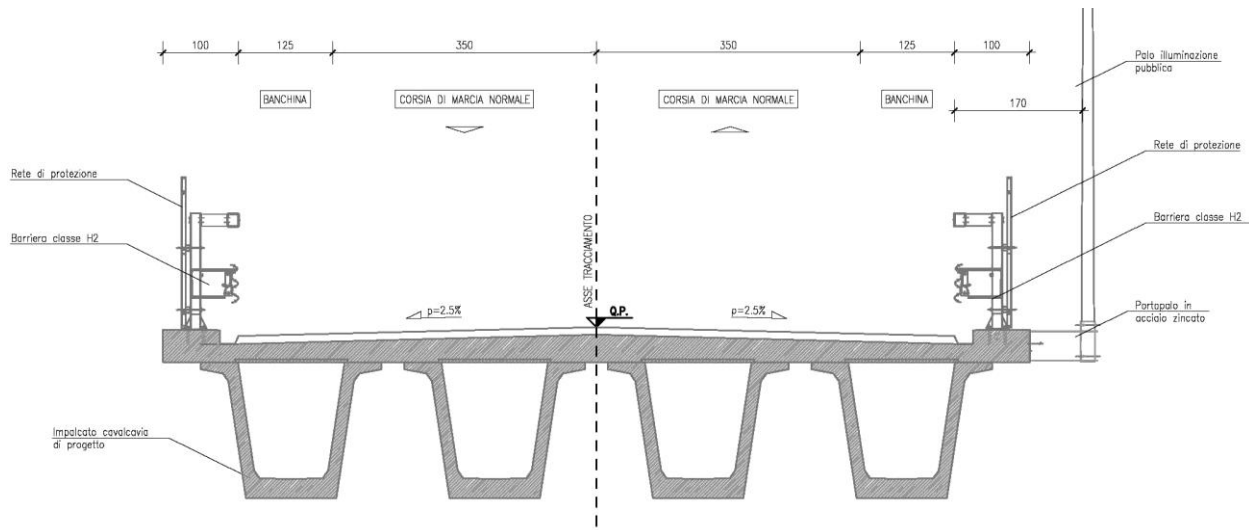
PROGETTO DEFINITIVOP00PS00TRARE01A
Relazione tecnica tracciato**File:**P00PS00TRARE01A-
1.doc**Data: Giugno 2020****Pag. 62 di 62**

Figura 44 – Sezione tipologica viabilità secondaria su cavalcavia

È prevista l'installazione di barriera bordo ponte di classe H2 e di una rete di protezione esternamente alla piattaforma stradale. Lungo il lato destro sono posizionati pali di illuminazione a 1.70 m dal ciglio stradale esterno.

Tra il ciglio stradale esterno e il cordolo per la posa della barriera è prevista una canaletta per lo smaltimento delle acque.