

S.S.121 "Catane"
   
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. UP62

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

**RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**

**MANDANTI:**

**PROGETTISTA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**RESPONSABILE SIA:**

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Luigi Mupo*



PROGETTO STRADALE  
 RELAZIONE TECNICA STRADALE

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_T00PS00TRARE01_B			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	T00PS00TRARE01	B	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B	Revisione a seguito Riesame ANAS	NOV. 2023	V. FIMIANI	M. CAPASSO	G. PIAZZA
A	EMISSIONE	FEBB 2023	V. FIMIANI	M. CAPASSO	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>CONTROLLO DELLA SICUREZZA STRADALE SUI PROGETTI AI SENSI DELL'ART. 4 DEL D.LGS. N. 35/2011 E SS.MM.II .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>STUDI DI TRAFFICO .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001 .....</b>	<b>26</b>
	6.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	26
	6.1.1 Rettifici .....	26
	6.1.2 Curve circolari .....	26
	6.1.3 Curve a raggio variabile .....	27
	6.1.4 Verifiche planimetriche.....	29
	6.1.4.1 Asse AP-DX .....	29
	6.1.4.2 Asse AP-SX .....	45
	6.1.4.3 Asse C-2 .....	61
	6.1.5 Allargamento della carreggiata in curva.....	65
	6.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	65
	6.2.1 Livellette .....	65
	6.2.2 Raccordi verticali.....	65
	6.2.2.1 Convessi (Dossi).....	65
	6.2.2.2 Concavi (Sacche).....	66
	6.2.3 Verifiche altimetriche.....	67
	6.2.3.1 Asse AP_DX .....	67
	6.2.3.2 Asse AP_SX.....	77
	6.2.3.3 Asse C-2 .....	88
	6.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA .....	91
	6.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ.....	92
	6.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ .....	93
	6.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto.....	94
	6.5.2 Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia .....	94
	6.5.3 Allargamenti .....	94
	6.6 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO.....	95
	6.7 LIVELLO DI SERVIZIO.....	96
<b>7</b>	<b>SVINCOLI.....</b>	<b>97</b>

7.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE .....	97
7.1.1	Piattaforme tipo .....	97
7.1.2	Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe.....	97
7.1.3	Corsie specializzate .....	99
7.1.3.1	Corsie di uscita.....	99
7.1.3.2	Corsie d'immissione .....	100
7.1.3.2.1	Metodo cinematico - semi empirico .....	100
7.1.3.2.2	Metodo probabilistico .....	100
7.1.3.3	Zone di scambio.....	103
7.1.4	Rotatorie.....	104
7.2	SVINCOLO SV01 - Bagheria.....	106
7.2.1	Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006 .....	107
7.2.1.1	Verifiche geometriche .....	107
7.2.1.2	Verifiche funzionali .....	109
7.3	SVINCOLO SV02 A19 – SS121 .....	111
7.3.1	Descrizione .....	111
7.3.1.1	Allaccio su A19.....	115
7.3.1.2	Allaccio su SS121 .....	115
7.3.2	Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe.....	115
7.3.3	Corsie specializzate .....	116
7.3.3.1	Corsie di uscita.....	116
7.3.3.2	Corsie d'immissione .....	117
7.3.3.2.1	Calcolo cinematico - semi empirico .....	117
7.3.3.2.2	Calcolo con il metodo probabilistico.....	117
7.3.3.2.3	Confronto tra i due metodi .....	118
7.3.4	Verifiche di rispondenza delle rampe al DM 19/04/2006.....	119
7.3.4.1	Corsie specializzate: zone di scambio .....	119
7.3.4.1.1	Considerazioni .....	122
7.3.4.2	Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe .....	124
7.3.5	Verifica di cambio corsia .....	126
7.3.5.1	Uscite da A19.....	126
7.3.5.2	Uscite da SS 121 .....	126
7.3.5.3	Tratto di scambio.....	127
7.4	SVINCOLO SV_03A - MISILMERI NORD .....	128
7.4.1	Descrizione .....	128
7.4.1	Corsie specializzate .....	128

7.4.1.1	Corsie di uscita.....	129
7.4.1.2	Corsie d'immissione .....	129
7.4.1.2.1	Calcolo cinematico - semi empirico .....	129
7.4.1.2.2	Calcolo con il metodo probabilistico.....	130
7.4.1.2.3	Confronto tra i due metodi .....	130
7.4.2	Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe .....	131
7.4.2.1	Diagrammi di velocità e visibilità.....	132
7.4.3	Rotatoria di svincolo SV03A_RT01 .....	132
7.4.3.1	Verifiche geometriche .....	132
7.4.3.2	Verifiche funzionali .....	134
7.4.1	Verifica di cambio corsia .....	136
7.5	SVINCOLO SV_03B - MISILMERI SUD .....	137
7.5.1	Descrizione .....	137
7.5.2	Corsie specializzate .....	137
7.5.2.1	Corsie di uscita.....	137
7.5.2.2	Corsie d'immissione .....	138
7.5.2.2.1	Calcolo cinematico - semi empirico .....	138
7.5.2.2.2	Calcolo con il metodo probabilistico.....	138
7.5.2.2.3	Confronto tra i due metodi .....	139
7.5.3	Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe .....	140
7.5.3.1	Diagrammi di velocità e visibilità.....	140
7.5.4	Verifica di cambio corsia .....	141
7.5.5	Viabilità locale – Via Pellingra .....	141
7.6	SVINCOLO SV_04 – BOLOGNETTA NORD .....	142
7.6.1	Descrizione .....	142
7.6.2	Corsie specializzate .....	143
7.6.2.1	Corsie di uscita.....	143
7.6.2.2	Corsie d'immissione .....	144
7.6.2.2.1	Calcolo cinematico - semi empirico .....	144
7.6.2.2.2	Calcolo con il metodo probabilistico.....	144
7.6.2.2.3	Confronto tra i due metodi .....	145
7.6.3	Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe .....	146
7.6.3.1	Diagrammi di velocità e visibilità.....	147
7.6.4	Rotatoria di svincolo SV04_ROT_W .....	147
7.6.4.1	Verifiche geometriche .....	147
7.6.4.2	Verifiche funzionali .....	149
7.6.5	Rotatoria di svincolo SV04_ROT_E .....	151

7.6.5.1	Verifiche geometriche .....	151
7.6.5.2	Verifiche funzionali .....	152
7.7	SVINCOLO SV_05 – BOLOGNETTA SUD .....	154
7.7.1	Descrizione .....	154
7.7.1	Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006 .....	155
7.7.1.1	Verifiche geometriche .....	155
7.7.1.2	Verifiche funzionali .....	157
<b>8</b>	<b>VIABILITA' SECONDARIE .....</b>	<b>159</b>
8.1	AS_E00 – AS_E01 .....	160
8.2	AS_E06 – AS_E07 .....	160
8.3	AS_E10 – AS_E13 .....	160
8.4	AS_E12 .....	160
8.5	AS_E29 – AS_E30 .....	161
8.6	AS_E40 .....	161
8.7	AS_E46 .....	161
8.8	AS_E47 .....	161
8.9	AS_E58 – AS_E60 .....	161
8.10	AS_E63 .....	162
8.11	AS_E66 – AS_E71 .....	162
8.12	AS_E75 .....	162
8.13	AS_E84 – AS_E85 .....	162
8.14	AS_E91 – AS_E93 .....	163
8.15	AS_E98 – AS_E100 .....	163
8.16	AS_E110 .....	163
8.17	AS_E125 .....	163
8.18	AS_157 .....	164
8.19	AS_E160_S - AS_E160_D .....	164
8.20	AS_E161 .....	164
8.21	AS_E163 .....	164
<b>9</b>	<b>SOVRASTRUTTURA STRADALE .....</b>	<b>165</b>
9.1	PREMESSA .....	165
9.2	METODO AASHTO .....	165
9.2.1	Valutazione del traffico veicolare .....	165
9.2.2	Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile" .....	166
9.2.3	Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione .....	168

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

9.2.4	Affidabilità percentuale R1 e fattore di Affidabilità Zr .....	171
9.2.5	Portanza del sottofondo .....	171
9.2.6	Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton. ....	171
9.2.7	Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS.....	172
9.3	ASSE PRINCIPALE E RAMPE DI SVINCOLO .....	172

## 1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo dell' "Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta".

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda l'ammodernamento dell'itinerario Palermo – Agrigento (S.S. 121 – Catanesa) ed è parte di un più esteso intervento che, nel complesso, si propone in primo luogo di ridurre l'alta incidentalità dell'itinerario attuale e di garantire un più capace, e rapido, collegamento tra i due capoluoghi ed i relativi opposti versanti costieri, collegando con essi le aree più interne.

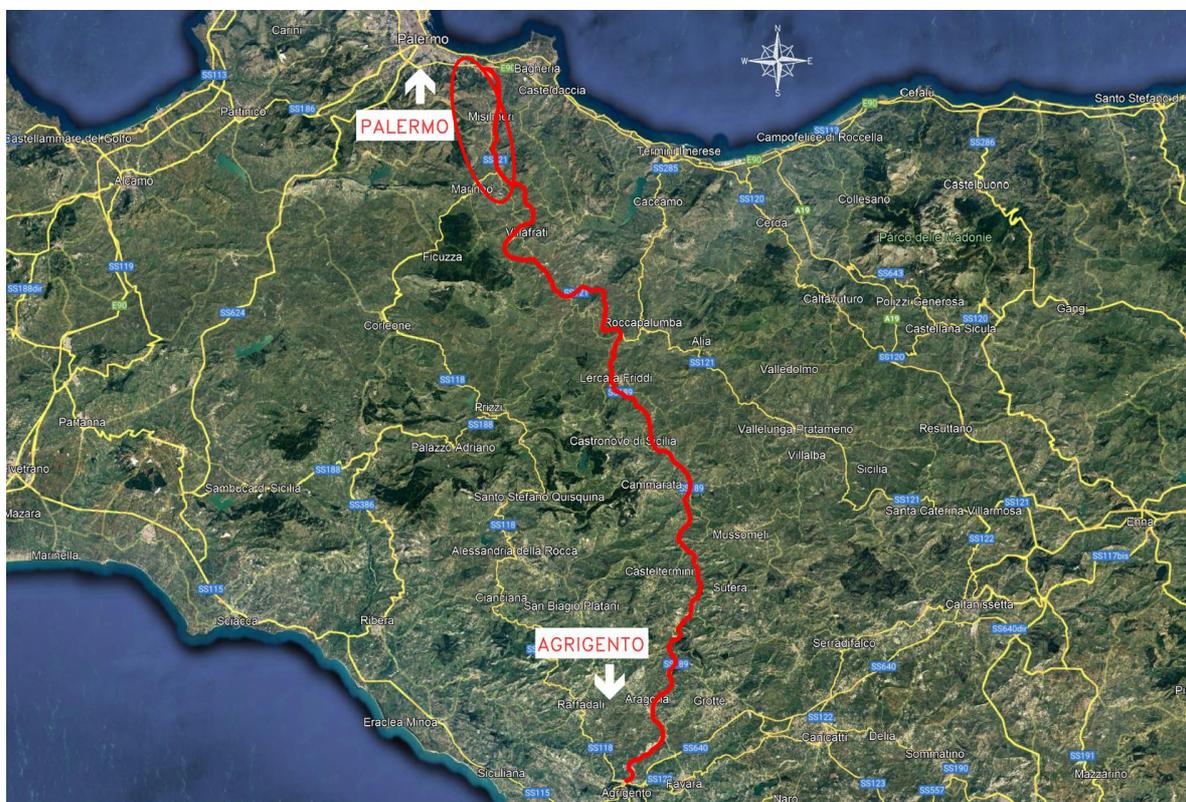


Figura 1 – Itinerario Palermo – Agrigento

Il tratto in esame ha uno sviluppo di circa 16,5 Km ed interessa la frazione iniziale dell'itinerario. Esso è compreso tra lo svincolo presente sulla A19, che collega le città di Palermo e Catania e la rotatoria di Bolognetta (comune di Palermo e situato a sud-est del capoluogo) e prevede, inoltre, una bretella di raccordo con la SS113 "Settentrionale Sicula", connessa tramite la rotatoria di Bagheria.

Il collegamento viario tra Palermo ed Agrigento assume una particolare importanza nel quadro strategico dello sviluppo regionale.

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

L'attuale statale, oltre a collegare le diverse località ubicate lungo il tracciato, costituisce una delle principali arterie su cui confluisce il traffico pendolare diretto a Palermo dai numerosi centri abitati (compreso il Corleonese) che gravitano nell'area metropolitana.

Il tracciato attuale, ammodernato nel corso degli anni sessanta, ha le caratteristiche di una sezione stradale assimilabile ad una tipo V n° 78/80. Le carenze del tracciato riguardano i raggi di curvatura molto bassi (inferiori a 80 metri) spesso planimetricamente posti in successione di curve e controcurve.

L'intervento si propone, in primo luogo, di ridurre l'alta incidentalità dell'itinerario esistente e di garantire un più capace, e rapido, collegamento tra i due capoluoghi ed i relativi opposti versanti costieri, collegando con essi le aree più interne.

In tale tratto oggi prevale una sezione stradale di ampiezza non superiore a 7,50 m con banchine di dimensioni non superiori ad 1.00 m. Sono altresì frequenti gli attraversamenti di nuclei abitativi di natura spesso agricola, con le conseguenti soggezioni al traffico di lunga percorrenza, soprattutto nel periodo estivo. Numerosi sono anche gli accessi ad attività commerciali ed intersezioni a raso non ben visibili all'utente lungo il tracciato. In conseguenza di ciò, si hanno dirette ripercussioni sulla sicurezza della circolazione.

Il tracciato risulta particolarmente pericoloso anche per la presenza di numerosi innesti a raso di viabilità minore ed accessi privati. Questi ultimi molto frequenti nel tratto Palermo-Villafrati.

L'intervento prevede inoltre la realizzazione delle seguenti intersezioni:

INTERSEZIONE	TIPOLOGIA
SV01 - Bagheria	Rotatoria
SV02 - A19	Livelli sfalsati
SV03A - Misilmeri Nord	Livelli sfalsati
SV03B - Misilmeri Sud	Livelli sfalsati
SV04 - Bolognetta Nord	Livelli sfalsati
SV05 - Bolognetta Sud	Rotatoria

La tipologia delle intersezioni è coerente con le indicazioni del DM 19/04/2006, poiché le intersezioni a livelli sfalsati collegano la nuova viabilità di tipo B (extraurbana principale) con la rete stradale esistente, mentre le due intersezioni a rotatoria collegano strade di tipo C, come sarà meglio specificato nel seguito.

A causa della morfologia del territorio e dei vincoli presenti, è stato necessario eseguire la progettazione stradale eseguendo il tracciamento di due assi indipendenti.

Nel seguito è riportato l'elenco delle viabilità presenti in progetto, con la loro definizione e classificazione ai sensi dell'Art. 2 Comma 2 del Codice della Strada (D.Lgs. 285/92):

Viabilità principali	Classificazione D.Lgs. 285/92	Livello di rete DM 05/11/2001	L [m]
AP-C1	C – Strada extraurbana secondaria	Rete secondaria	600.00
AP_SX	B – Strada extraurbana principale	Rete principale	13215.93
AP_DX			13195.40
AP-C2	C – Strada extraurbana secondaria	Rete secondaria	2850.00

Viabilità secondarie	Classificazione D.Lgs. 285/92	Livello di rete DM 05/11/2001	L [m]
AS_E00	F – Strada locale	Rete locale	149.12
AS_E01	F – Strada locale	Rete locale	82.07
AS_E06	F – Strada locale	Rete locale	196.27
AS_E07	F – Strada locale	Rete locale	96.45
AS_E10	F – Strada locale	Rete locale	517.18
AS_E12	F – Strada locale	Rete locale	670.48
AS_E13	F – Strada locale	Rete locale	304.50
AS_E29	F – Strada locale	Rete locale	83.12
AS_E30	F – Strada locale	Rete locale	534.67
AS_E40	F – Strada locale	Rete locale	170.45
AS_E46	F – Strada locale	Rete locale	58.15
AS_E47	F – Strada locale	Rete locale	1466.65
AS_E58	F – Strada locale	Rete locale	141.59
AS_E60	F – Strada locale	Rete locale	104.36
AS_E63	F – Strada locale	Rete locale	109.48
AS_E66	F – Strada locale	Rete locale	714.12
AS_E71	F – Strada locale	Rete locale	107.24
AS_E75	F – Strada locale	Rete locale	211.96
AS_E78	F – Strada locale	Rete locale	466.23
AS_E84	F – Strada locale	Rete locale	108.75
AS_E85	F – Strada locale	Rete locale	252.41
AS_E91	F – Strada locale	Rete locale	217.16
AS_E93	F – Strada locale	Rete locale	242.72
AS_E98	F – Strada locale	Rete locale	146.61
AS_E100	F – Strada locale	Rete locale	324.98
AS_E110	F – Strada locale	Rete locale	705.01
AS_E125	F – Strada locale	Rete locale	259.70
AS_E157	F – Strada locale	Rete locale	186.41
AS_E160_S	F – Strada locale	Rete locale	147.77
AS_E160_D	F – Strada locale	Rete locale	43.69
AS_E161	F – Strada locale	Rete locale	445.17
AS_E163	F – Strada locale	Rete locale	124.95

Nella medesima tabella è stata inoltre riportata la rete stradale di appartenenza, in conformità a quanto stabilito nel DM 05/11/2001.

A tal proposito si precisa che tutte le viabilità secondarie sono brevi viabilità di ricucitura della rete locale, di ripristino di accessi soppressi o, più in generale, strade vicinali. Pertanto, dette viabilità (minori) sono da considerarsi a destinazione particolare, e quindi per esse non sono applicabili i criteri progettuali legati alla “velocità di progetto”, come precisato al punto 3.5 del DM 05/11/2001.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

La progettazione è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente:

- D.L. 30.04.1992 n.285: "Nuovo Codice della Strada" 8G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato e integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- D.P.R. 16.12.1992 n.495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada" (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- D.P.R. 16.09.1996 n.610: "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada" e s.m.i.;
- D.M. 05.11.2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22.04.2004 "Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- CNR B.U. n.77 del 5/5/80 "istruzioni per la redazione dei progetti stradali";
- CNR B.U. n.178 del 15/9/95: "Catalogo delle pavimentazioni stradali";
- L. 29 luglio 2010 n.210 – Disposizioni in materia di sicurezza stradale;
- Direttiva LL.PP. 24.10.2000 – Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione (G.U.28.12.2000 n.301);
- D.M. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza "e s.m.i;
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007: "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- Norme UNI EN 1317: "Barriere di sicurezza stradali":
  - ✓ UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- ✓ UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- ✓ UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettazione basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- ✓ UNI ENV 1317-4:2003: "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- ✓ UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 6.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".
- D.Lgs 35/2011 (G.U. n. 81 del 08-04-2011): "Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali".
- DM 02/05/2012 (GU n. 209 del 7-9-2012 - Suppl. Ordinario n.182): "Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'art. 8 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n. 35".

### 3 **CONTROLLO DELLA SICUREZZA STRADALE SUI PROGETTI AI SENSI DELL'ART. 4 DEL D.LGS. N. 35/2011 E SS.MM.II**

---

Il progetto definitivo dell'intervento "S.S. 121 Catanese UP62 tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta" – relativamente allo Svincolo di Raccordo con Autostrada A19 è stato oggetto di controllo della sicurezza stradale ai sensi del D. Lgs 35/2011 ed inoltrato all'Ente Gestore il 8.11.2022 con nota prot. MIT n. 11860.

Il progetto definitivo dell'intervento "S.S. 121 Catanese UP62 tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta", relativamente all'Asse Principale Tipo B è stato oggetto di controllo della sicurezza stradale ai sensi del D. Lgs 35/2011 ed inoltrato all'Ente Gestore il 10.07.2023 con nota prot. MIT n. 8593.

La sintesi ed il giudizio finale hanno riportato una serie di raccomandazioni, prevalentemente sotto forma di punti di attenzione da approfondire nella successiva fase progettuale.

Alcuni dei punti elencati sono stati in ogni caso recepiti già nella fase di Progetto Definitivo.

In particolare:

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

1. Nei diagrammi delle DVL non si evincono le entità degli allargamenti.  
 2. Nel diagramma di visibilità dell'asse principale in dx tra il km 12+800 e il km 13+100 (vedi tavola 03) le DVL in corsia 1 appaiono inferiori alle distanze di arresto a valle dell'allargamento praticato.  
 3. Nel diagramma di visibilità dell'asse principale sx (tavole 4 e 5) sebbene l'andamento grafico delle DVL della corsia di marcia e di sorpasso appaia soddisfatto rispetto a quello delle distanze di arresto, si osserva che i relativi valori numerici delle singole sezioni appaiono identici.

1. Esplicitare la misura degli allargamenti previsti.
2. Verificare se si tratta di un mero refuso o di un aspetto da approfondire.
3. Si chiede opportuna verifica.

  
 (aspetto da approfondire nel PE)

1. I valori degli allargamenti sono stati inseriti nella presente relazione al par. 6.5.3.
2. Trattavasi di un refuso grafico. Sono stati corretti e riemessi i Diagrammi. Si vedano gli elaborati UP62\_T00PS00TRADG01-03 (asse DX)
3. Trattavasi di un refuso grafico. Sono stati corretti e riemessi i Diagrammi. Si vedano gli elaborati UP62\_T00PS00TRADG04-06 (asse SX)

Si rilevano alcuni rettifili al di sotto della lunghezza minima rispetto alla Vp considerata (vedi sez. sez. 241, sez. 190) che potrebbero non essere adeguatamente percepiti dall'utenza viabile.

Si richiede di approfondire tali aspetti, ed eventualmente giustificare le scelte progettuali.

  
 (aspetto da approfondire nel PE)

In entrambi i casi si tratta di rettifili connessi a curve di raggio  $R > R'$  (7500m), assimilabili a rettifili.

Nello di svincolo Misilmeri Nord la rampa di uscita afferente alla carreggiata dx della S.S. 121 presenta un tracciato particolarmente tortuoso. I mezzi in uscita dalla S.S. 121 potrebbero non percepire adeguatamente il tratto di decelerazione e giungere sulla rampa a velocità sostenute e ciò rappresenta un rischio per l'utenza che la percorre. Inoltre, si rileva che la rotatoria situata a valle della rampa di uscita potrebbe non essere adeguatamente avvistata a causa dell'andamento verticale in ascesa (6 %) e di un raccordo planimetrico curvilineo a ridotto raggio (35 m) volgente a destra.

Migliorare per quanto possibile l'andamento plano-altimetrico della rampa nonché l'avvistamento a distanza della rotatoria (verificare la distanza di avvistamento) e la segnalazione della stessa.

  
 (aspetto da approfondire nel PE)

La zona dello svincolo presenta dei vincoli topografici notevoli, in particolare il dislivello da superare tra l'uscita e l'innesto con la SS121 è considerevole (quasi 30m). Per poter superare tale dislivello la pendenza della rampa deve essere mantenuta costantemente al 7%, valore utilizzabile solo con  $V_p < 60$  km/h. Anche con il fine di contenere i movimenti di terra in un punto caratterizzato da terreni particolarmente scadenti, si è reso quindi necessario utilizzare una sequenza di curva di raggio  $< 120$ m che accompagnano la naturale morfologia.

Tali curve sono gradualmente decrescenti approcciandosi alla rotatoria, in modo da condurre l'utente a rallentare progressivamente; l'ultima curva in particolare ha  $R=35$ m, corrispondente ad una  $V_p$  di ca. 33 km/h, confrontabile con la velocità ideale di approccio alla rotatoria. E' inoltre presente un tratto di circa 20m più pianeggiante in arrivo alla rotatoria.

L'approccio alla rotatoria non presenta scarpate o trincee elevate, pertanto è presente una adeguata visibilità, che può essere garantita anche nei confronti di ostacoli esterni alla sede stradale **stabilendo una "clear zone" libera da ostacoli nel triangolo che collega la penultima curva alla rotatoria**, garantendo una visuale libera per l'avvistamento adeguatamente maggiore di quella strettamente necessaria per l'arresto.



1. Nello svincolo di Bolognetta Nord le corsie specializzate di diversione in carreggiata sx e di accelerazione in carreggiata dx appaiono dimensionate per  $V_p = 120$  km/h sebbene la viabilità in tale tratto sia di tipo C.

1. Ridimensionare le corsie specializzate adottando la  $V_p$  dedotta dal diagramma delle velocità (100 km/h). Si chiede inoltre di esplicitare nella relazione tecnica la lunghezza totale delle corsie specializzate di uscita.

1. Trattavasi di refuso. È stato corretto nella presente relazione al par. 7.6.2

3. Negli elaborati grafici non vengono esplicitate le dimensioni dei tratti delle corsie specializzate e la loro sezione trasversale. In particolare, nello Svincolo di Misilmeri Sud non viene indicata la lunghezza complessiva della corsia specializzata di uscita.

3. Specificare la lunghezza delle corsie specializzate.

La lunghezza delle corsie specializzate è stata riportata in relazione; cfr par. relativi ai singoli svincoli.

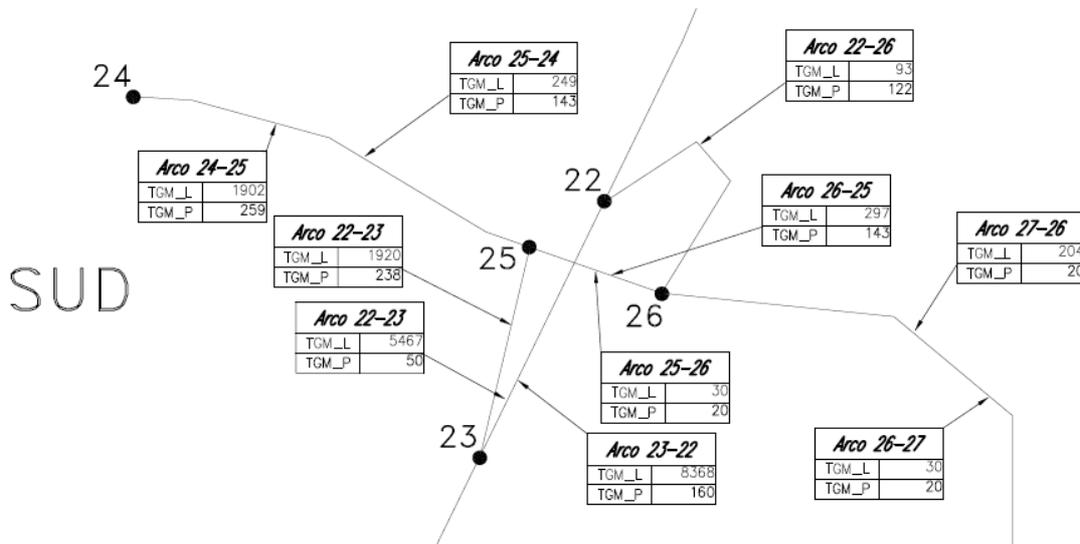
Nello svincolo di Misilmeri Sud la rampa di uscita in carreggiata sx e quella di entrata in carreggiata dx si connettono ad una viabilità secondaria (via Pellingra) mediante innesti a T che potrebbero aumentare il rischio di collisioni veicolari nelle rispettive aree di manovra. Inoltre, a sud-ovest di via Pellingra si rileva l'accesso ad una viabilità interpodereale che potrebbe interferire con le manovre di svolta a destra verso la rampa di entrata in carreggiata dx. È presente un ulteriore accesso sulla viabilità secondaria (progr. Km 0+260) che potrebbe non essere adeguatamente percepito dagli utenti veicolari aventi direttrice di marcia ovest – est in quanto situato a valle del sottopasso.

Verificare i triangoli di visibilità dell'intersezione tra via Pellingra e la rampa di uscita, migliorare la configurazione dell'innesto mediante un'isola direzionale, garantire adeguate manovre di svolta a sx da via Pellingra verso la rampa di entrata. Se ritenuto necessario inserire una corsia di accumulo per la svolta a sx considerando anche le eventuali manovre di inversione di marcia da Nord verso Sud.

Distanziare l'accesso alla viabilità interpodereale in modo tale che esso non interferisca con la funzionalità dello svincolo, in particolare con le manovre di svolta a destra verso la rampa di entrata. Verificare l'intervisibilità dell'accesso in prossimità del sottopasso.

Specificare le caratteristiche geometriche e funzionali della viabilità secondaria (per definizione cat. C).

Esaminando il grafo di traffico dello svincolo Misilmeri Sud (immagine seguente), si determina che:



(aspetto da approfondire nel PE)

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- La manovra di svolta in sinistra per chi proviene da **26** (ramo Est di Via Pellingra) e vuole andare a **23** (immissione verso Agrigento) è data da  $297-249 = 48 \text{ veh/g}$ .
- La manovra di svolta in sinistra per chi proviene da **22** (provenienza Agrigento) e vuole andare sull'arco **26-27** (ramo Est di Via Pellingra) è data da  $30-20 = 10 \text{ veh/g}$ .

In entrambi i casi, i valori sono molto bassi e tali da non richiedere la presenza di una corsia di accumulo per la svolta (si veda tabella seguente)

Traffico giornaliero medio sulla principale (veicoli/g)	Veicoli impegnati in svolta a sinistra		
	meno di 100 veicoli/g	tra 100 e 400 veicoli/g	più di 400 veicoli/g
meno di 8000 veicoli/g	mantenimento della sezione corrente	corsia specializzata di accumulo e svolta a sinistra	corsia specializzata di accumulo e svolta a sinistra oppure rotatoria
più di 8000 veicoli/g	mantenimento della sezione corrente o corsia di svolta		

Il ramo di Via Pellingra presenta diversi accessi (non sopprimibili). Non può pertanto essere considerata una rampa di svincolo, ma è stata trattata come una viabilità locale con una sezione assimilabile ad una tipo F2 extraurbano, adeguandone la larghezza ove insufficiente. In Relazione è stata aggiunta nel paragrafo dello svincolo Misilmeri Sud.

La viabilità alla PK 0+140 non si tratta di una interpodereale ma è una viabilità di accesso ad un laghetto ad uso irriguo, per il quale è presumibile un traffico pressochè nullo e solo di addetti.

L'accesso alla PK 0+260, a servizio anche di una attività produttiva, non è spostabile.

**Sono stati verificati i triangoli di visibilità** su tale intersezione (par. 7.5.5), ed in particolare si è determinato di allargare il sottopasso per consentire una adeguata visibilità in tale punto, e reciprocamente consentire l'avvistamento dell'accesso ai veicoli provenienti da Ovest.

Una serie di accessi tra loro vicini nel tratto Est sono stati raggruppati in un unico accesso alla PK 0+340 onde ridurre la frequenza degli accessi e relative perturbazioni.

In generale la zona è pianeggiante quindi stante l'altezza del rilevato <1m non si rende necessaria l'adozione di barriere di sicurezza, risultando questo in una assenza di ostacoli alla visibilità a ciglio strada, eccettuato come già menzionato il sottopasso.

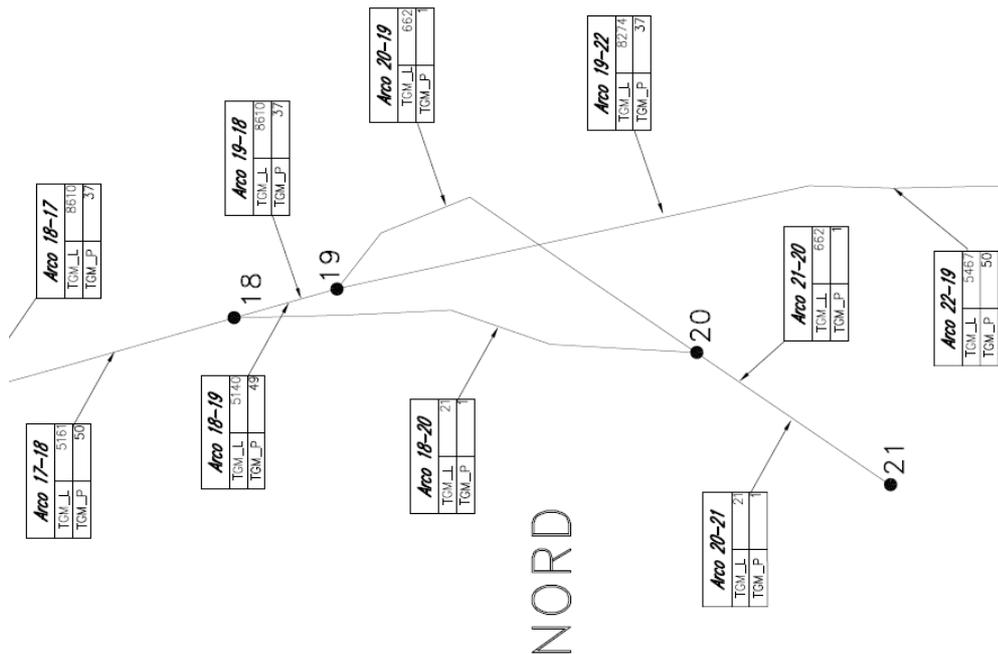
1. Nello svincolo Misilmeri Nord in carreggiata dx (direzione Sud) al km 5+700 è stata prevista una uscita dalla viabilità principale mediante una pseudo-corsia ad ago la quale potrebbe essere percepita dagli utenti come una svolta a destra e generare il rischio che essi possano abbandonare senza volerlo la corsia di marcia. Inoltre la pseudo-corsia ad ago trovandosi all'imbocco della galleria Incorbina potrebbe anche generare problemi di visibilità. Infatti, le manovre di uscita improvvise e repentine dalla principale potrebbero mascherare la visibilità agli utenti che seguono i quali non avrebbero garantite adeguate distanze di visuale libera per l'arresto di fronte ad un ostacolo nella zona di ingresso della galleria. Considerato poi l'orientamento Nord-Sud dell'asse stradale, tale rischio è aggravato da eventuali fenomeni di abbagliamento solare durante le ore pomeridiane

1. Approfondire tali aspetti considerando la possibilità di anticipare per quanto possibile la manovra d'uscita. Assicurarsi che l'uscita ad ago sia segnalata con estrema chiarezza, predisponendo opportuna segnaletica orizzontale sia a monte della corsia, sia lungo tutto l'ago di manovra fino alla zebratura. Garantire una adeguata illuminazione dell'imbocco della galleria artificiale Incorbina. Verificare le distanze di visibilità per il cambio di corsia.
2. Si consiglia di approfondire tale aspetto. In ogni caso si raccomanda di potenziare/migliorare la segnaletica orizzontale e verticale di preavviso e indicazione del restringimento e di moderare la velocità in approccio a tale sezione.

  
 (aspetto da approfondire nel PE)

L'ubicazione dell'uscita è stata anticipata per quanto possibile, compatibilmente con la verifica di cambio corsia (che è soddisfatta) proveniendo dalla curva, come illustrato nel relativo paragrafo delle Relazione Tecnica Stradale.

Si segnala anzitutto che i livelli di traffico previsti per lo svincolo sono molto bassi, creandosi quindi una situazione favorevole sotto il profilo della sicurezza. Si riporta a seguire il grafo di assegnazione del traffico sui rami dello svincolo.



E' stata apposta opportuna segnaletica rafforzata, in particolare, in aggiunta ai consueti segnali, una presegnalazione dell'uscita prima della curva, e segnaletica orizzontale indicante le direzioni prima del tronco di manovra. Si veda la planimetria di Segnaletica T00PS00TRAPN04.

E' stata inoltre aggiunta l'illuminazione anche del tratto di Asse Principale compreso tra l'uscita e la galleria, per rendere più chiaramente visibile e riconoscibile all'utente il prosieguo dell'itinerario principale.

1. Alla progressiva km 8+200 circa, lungo il tronco di manovra della corsia di accelerazione dello svincolo di Misilmeri Sud si rileva un allargamento in dx che potrebbe generare un disallineamento delle barriere laterali con conseguente alterazione della percezione del tracciato.
2. Non sono presenti elaborati grafici delle barriere stradali previste né un apposito capitolo nella relazione tecnica, ma solo una schematica descrizione nella presentazione del progetto.

Non si rileva la previsione di impianti di illuminazione nelle aree di svincolo.

1. Approfondire tale aspetto.
2. Nella successiva fase di progettazione si richiede di completare la relazione tecnica con il capitolo riguardante la previsione delle barriere stradali e i relativi elaborati grafici.

Nella successiva fase di progettazione verificare che siano previsti gli impianti di illuminazione su tutta l'area dello svincolo e garantire adeguati franchi laterali di sicurezza.

 (aspetto da approfondire nel PE)

 (aspetto da approfondire nel PE)

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

1. La galleria Cannitta non presenta piazzole di sosta, né collegamenti pedonali per i veicoli di soccorso e servizi ai sensi del D.M. 2001. Alla suddetta criticità si aggiunge poi il fatto che la galleria appare in successione con il viadotto Eleuterio (VI02D) e le piazzole di sosta previste si trovano a monte e a valle delle suddette opere d'arte ad una interdistanza di oltre 2000 m.
2. Gli elaborati esaminati non riportano la localizzazione delle cabine/centrali degli impianti tecnici delle gallerie, le modalità di accesso e la loro protezione. Tali dati sono ritenuti necessari al fine di valutare se il loro posizionamento non costituisca una criticità per il traffico stradale.

1. Dai colloqui intercorsi con l'Ente Gestore e i Progettisti è emersa l'intenzione di procedere all'inserimento in galleria di una piazzola di sosta per ogni senso di marcia e il suo adeguato distanziamento dalle zone di entrata, così come la previsione dei servizi necessari connessi alla sicurezza in galleria verranno ottemperati ai sensi del D.M. 2001 nei successivi elaborati progettuali; Nella successiva fase di progettazione si richiede di procedere con la modifica progettuale concordata.
2. Fornire gli elaborati completi dei dettagli richiesti.



Il Progetto consegnato – successivamente alla nota dei controlli - contiene quanto sopra.

## 4 STUDI DI TRAFFICO

I dati di traffico utilizzati per le verifiche e i dimensionamenti sono stati desunti dallo studio di traffico appositamente predisposto da ANAS per il nuovo asse della SS121, il cui riepilogo è sintetizzato negli schemi riportati nelle pagine seguenti, con l'evidenza dei flussi di traffico all'apertura dell'infrastruttura (2027) previsti dal modello di assegnazione in termini di TGM (pesanti e leggeri).

Per ricavare i flussi orari nell'ora di punta dai TGM, sono stati adottati i seguenti coefficienti di trasformazione:

- Veicoli leggeri  $K = 0.081$
- Veicoli pesanti  $K = 0.074$

Il coefficiente di equivalenza per i veicoli pesanti è stato posto, a favore di sicurezza, pari a  $n = 4.5$ .

Il tratto di A19 interessato dall'intervento è percorso da un importante volume veicolare, con un TGM che supera i 48600 veic/giorno (in entrambe le direzioni) e una percentuale di veicoli pesanti intorno al 4.5%.

La nuova viabilità di tipo B è altresì interessata da volumi di traffico più contenuti, con un'articolazione del TGM che varia da tratta a tratta, come può evincersi dalla tabella seguente:

VIABILITA'		direzione EST			direzione OVEST			TOTALI		SPLIT	
		TGM		% P	TGM		% P	TGM	% P		
Categoria	Tratta	L	P	% P	L	P	% P	L+P	% P	EST	OVEST
AE	A19 (PA-Bagheria)	23703	1123	4.52%	22730	1051	4.42%	48607	4.47%	51.07%	48.93%

VIABILITA'		direzione SUD			direzione NORD			TOTALI		SPLIT	
		TGM		% P	TGM		% P	TGM	% P		
Categoria	Tratta	L	P	% P	L	P	% P	L+P	% P	SUD	NORD
C1	Bagheria - A19	4543	54	1.17%	6645	32	0.48%	11274	0.76%	40.78%	59.22%
B	A19 - Misilmeri Nord	5161	50	0.96%	8610	37	0.43%	13858	0.63%	37.60%	62.40%
	Misilmeri Nord - Misilmeri Sud	5467	50	0.91%	8274	37	0.45%	13828	0.63%	39.90%	60.10%
	Misilmeri Sud - Bolognetta Nord	7388	289	3.76%	8368	160	1.88%	16205	2.77%	47.37%	52.63%
C1	Bolognetta Nord - Bolognetta Sud	2602	119	4.37%	3299	104	3.06%	6124	3.64%	44.43%	55.57%

Dalla medesima tabella si evince che la tratta complessivamente più caricata è quella tra Misilmeri Sud e Bolognetta Nord, con un TGM nelle due direzioni al 2027 di 16205 veic/h e una percentuale di veicoli pesanti del 2.8% circa.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <i>Progetto definitivo</i>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Si osserva, inoltre, che alla barriera di Bolognetta Nord i volumi di traffico si riducono significativamente, con una riduzione complessiva di circa 10000 veic/giorno, che evidentemente impegneranno lo svincolo stesso, con una certa prevalenza per i flussi provenienti da Sud e diretti verso Palermo.

Analoga prevalenza si rileva su tutte le tratte della nuova infrastruttura B, con il traffico maggiore in direzione Nord (da Agrigento verso Palermo). Lo squilibrio più accentuato tra le due direzioni di marcia si registra comunque nel tratto compreso tra lo svincolo con la A19 e quello di Misilmeri Sud.

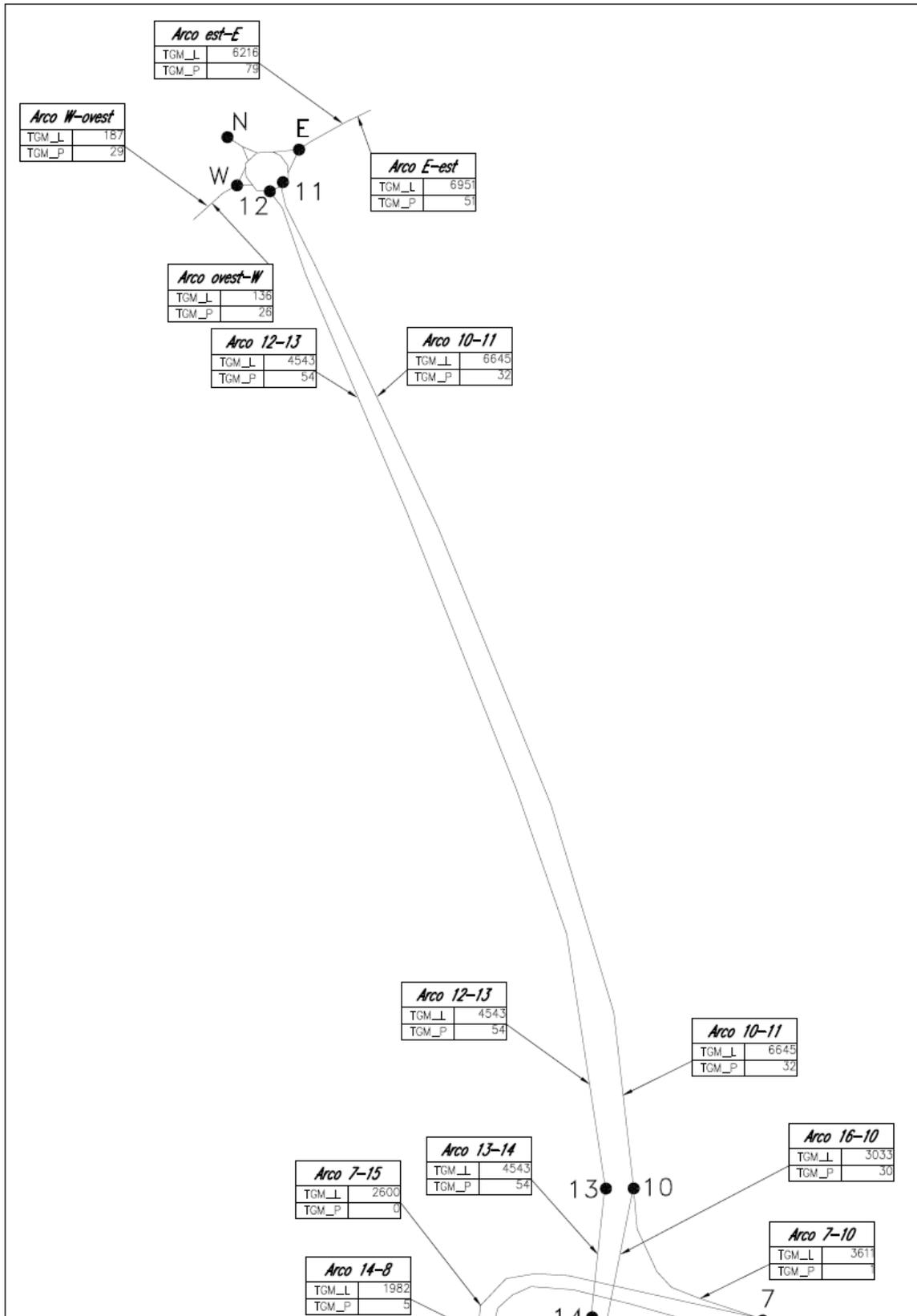


Figura 2. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo Bagheria

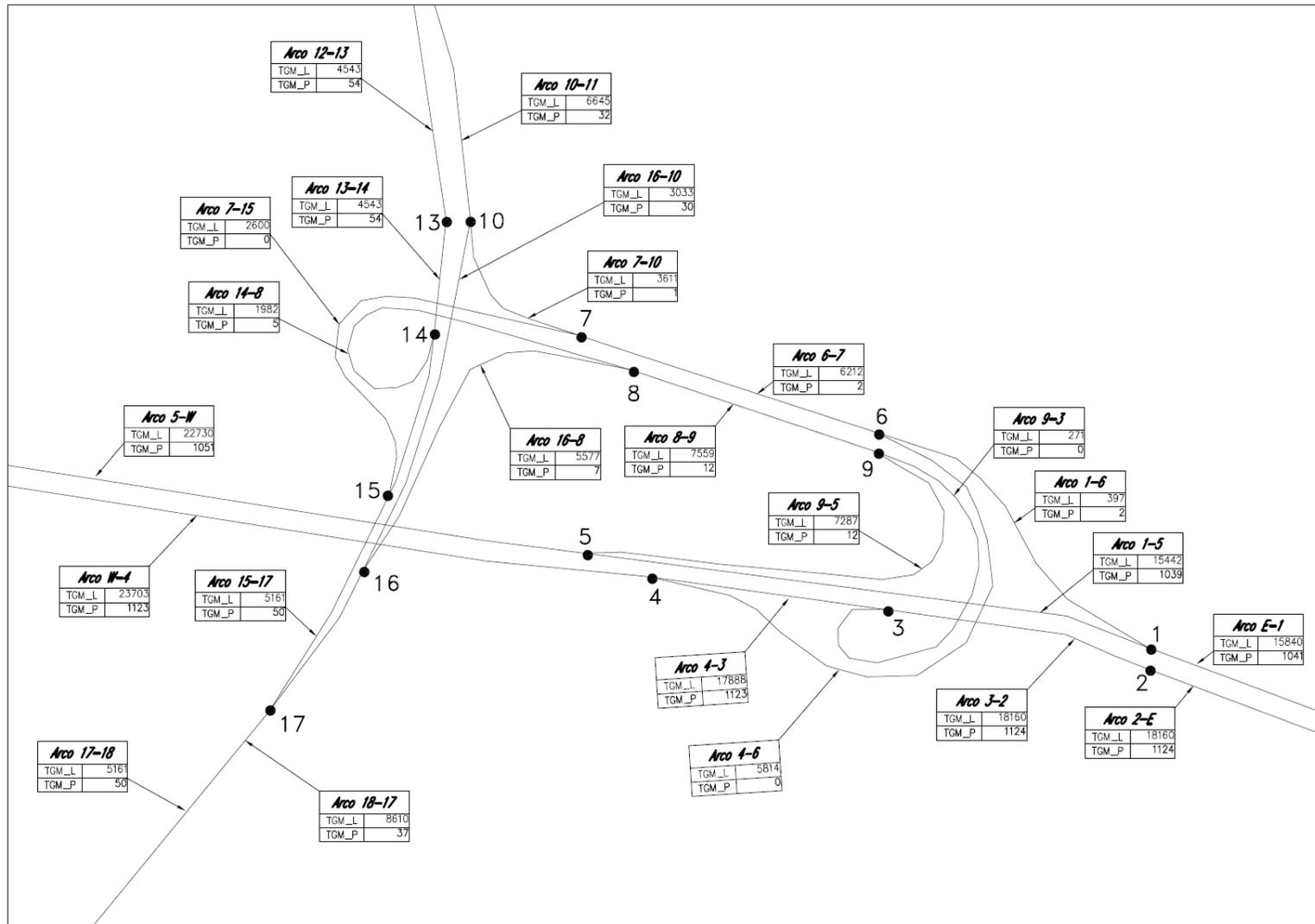


Figura 3. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo A19

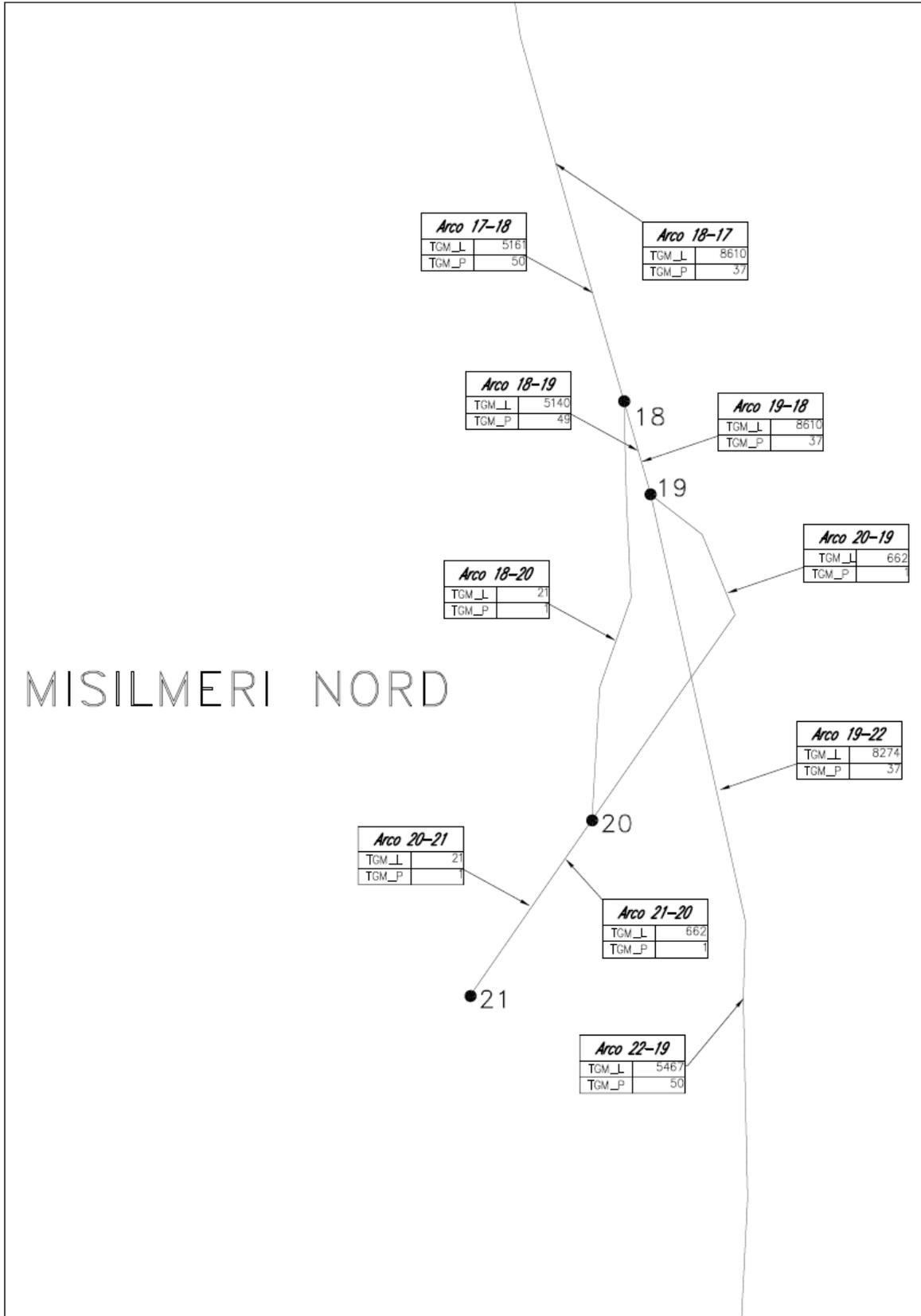


Figura 4. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo Misilmeri Nord

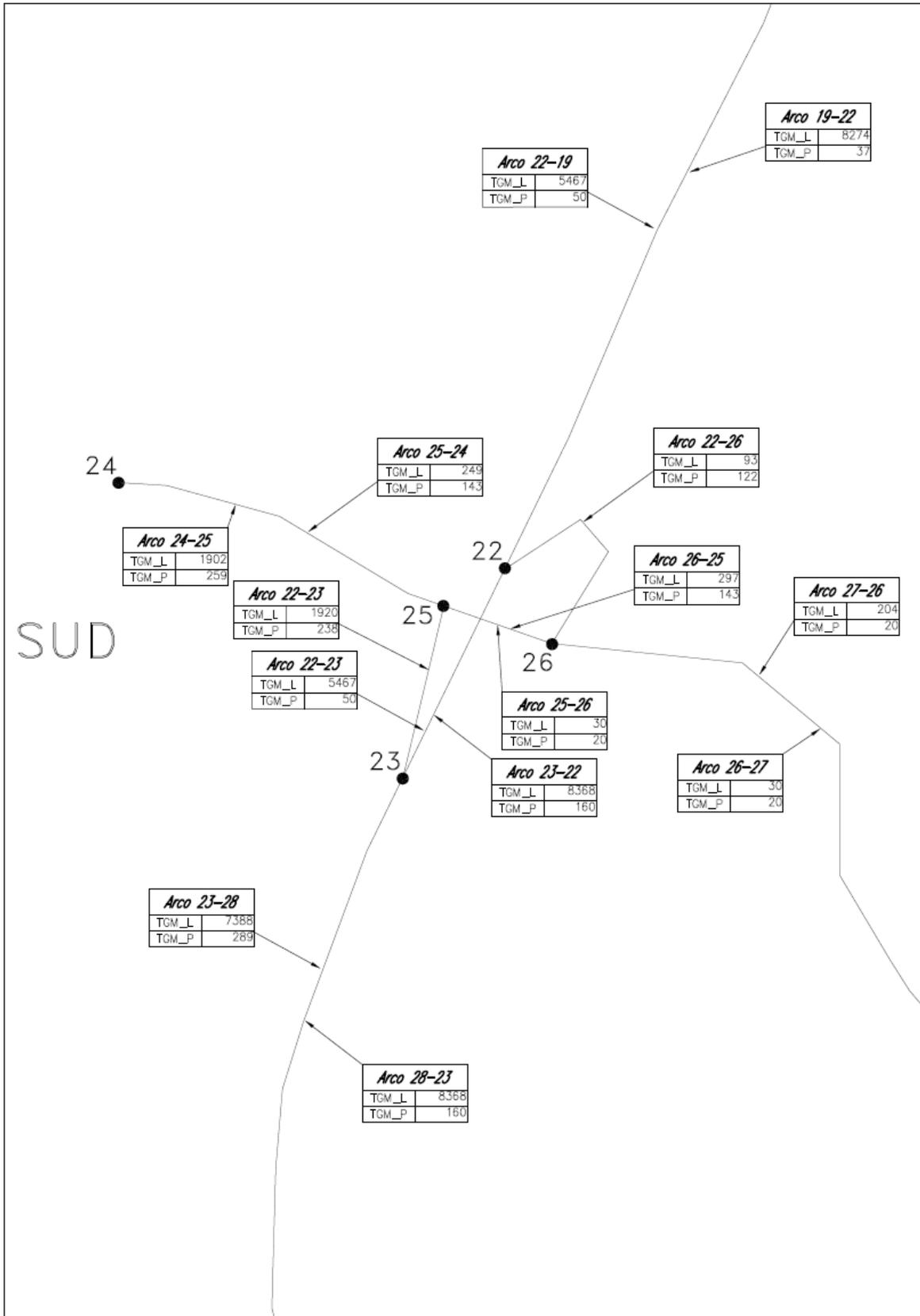


Figura 5. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo Misilmeri Sud

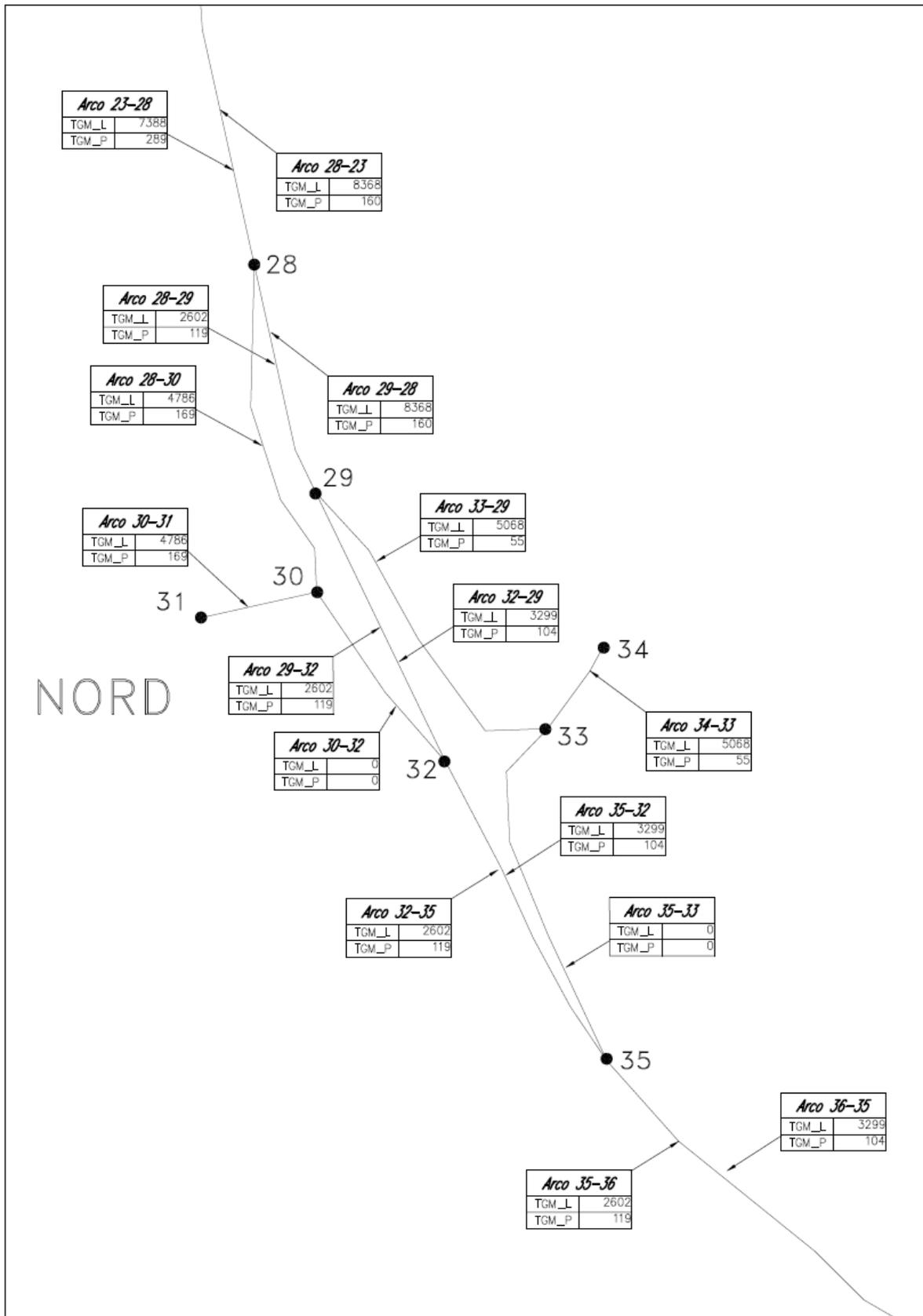


Figura 6. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo Bolognetta Nord

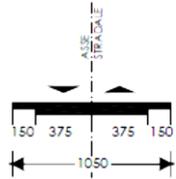
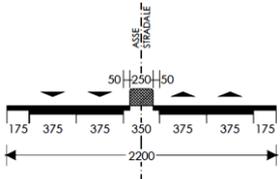
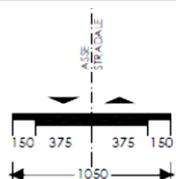


Figura 7. - Grafo del traffico di previsione zona svincolo Bolognetta Sud

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 5 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SEZIONI TIPO

Le caratteristiche geometriche adottate per la piattaforma stradale sono conformi a quanto definito nel D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e risultano dal prospetto seguente:

Progr. in. [km]	Progr. fin. [km]	Categoria funzionale	Tipo	Vp min [km/h]	Vp max [km/h]	Piattaforma
0+000	1+216.40	Strada Extraurbana Secondaria	C1	60	100	
1+216.40	13+391.20	Strada Extraurbana Principale	B	70	120	
13+391.20	16+500	Strada Extraurbana Secondaria	C1	60	100	

A causa della morfologia del territorio e dei vincoli presenti, è stato necessario eseguire la progettazione stradale eseguendo il tracciamento di due assi indipendenti.

Lo spartitraffico, quindi, non sarà sempre della larghezza minima e le rotazioni della sagoma delle due semicarreggiate saranno indipendenti.

Inoltre, data la presenza di gallerie naturali, la rotazione della sagoma nei tratti interessati non avverrà intorno al ciglio interno di semicarreggiata, bensì intorno all'asse di mezzeria della galleria, coincidente con il suo asse di simmetria al fine di limitare i volumi di scavo.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2.00 m ove alloggianno le barriere di sicurezza, delimitati a bordo piattaforma da un cordolo in conglomerato cementizio per entrambe le categorie funzionali.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale, di norma ha una pendenza strutturale massima del 2/3 con banca di 2.00 m per altezze del rilevato superiori a 5.00 m.

In trincea l'elemento marginale è costituito da una cunetta; la scarpata avrà pendenza congruente con le condizioni di stabilità degli scavi.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

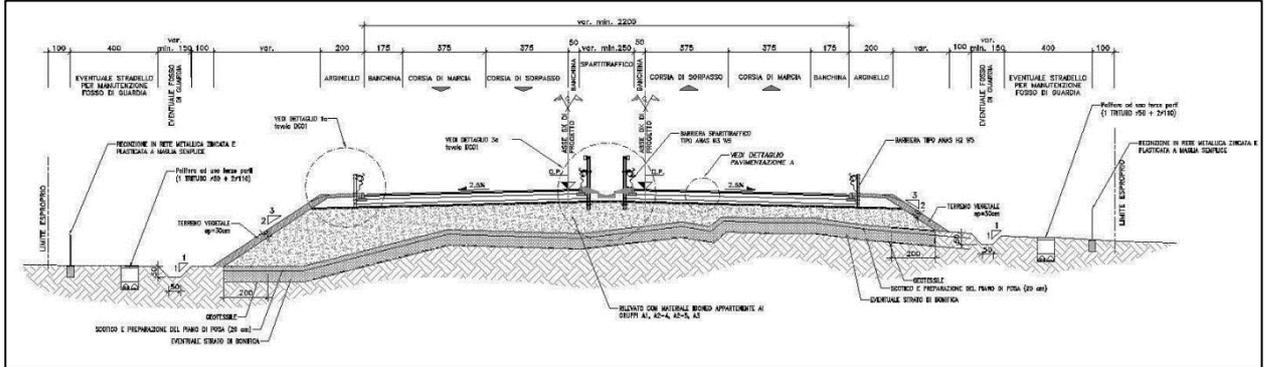


Figura 8. Sezione tipo B in rilevato.

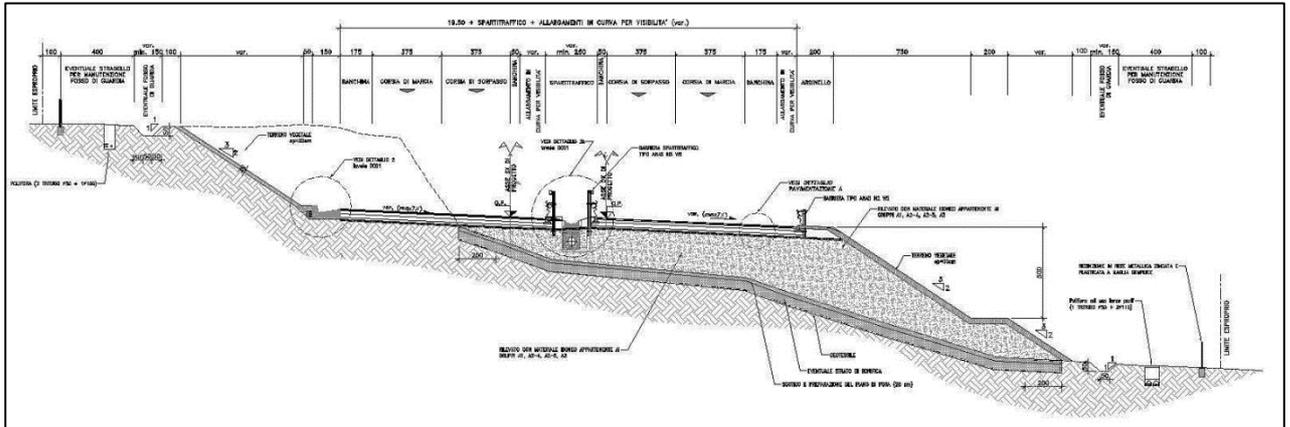


Figura 9. Sezione tipo B a mezza costa.

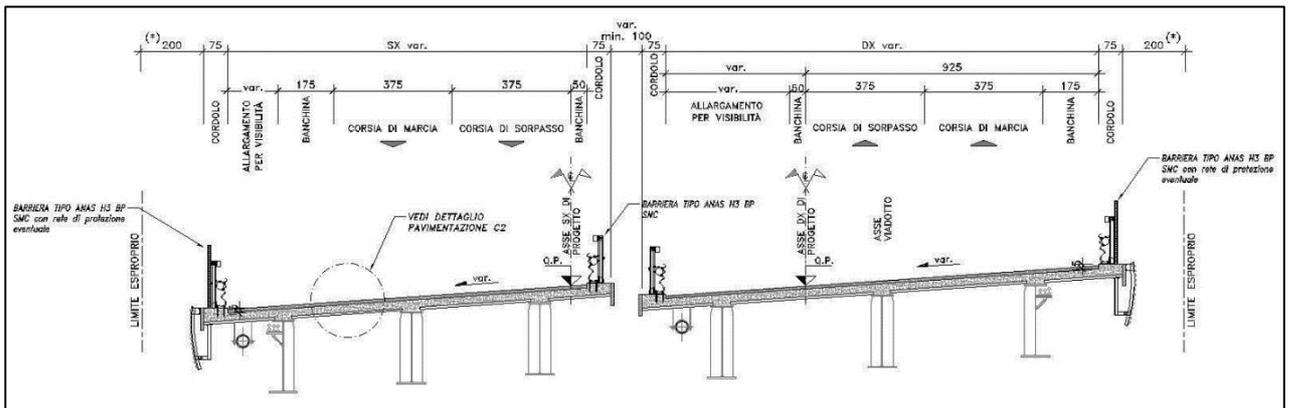


Figura 10. Sezione tipo B su viadotto.

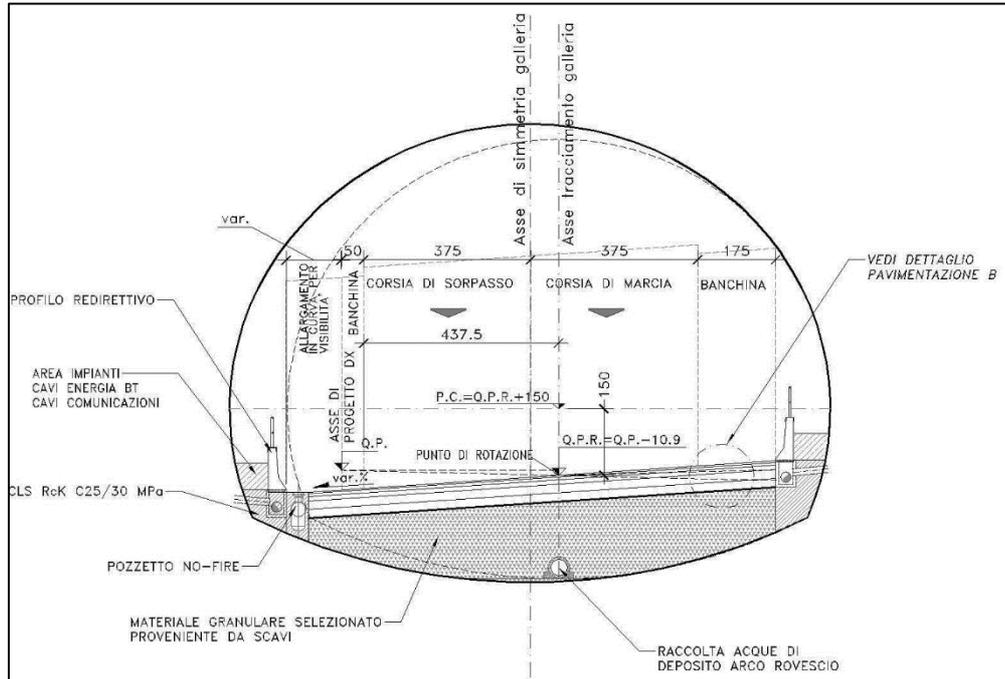


Figura 11. Sezione tipo B in galleria naturale a canna doppia.

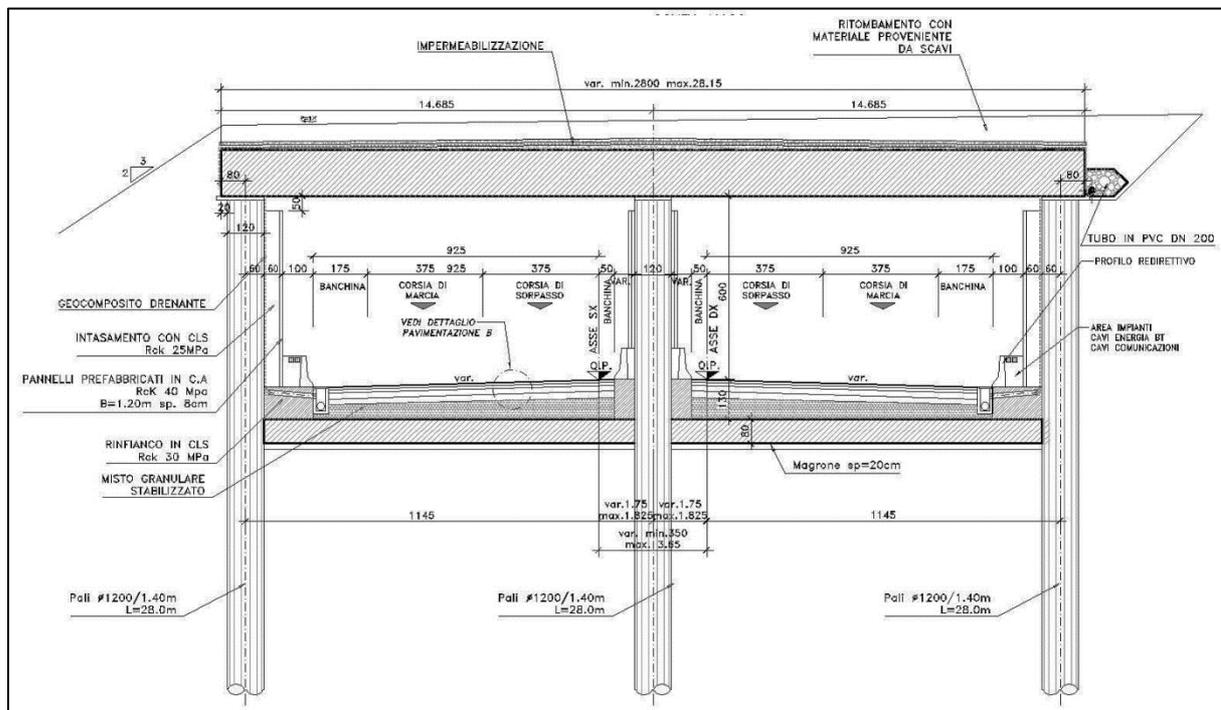


Figura 12. Sezione tipo B in galleria artificiale.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 6 VERIFICHE DELLA RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

Le verifiche di normativa sono state eseguite mediante l'ausilio del software di progettazione stradale "Civil 3D" di Autodesk. In particolare, il programma consente la verifica, in tempo reale, delle caratteristiche planometriche del tracciato rispetto ai parametri previsti dalla normativa di riferimento (DM 05/11/2001).

### 6.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

#### 6.1.1 Rettifili

Per tali elementi geometrici la normativa prescrive valori massimi e minimi in funzione della velocità di progetto. In particolare, il valore massimo si pone l'obiettivo di limitare la monotonia di guida, il superamento di velocità eccessive e l'abbagliamento notturno. Esso è dato dalla relazione seguente:

$$L_r = 22 \times V_{pMax}$$

Il valor minimo si pone, invece, l'obiettivo di garantire la percezione del rettifilo stesso e la normativa prevede i valori di cui alla seguente tabella, in cui la velocità è la massima desunta dal diagramma delle velocità per il rettifilo considerato:

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

#### 6.1.2 Curve circolari

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio costante 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 DM 05/11/2001;
- b) Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:
  - ✓ per  $L < 300\text{m}$   $R \geq L$
  - ✓ per  $L \geq 300$   $R \geq 400\text{ m}$ .
- c) Compatibilità tra i raggi di due curve successive: essa è stata eseguita sulla scorta del diagramma in calce controllando, che il rapporto tra i raggi ricada almeno nella zona "buona".

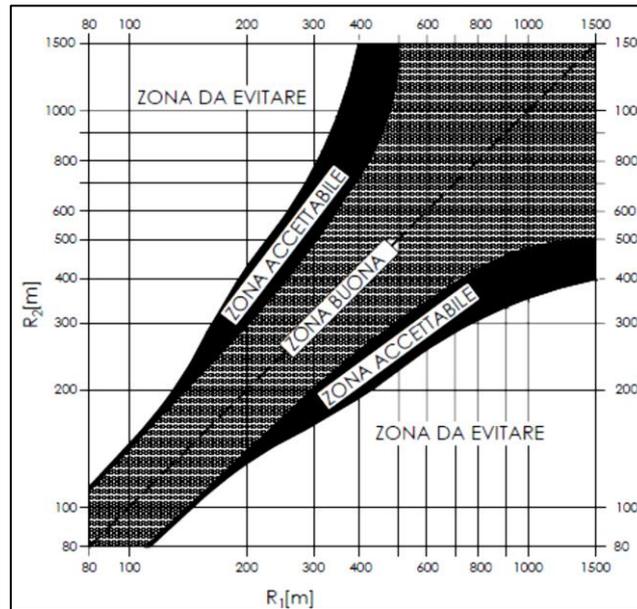


Figura 13. D.M. 05.11.2001 - Abaco figura 5.2.2.a.

- d) 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  $L_{c,min} \geq 2.5 \times v_{VP}$  con  $v_{VP}$  in m/s (desunto dal diagramma di velocità) ed  $L_{c,min}$  in m.

### 6.1.3 Curve a raggio variabile

La verifica delle caratteristiche planimetriche delle curve a raggio variabile (clotoidi) è stata eseguita controllando le seguenti condizioni:

- a) 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:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{V^3}{c} - \frac{g V R (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

c = contraccolpo ( $m/s^3$ );

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.

Trascurando il secondo termine dell'espressione del radicando e assumendo per il contraccolpo ( $m/s^3$ ) il valore limite:

$$c_{\max} = \frac{50,4}{V}$$

si ottiene:

$$A \geq 0,021 \times V^2$$

dove V (velocità di progetto, ancora desunta dal diagramma di velocità) è espressa in km/h.

b) 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 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;

$\Delta i_{\max}$  (%) = 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;

La somma  $q_i + q_f$  è espressa in valore assoluto.

$$q_i = \frac{i_{ci}}{100}$$

$$q_f = \frac{i_{cf}}{100}$$

c) Criterio 3 (Ottico)

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

$$A \geq R/3 \quad (R_i/3 \text{ in caso di continuità})$$

Inoltre, per garantire la percezione dell'arco di cerchio alla fine della clotoide, deve essere:

$$A \leq R$$

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

Ai fini delle successive verifiche si precisano le articolazioni del tracciato e le relative velocità di progetto:

Asse DX					
Categoria stradale	Asse	Pk iniziale	Pk finale	V <sub>P</sub>	Note
Tipo C1	C-1	0+000	0+600	100	Carreggiata unica
Tipo C1	AP_DX	0+600	1+216.40	100	Carreggiate Separate Zona svincolo A19
Tipo B		1+216.40	1+430.00	100/120	Carr. Separate Zona transizione per variazione V <sub>P</sub> .
		1+430.00	12+720.00	120	Carreggiate separate
Tipo C1		12+720.00	12+934.20	120/100	Carr. Separate Zona transizione per variazione V <sub>P</sub> ..
Tipo C1		12+934.20	13+750.00	100	Carreggiate separate Zona svincolo Bolognetta
Tipo C1	C-2	13+750.00	16+500.00	100	Carreggiata unica

Asse SX					
Categoria stradale	Asse	Pk iniziale	Pk finale	V <sub>P</sub>	Note
Tipo C1	C-1	0+000	0+600	100	Carreggiata unica
Tipo C1	AP_SX	0+600	1+620.80	100	Carreggiate Separate Zona svincolo A19
Tipo B		1+620.80	1+380.00	100/120	Carr. Separate Zona transizione per variazione V <sub>P</sub> .
		1+380.00	13+180.00	120	Carreggiate separate
Tipo C1		13+180.00	13+391.20	120/100	Carr. Separate Zona transizione per variazione V <sub>P</sub> ..
Tipo C1		13+391.20	13+770.40	100	Carreggiate separate Zona svincolo Bolognetta
Tipo C1	C-2	13+770.40	16+500.00	100	Carreggiata unica

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa, che risultano soddisfatte per tutti i tracciati.

Si precisa che nei tabulati relativi agli assi AP\_DX e AP\_SX è ricompreso anche l'asse C-1 che, peraltro, è un unico rettilineo senza particolari problematiche.

#### 6.1.4 Verifiche planimetriche

##### 6.1.4.1 Asse AP-DX

=====  
 Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001  
 =====

Nome del tracciato: AP\_DX  
 =====

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+603 [Lunghezza=602.739m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (366588.374,4217014.424), Punto Finale = (366775.399,4216441.436)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2200m$  con  $V=100Km/h$ )

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=735, L=602.739)

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+603 a 0+684 [Lunghezza=81.667m, A=245]

> Velocità impostata = 100Km/h

> Punto Iniziale = (366775.399,4216441.436), Punto Finale = (366799.294,4216363.355)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 245 \geq 192.359121036556$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 245 > 162.436489929208$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 245 > 0,021 \times V^2 = 210.0$

> Criterio ottico verificato: A = 245 compreso tra 245 e 735

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+684 a 1+352 [Lunghezza=667.208m, Raggio=735]

> Punto Iniziale = (366799.294,4216363.355), Punto Finale = (366675.077,4215730.904)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 78.158m - spazio percorso in 2.5s a 112.546810778775Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=735m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 245/360 = 0.681$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+352 a 1+528 [Lunghezza=176.327m, A=360]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (366675.077,4215730.904), Punto Finale = (366557.855,4215599.335)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 360 \geq 210.931268426471$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 360 \geq 254.628398881105$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 360 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato: A = 360 compreso tra 245 e 735

ID=3 Rettifilo, da progressiva 1+528 a 1+896 [Lunghezza=367.7m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (366557.855,4215599.335), Punto Finale = (366302.475,4215334.789)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=735, L=367.7)

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+896 a 2+720 [Lunghezza=176.667m, A=530]

- > Velocità impostata = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (366302.475,4215334.789), Punto Finale = (366182.165,4215205.452)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 530 \geq 262.689931287821$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 530 \geq 263.610887651067$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 530 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato: A = 530 compreso tra 530 e 1590

ID=4.2 Curva circolare, da progressiva 2+720 a 2+494 [Lunghezza=421.664m, Raggio=1590]

- > Punto Iniziale = (366182.165,4215205.452), Punto Finale = (365951.895,4214853.69)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK (R=1590m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 530/530 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+494 a 2+671 [Lunghezza=176.667m, A=530]

- > Velocità impostata = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (365951.895,4214853.69), Punto Finale = (365881.487,4214691.687)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 530 \geq 262.689931287821$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 530 \geq 263.610887651067$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 530 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato: A = 530 compreso tra 530 e 1590

ID=5 Rettifilo, da progressiva 2+671 a 2+715 [Lunghezza=44.459m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (365881.487,4214691.687), Punto Finale = (365864.524,4214650.591)
- > rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$
- > Lunghezza MAX del rettilifilo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilifilo (R=1230 > L=44.459)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=6.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+715 a 2+852 [Lunghezza=136.667m, A=410]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365864.524,4214650.591), Punto Finale = (365810.057,4214525.267)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 410 \geq 243.487165986218$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 410 \geq 258.511094157425$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 410 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 410$  compreso tra 410 e 1230

ID=6.2 Curva circolare, da progressiva 2+852 a 2+963 [Lunghezza=111.01m, Raggio=1230]

> Punto Iniziale = (365810.057,4214525.267), Punto Finale = (365757.621,4214427.465)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=1230m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 410/540 = 0.759$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=6.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+963 a 3+200 [Lunghezza=237.073m, A=540]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365757.621,4214427.465), Punto Finale = (365623.518,4214232.084)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 540 \geq 243.487165986218$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 540 \geq 258.511094157425$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 540 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 540$  compreso tra 410 e 1230

ID=7 Rettifilo, da progressiva 3+200 a 3+232 [Lunghezza=31.83m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365623.518,4214232.084), Punto Finale = (365604.671,4214206.433)

> rettilineo di flesso massimo consentito ( $(A1+A2)/12,5$ )

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=725 > L=31.83$ )

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=8.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+232 a 3+410 [Lunghezza=178.759m, A=360]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365604.671,4214206.433), Punto Finale = (365504.906,4214058.249)

> Limitazione rollio verificata: A = 360 >= 210.182460416341

> Limitazione contraccollo verificata: A = 360 >= 254.587116893576

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 360 >= 0,021 x V<sup>2</sup> =

302.4

> Criterio ottico verificato: A = 360 compreso tra 241.667 e 725

ID=8.2 Curva circolare, da progressiva 3+410 a 3+571 [Lunghezza=160.496m, Raggio=725]

> Punto Iniziale = (365504.906,4214058.249), Punto Finale = (365442.581,4213910.704)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=725m maggiore di R<sub>min</sub>=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 360/306 = 1.176 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=8.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+571 a 3+700 [Lunghezza=129.153m, A=306]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365442.581,4213910.704), Punto Finale = (365413.198,4213784.985)

> Limitazione rollio verificata: A = 306 >= 210.182460416341

> Limitazione contraccollo verificata: A = 306 >= 254.587116893576

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 306 >= 0,021 x V<sup>2</sup> =

302.4

> Criterio ottico verificato: A = 306 compreso tra 241.667 e 725

ID=9 Rettifilo, da progressiva 3+700 a 3+801 [Lunghezza=100.841m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365413.198,4213784.985), Punto Finale = (365393.172,4213686.152)

\*\*NO\*\* > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile

\*\*NO\*\* > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22\*V=2640m con V=120Km/h)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=725 > L=100.841)

ID=10 Curva circolare, da progressiva 3+801 a 4+792 [Lunghezza=991.215m, Raggio=7500]

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365393.172,4213686.152), Punto Finale = (365132.801,4212730.492)

**\*\*NO\*\*** > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile  
> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
> Raggio MIN della curva OK (R=7500m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

ID=11 Rettifilo, da progressiva 4+792 a 4+896 [Lunghezza=104.257m]  
> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365132.801,4212730.492), Punto Finale = (365098.813,4212631.931)

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)  
> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22\*V=2640m con V=120Km/h)  
> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=670 > L=104.257)

ID=12.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 4+896 a 5+360 [Lunghezza=139.755m, A=306]  
> Velocità impostata = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365098.813,4212631.931), Punto Finale = (365057.89,4212498.372)  
> Limitazione rollio verificata: A = 306 >= 205.776577870272  
> Limitazione contraccollo verificata: A = 306 >= 254.58558780252  
> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 306 >= 0,021 x V^2 = 302.4  
> Criterio ottico verificato: A = 306 compreso tra 223.333 e 670

ID=12.2 Curva circolare, da progressiva 5+360 a 5+259 [Lunghezza=223.129m, Raggio=670]  
> Punto Iniziale = (365057.89,4212498.372), Punto Finale = (365044.292,4212276.689)  
> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
> Raggio MIN della curva OK (R=670m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')  
> Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 306/306 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=12.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 5+259 a 5+399 [Lunghezza=139.755m, A=306]  
> Velocità impostata = 120Km/h

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (365044.292,4212276.689), Punto Finale = (365068.582,4212139.13)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 205.776577870272$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 306 \geq 254.58558780252$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 306$  compreso tra 223.333 e 670

ID=13 Rettifilo, da progressiva 5+399 a 5+819 [Lunghezza=420.412m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (365068.582,4212139.13), Punto Finale = (365156.033,4211727.914)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=670, L=420.412)

ID=14.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 5+819 a 6+100 [Lunghezza=190.727m, A=405]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365156.033,4211727.914), Punto Finale = (365188.768,4211540.123)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 405 \geq 220.106035052805$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 405 \geq 255.114106295674$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 405 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 405$  compreso tra 286.667 e 860

ID=14.2 Curva circolare, da progressiva 6+100 a 6+960 [Lunghezza=86.21m, Raggio=860]

> Punto Iniziale = (365188.768,4211540.123), Punto Finale = (365192.949,4211454.051)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=860m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 405/415 = 0.976$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=14.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 6+960 a 6+297 [Lunghezza=200.262m, A=415]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365192.949,4211454.051), Punto Finale = (365177.111,4211254.537)

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- > Limitazione rollio verificata:  $A = 415 \geq 220.106035052805$
- > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 415 \geq 255.114106295674$
- > Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 415 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 415$  compreso tra 286.667 e 860

ID=15 Rettifilo, da progressiva 6+297 a 6+665 [Lunghezza=368.424m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (365177.111,4211254.537), Punto Finale = (365133.731,4210888.676)
- > Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640$ m con  $V=120$ Km/h)
- > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m ( $R=860$ ,  $L=368.424$ )

ID=16.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 6+665 a 6+849 [Lunghezza=184.091m, A=450]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (365133.731,4210888.676), Punto Finale = (365106.973,4210706.598)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 450 \geq 235.768247791484$
- > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 450 \geq 257.075017016235$
- > Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 450 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 450$  compreso tra 366.667 e 1100

ID=16.2 Curva circolare, da progressiva 6+849 a 7+102 [Lunghezza=252.409m, Raggio=1100]

- > Punto Iniziale = (365106.973,4210706.598), Punto Finale = (365028.602,4210467.246)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ( $R=1100$ m maggiore di  $R_{min}=178$ m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 450/450 = 1$  compreso tra  $2/3$  e  $3/2$

ID=16.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 7+102 a 7+286 [Lunghezza=184.091m, A=450]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (365028.602,4210467.246), Punto Finale = (364942.487,4210304.604)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 450 \geq 235.768247791484$
- > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 450 \geq 257.075017016235$

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 450 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 450$  compreso tra 366.667 e 1100

ID=17 Rettifilo, da progressiva 7+286 a 7+648 [Lunghezza=362.659m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364942.487,4210304.604), Punto Finale = (364763.916,4209988.956)

**\*\*NO\*\*** > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=1100, L=362.659)

ID=18 Curva circolare, da progressiva 7+648 a 7+799 [Lunghezza=150.62m, Raggio=7500]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364763.916,4209988.956), Punto Finale = (364691.073,4209857.124)

**\*\*NO\*\*** > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=7500m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

ID=19 Rettifilo, da progressiva 7+799 a 7+970 [Lunghezza=170.718m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364691.073,4209857.124), Punto Finale = (364610.013,4209706.878)

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=750 > L=170.718)

ID=20.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 7+970 a 8+950 [Lunghezza=125.665m, A=307]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364610.013,4209706.878), Punto Finale = (364553.474,4209594.694)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 307 \geq 212.014150471142$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 307 \geq 254.724697500566$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 307 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 307$  compreso tra 250 e 750

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=20.2 Curva circolare, da progressiva 8+950 a 8+722 [Lunghezza=626.646m, Raggio=750]  
 > Punto Iniziale = (364553.474,4209594.694), Punto Finale = (364557.602,4208986.132)  
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
 > Raggio MIN della curva OK (R=750m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')  
 > Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 307/307 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=20.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 8+722 a 8+848 [Lunghezza=125.665m, A=307]  
 > Velocità impostata = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (364557.602,4208986.132), Punto Finale = (364615.659,4208874.725)  
 > Limitazione rollio verificata: A = 307 >= 212.014150471142  
 > Limitazione contraccollo verificata: A = 307 >= 254.724697500566  
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 307 >= 0,021 x V^2 = 302.4  
 > Criterio ottico verificato: A = 307 compreso tra 250 e 750

ID=21 Rettifilo, da progressiva 8+848 a 8+870 [Lunghezza=22.781m]  
 > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (364615.659,4208874.725), Punto Finale = (364626.747,4208854.825)  
 > rettilineo di flesso massimo consentito ((A1+A2)/12,5)  
 > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22\*V=2640m con V=120Km/h)  
 > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=750 > L=22.781)

ID=22.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 8+870 a 8+994 [Lunghezza=123.737m, A=350]  
 > Velocità impostata = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (364626.747,4208854.825), Punto Finale = (364684.697,4208745.521)  
 > Limitazione rollio verificata: A = 350 >= 228.919199719027  
 > Limitazione contraccollo verificata: A = 350 >= 255.973282818256  
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 350 >= 0,021 x V^2 = 302.4  
 > Criterio ottico verificato: A = 350 compreso tra 330 e 990

ID=22.2 Curva circolare, da progressiva 8+994 a 10+900 [Lunghezza=1095.36m, Raggio=990]

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (364684.697,4208745.521), Punto Finale = (364573.199,4207711.175)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=990m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 350/330 = 1.061$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=22.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+900 a 10+200 [Lunghezza=110m, A=330]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364573.199,4207711.175), Punto Finale = (364502.545,4207626.886)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 330 \geq 228.919199719027$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 330 \geq 255.973282818256$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 330 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 330$  compreso tra 330 e 990

ID=23 Rettifilo, da progressiva 10+200 a 10+221 [Lunghezza=21.588m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364502.545,4207626.886), Punto Finale = (364488.372,4207610.601)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22*V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=990 > L=21.588$ )

ID=24.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+221 a 10+339 [Lunghezza=118.333m, A=355]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364488.372,4207610.601), Punto Finale = (364412.365,4207519.927)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 355 \geq 233.664289098698$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 355 \geq 256.668108547451$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 355 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 355$  compreso tra 355 e 1065

ID=24.2 Curva circolare, da progressiva 10+339 a 10+423 [Lunghezza=83.574m, Raggio=1065]

> Punto Iniziale = (364412.365,4207519.927), Punto Finale = (364363.726,4207451.992)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=1065m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 355/355 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=24.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+423 a 10+541 [Lunghezza=118.333m, A=355]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364363.726,4207451.992), Punto Finale = (364302.38,4207350.821)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 355 \geq 233.664289098698$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 355 \geq 256.668108547451$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 355 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 355$  compreso tra 355 e 1065

ID=25 Rettifilo, da progressiva 10+541 a 10+541 [Lunghezza=0.151m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364302.38,4207350.821), Punto Finale = (364302.304,4207350.69)

> rettilineo di flesso massimo consentito ( $(A1+A2)/12,5$ )

> Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di  $22*V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilineo ( $R=1065 > L=0.151$ )

ID=26.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+541 a 10+660 [Lunghezza=118.333m, A=355]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364302.304,4207350.69), Punto Finale = (364240.958,4207249.519)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 355 \geq 233.664289098698$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 355 \geq 256.668108547451$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 355 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 355$  compreso tra 355 e 1065

ID=26.2 Curva circolare, da progressiva 10+660 a 10+785 [Lunghezza=125.45m, Raggio=1065]

> Punto Iniziale = (364240.958,4207249.519), Punto Finale = (364165.981,4207149.03)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

<b>SS 121 "Catanese"</b> <b>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Raggio MIN della curva OK ( $R=1065\text{m}$  maggiore di  $R_{\text{min}}=178\text{m}$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 355/410 = 0.866$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=26.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+785 a 10+943 [Lunghezza=157.84m, A=410]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364165.981,4207149.03), Punto Finale = (364058.496,4207033.495)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 410 \geq 233.664289098698$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 410 \geq 256.668108547451$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 410 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 410$  compreso tra 355 e 1065

ID=27 Rettifilo, da progressiva 10+943 a 10+947 [Lunghezza=4.372m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364058.496,4207033.495), Punto Finale = (364055.44,4207030.368)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2640\text{m}$  con  $V=120\text{Km/h}$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=865 > L=4.372$ )

ID=28.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+947 a 11+560 [Lunghezza=108.958m, A=307]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364055.44,4207030.368), Punto Finale = (363980.942,4206950.883)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 307 \geq 220.483559477799$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 307 \geq 255.114869258448$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 307 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 307$  compreso tra 288.333 e 865

ID=28.2 Curva circolare, da progressiva 11+560 a 11+788 [Lunghezza=731.3m, Raggio=865]

> Punto Iniziale = (363980.942,4206950.883), Punto Finale = (363779.141,4206270.464)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=865\text{m}$  maggiore di  $R_{\text{min}}=178\text{m}$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

<b>SS 121 "Catanese"</b> <b>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</b> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 307/340 = 0.903$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=28.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 11+788 a 11+921 [Lunghezza=133.642m, A=340]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (363779.141,4206270.464), Punto Finale = (363803.836,4206139.16)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 340 \geq 220.483559477799$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 340 \geq 255.114869258448$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 340 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 340$  compreso tra 288.333 e 865

ID=29 Rettifilo, da progressiva 11+921 a 11+964 [Lunghezza=42.717m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (363803.836,4206139.16), Punto Finale = (363812.809,4206097.396)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilineo ( $R=865 > L=42.717$ )

ID=30.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 11+964 a 12+134 [Lunghezza=170m, A=510]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (363812.809,4206097.396), Punto Finale = (363845.433,4205930.58)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 510 \geq 259.657466674848$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 510 \geq 262.687783341279$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 510 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 510$  compreso tra 510 e 1530

ID=30.2 Curva circolare, da progressiva 12+134 a 12+252 [Lunghezza=118.045m, Raggio=1530]

> Punto Iniziale = (363845.433,4205930.58), Punto Finale = (363859.27,4205813.378)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=1530m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 510/510 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=30.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 12+252 a 12+422 [Lunghezza=170m, A=510]  
 > Velocità impostata = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (363859.27,4205813.378), Punto Finale = (363866.39,4205643.55)  
 > Limitazione rollio verificata:  $A = 510 \geq 259.657466674848$   
 > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 510 \geq 262.687783341279$   
 > Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 510 \geq 0,021 \times V^2 =$

302.4

> Criterio ottico verificato:  $A = 510$  compreso tra 510 e 1530

ID=31 Rettifilo, da progressiva 12+422 a 12+857 [Lunghezza=435.104m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (363866.39,4205643.55), Punto Finale = (363876.563,4205208.565)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V = 120Km/h$ )

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=900, L=435.104)

ID=32.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 12+857 a 12+961 [Lunghezza=104.04m, A=306]

> Velocità impostata = 107.518202273212Km/h

> Punto Iniziale = (363876.563,4205208.565), Punto Finale = (363880.998,4205104.635)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 210.979941561064$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 306 \geq 195.910081550328$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 242.763$

> Criterio ottico verificato:  $A = 306$  compreso tra 300 e 900

ID=32.2 Curva circolare, da progressiva 12+961 a 13+192 [Lunghezza=230.539m, Raggio=900]

> Punto Iniziale = (363880.998,4205104.635), Punto Finale = (363928.758,4204879.742)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=900m maggiore di  $R_{min} = 178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 306/306 = 1$  compreso tra  $2/3$  e  $3/2$

ID=32.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+192 a 13+296 [Lunghezza=104.04m, A=306]

> Velocità impostata = 100Km/h

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (363928.758,4204879.742), Punto Finale = (363966.944,4204782.979)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 203.469899493758$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 306 \geq 162.990836895191$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 306$  compreso tra 300 e 900

ID=33 Rettifilo, da progressiva 13+296 a 13+549 [Lunghezza=253.247m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (363966.944,4204782.979), Punto Finale = (364064.427,4204549.247)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2200$ m con  $V=100$ Km/h)

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=705 > L=253.247$ )

ID=34.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+549 a 13+627 [Lunghezza=78.333m,  $A=235$ ]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364064.427,4204549.247), Punto Finale = (364095.909,4204477.53)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 235 \geq 190.442467252799$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 235 \geq 162.137740333231$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 235 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 235$  compreso tra 235 e 705

ID=34.2 Curva circolare, da progressiva 13+627 a 13+731 [Lunghezza=103.838m, Raggio=705]

> Punto Iniziale = (364095.909,4204477.53), Punto Finale = (364147.848,4204387.724)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=705$ m maggiore di  $R_{min}=178$ m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 235/320 = 0.734$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=34.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+731 a 13+749 [Lunghezza=17.291m,  $A=320$ ]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364147.848,4204387.724), Punto Finale = (364157.763,4204373.558)

> Limitazione rollio \*NON\* verificata:  $A = 320 > 182.345825288105$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 320 \geq 204.228370043273$

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 320 \geq 0,021 \times V^2 = 210$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 320$  compreso tra 235 e 630

ID=35 Curva circolare, da progressiva 13+749 a 13+795 [Lunghezza=46.818m, Raggio=630]

- > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
- > Punto Iniziale = (364157.763,4204373.558), Punto Finale = (364186.503,4204336.613)

**\*\*NO\*\*** > Sviluppo della curva minore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h  
 > Raggio MIN della curva OK (R=630m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

#### Nota

Gli unici elementi che dai tabulati risultano non verificati fanno riferimento esclusivamente a curve di raggio  $R = 7500$  m. che, a tutti gli effetti, possono essere considerate rettili e quindi non sono dotate di curve di transizione in entrata e in uscita, rendendo di fatto verificati anche gli elementi planimetrici di tracciato prima e dopo le stesse.

L'elemento 35 è parte di una curva che prosegue nel tracciato C-2 (sempre a  $V_P = 100$  km/h) e pertanto il tratto circolare ha una lunghezza superiore al minimo richiesto.

#### 6.1.4.2 Asse AP-SX

```
=====
Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001
=====
Nome del tracciato: AP_SX
=====
```

ID=1 Rettifilo, da progressiva 0+000 a 0+612 [Lunghezza=612.464m]

- > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h
- > Punto Iniziale = (366591.701,4217015.51), Punto Finale = (366781.744,4216433.276)

- > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)
- > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di  $22 \times V=2200m$  con  $V=100Km/h$ )
- > MIN( $R_1, R_2$ ) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m ( $R=735, L=612.464$ )

ID=2.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 0+612 a 0+694 [Lunghezza=81.667m, A=245]

- > Velocità impostata = 100Km/h
- > Punto Iniziale = (366781.744,4216433.276), Punto Finale = (366805.639,4216355.195)

- > Limitazione rollio verificata:  $A = 245 \geq 192.359121036556$
- > Limitazione contraccollo **\*NON\*** verificata:  $A = 245 > 162.436489929208$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 245 > 0,021 \times V^2 = 210$

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Criterio ottico verificato: A = 245 compreso tra 245 e 735

ID=2.2 Curva circolare, da progressiva 0+694 a 1+374 [Lunghezza=680.059m, Raggio=735]

> Punto Iniziale = (366805.639,4216355.195), Punto Finale = (366673.577,4215712.565)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.268m - spazio percorso in 2.5s a 119.905272807614Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=735m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 245/310 = 0.79 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=2.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+374 a 1+505 [Lunghezza=130.748m, A=310]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (366673.577,4215712.565), Punto Finale = (366586.942,4215614.7)

> Limitazione rollio verificata: A = 310 >= 210.931268426471

> Limitazione contraccollo verificata: A = 310 >= 254.628398881105

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 310 >= 0,021 x V<sup>2</sup> = 302.4

> Criterio ottico verificato: A = 310 compreso tra 245 e 735

ID=3 Rettifilo, da progressiva 1+505 a 1+943 [Lunghezza=438.38m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (366586.942,4215614.7), Punto Finale = (366286.765,4215295.215)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22\*V=2640m con V=120Km/h)

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=735, L=438.38)

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 1+943 a 2+800 [Lunghezza=136.667m, A=410]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (366286.765,4215295.215), Punto Finale = (366195.056,4215193.913)

> Limitazione rollio verificata: A = 410 >= 243.487165986218

> Limitazione contraccollo verificata: A = 410 >= 258.511094157425

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 410 >= 0,021 x V<sup>2</sup> = 302.4

> Criterio ottico verificato: A = 410 compreso tra 410 e 1230

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <i>Progetto definitivo</i>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=4.2 Curva circolare, da progressiva 2+800 a 2+390 [Lunghezza=309.563m, Raggio=1230]  
 > Punto Iniziale = (366195.056,4215193.913), Punto Finale = (366027.704,4214934.456)  
 > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
 > Raggio MIN della curva OK (R=1230m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')  
 > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 410/410 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+390 a 2+526 [Lunghezza=136.667m, A=410]  
 > Velocità impostata = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (366027.704,4214934.456), Punto Finale = (365973.238,4214809.132)  
 > Limitazione rollio verificata:  $A = 410 \geq 243.487165986218$   
 > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 410 \geq 258.511094157425$   
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 410 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$   
 > Criterio ottico verificato:  $A = 410$  compreso tra 410 e 1230

ID=5 Rettifilo, da progressiva 2+526 a 2+552 [Lunghezza=25.743m]  
 > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (365973.238,4214809.132), Punto Finale = (365963.416,4214785.336)  
 > rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$   
 > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22*V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )  
 > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=1230 > L=25.743$ )

ID=6.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 2+552 a 2+740 [Lunghezza=187.784m, A=560]  
 > Velocità impostata = 120Km/h  
 > Punto Iniziale = (365963.416,4214785.336), Punto Finale = (365888.539,4214613.155)  
 > Limitazione rollio verificata:  $A = 560 \geq 266.724577045311$   
 > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 560 \geq 264.78376639312$   
 > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 560 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$   
 > Criterio ottico verificato:  $A = 560$  compreso tra 556.667 e 1670

ID=6.2 Curva circolare, da progressiva 2+740 a 3+150 [Lunghezza=274.917m, Raggio=1670]

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (365888.539,4214613.155), Punto Finale = (365749.717,4214376.221)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=1670m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 560/560 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=6.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+150 a 3+202 [Lunghezza=187.784m, A=560]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365749.717,4214376.221), Punto Finale = (365636.12,4214226.726)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 560 \geq 266.724577045311$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 560 \geq 264.78376639312$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 560 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 560$  compreso tra 556.667 e 1670

ID=7 Rettifilo, da progressiva 3+202 a 3+238 [Lunghezza=35.554m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365636.12,4214226.726), Punto Finale = (365614.082,4214198.826)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettilifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettilifilo (R=760 > L=35.554)

ID=8.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+238 a 3+361 [Lunghezza=123.205m, A=306]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365614.082,4214198.826), Punto Finale = (365540.377,4214100.144)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 212.828569510768$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 306 \geq 254.69565889432$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 306$  compreso tra 253.333 e 760

ID=8.2 Curva circolare, da progressiva 3+361 a 3+556 [Lunghezza=194.479m, Raggio=760]

> Punto Iniziale = (365540.377,4214100.144), Punto Finale = (365454.356,4213926.315)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=760m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 306/390 = 0.785$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=8.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 3+556 a 3+756 [Lunghezza=200.132m, A=390]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (365454.356,4213926.315), Punto Finale = (365406.084,4213732.251)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 390 \geq 212.828569510768$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 390 \geq 254.69565889432$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 390 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 390$  compreso tra 253.333 e 760

ID=9 Rettifilo, da progressiva 3+756 a 3+804 [Lunghezza=47.861m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (365406.084,4213732.251), Punto Finale = (365396.579,4213685.344)

**\*\*NO\*\*** > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=760 > L=47.861$ )

ID=10 Curva circolare, da progressiva 3+804 a 4+795 [Lunghezza=991.447m, Raggio=7501.75]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (365396.579,4213685.344), Punto Finale = (365136.148,4212729.461)

**\*\*NO\*\*** > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=7501.75m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

ID=11 Rettifilo, da progressiva 4+795 a 4+828 [Lunghezza=32.382m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (365136.148,4212729.461), Punto Finale = (365125.591,4212698.848)

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2640\text{m}$  con  $V = 120\text{Km/h}$ )  
> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo  
( $R = 695 > L = 32.382$ )

ID=12.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 4+828 a 5+940 [Lunghezza=266.043m, A=430]

> Velocità impostata = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365125.591, 4212698.848), Punto Finale = (365055.18, 4212442.741)  
> Limitazione rollio verificata:  $A = 430 \geq 207.804395205363$   
> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 430 \geq 254.573354743434$   
> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 430 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$   
> Criterio ottico verificato:  $A = 430$  compreso tra 231.667 e 695

ID=12.2 Curva circolare, da progressiva 5+940 a 5+210 [Lunghezza=116.497m, Raggio=695]

> Punto Iniziale = (365055.18, 4212442.741), Punto Finale = (365048.567, 4212326.568)  
> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
> Raggio MIN della curva OK ( $R = 695\text{m}$  maggiore di  $R_{\text{min}} = 178\text{m}$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')  
> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 430/420 = 1.024$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=12.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 5+210 a 5+464 [Lunghezza=253.813m, A=420]

> Velocità impostata = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365048.567, 4212326.568), Punto Finale = (365086.112, 4212075.928)  
> Limitazione rollio verificata:  $A = 420 \geq 207.804395205363$   
> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 420 \geq 254.573354743434$   
> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 420 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$   
> Criterio ottico verificato:  $A = 420$  compreso tra 231.667 e 695

ID=13 Rettifilo, da progressiva 5+464 a 5+874 [Lunghezza=410.31m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (365086.112, 4212075.928), Punto Finale = (365171.462, 4211674.593)  
> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)  
> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2640\text{m}$  con  $V = 120\text{Km/h}$ )

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <b>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</b> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=690, L=410.31)

ID=14.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 5+874 a 6+100 [Lunghezza=135.704m, A=306]

- > Velocità impostata = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (365171.462,4211674.593), Punto Finale = (365195.315,4211541.061)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 207.38852427268$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 306 \geq 254.587116893576$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato: A = 306 compreso tra 230 e 690

ID=14.2 Curva circolare, da progressiva 6+100 a 6+100 [Lunghezza=90.314m, Raggio=690]

- > Punto Iniziale = (365195.315,4211541.061), Punto Finale = (365199.443,4211450.905)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK (R=690m maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 306/306 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=14.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 6+100 a 6+236 [Lunghezza=135.704m, A=306]

- > Velocità impostata = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (365199.443,4211450.905), Punto Finale = (365187.894,4211315.752)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 306 \geq 207.38852427268$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 306 \geq 254.587116893576$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 306 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato: A = 306 compreso tra 230 e 690

ID=15 Rettifilo, da progressiva 6+236 a 6+711 [Lunghezza=475.085m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)
- > Punto Iniziale = (365187.894,4211315.752), Punto Finale = (365131.955,4210843.972)
- > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)
- > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )
- > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=690, L=475.085)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=16.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 6+711 a 6+828 [Lunghezza=116.667m, A=350]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365131.955,4210843.972), Punto Finale = (365116.077,4210728.407)

> Limitazione rollio verificata: A = 350 >= 232.76597689525

> Limitazione contraccollo verificata: A = 350 >= 256.483764626058

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 350 >= 0,021 x V<sup>2</sup> = 302.4

> Criterio ottico verificato: A = 350 compreso tra 350 e 1050

ID=16.2 Curva circolare, da progressiva 6+828 a 7+128 [Lunghezza=299.993m, Raggio=1050]

> Punto Iniziale = (365116.077,4210728.407), Punto Finale = (365023.044,4210444.277)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=1050m maggiore di R<sub>min</sub>=178m per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato: A1/A2 = 350/350 = 1 compreso tra 2/3 e 3/2

ID=16.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 7+128 a 7+244 [Lunghezza=116.667m, A=350]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (365023.044,4210444.277), Punto Finale = (364967.495,4210341.701)

> Limitazione rollio verificata: A = 350 >= 232.76597689525

> Limitazione contraccollo verificata: A = 350 >= 256.483764626058

> Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 350 >= 0,021 x V<sup>2</sup> = 302.4

> Criterio ottico verificato: A = 350 compreso tra 350 e 1050

ID=17 Rettifilo, da progressiva 7+244 a 7+652 [Lunghezza=407.214m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364967.495,4210341.701), Punto Finale = (364766.985,4209987.274)

**\*\*NO\*\*** > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di 22\*V=2640m con V=120Km/h)

> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=1050, L=407.214)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=18 Curva circolare, da progressiva 7+652 a 7+802 [Lunghezza=150.617m, Raggio=7500]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364766.985,4209987.274), Punto Finale =

(364694.144,4209855.445)

**\*\*NO\*\*** > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a

120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=7500m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat.

B (Extraurbana Principale)')

ID=19 Rettifilo, da progressiva 7+802 a 7+912 [Lunghezza=109.999m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364694.144,4209855.445), Punto Finale =

(364641.914,4209758.636)

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (250m MIN a 120Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo

(R=750 > L=109.999)

ID=20.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 7+912 a 8+153 [Lunghezza=240.833m,

A=425]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364641.914,4209758.636), Punto Finale =

(364539.179,4209541.12)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 425 \geq 212.014150471142$

> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 425 \geq 254.724697500566$

> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 425 \geq 0,021 \times V^2 =$

302.4

> Criterio ottico verificato:  $A = 425$  compreso tra 250 e 750

ID=20.2 Curva circolare, da progressiva 8+153 a 8+664 [Lunghezza=511.478m, Raggio=750]

> Punto Iniziale = (364539.179,4209541.12), Punto Finale =

(364542.582,4209039.507)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a

120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=750m maggiore di R\_min=178m per tipo strada='Cat.

B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 425/425 = 1$  compreso tra  $2/3$  e

$3/2$

ID=20.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 8+664 a 8+905 [Lunghezza=240.833m,

A=425]

> Velocità impostata = 120Km/h)

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (364542.582,4209039.507), Punto Finale = (364648.259,4208823.405)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 425 \geq 212.014150471142$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 425 \geq 254.724697500566$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 425 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 425$  compreso tra 250 e 750

ID=21 Rettifilo, da progressiva 8+905 a 8+938 [Lunghezza=32.66m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364648.259,4208823.405), Punto Finale = (364664.156,4208794.874)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=750 > L=32.66$ )

ID=22.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 8+938 a 9+127 [Lunghezza=189.349m, A=400]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364664.156,4208794.874), Punto Finale = (364750.027,4208626.235)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 400 \geq 219.079894102585$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 400 \geq 255.001162635244$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 400 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 400$  compreso tra 281.667 e 845

ID=22.2 Curva circolare, da progressiva 9+127 a 9+973 [Lunghezza=845.331m, Raggio=845]

> Punto Iniziale = (364750.027,4208626.235), Punto Finale = (364665.956,4207820.087)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=845m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 400/400 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=22.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 9+973 a 10+162 [Lunghezza=189.349m, A=400]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364665.956,4207820.087), Punto Finale = (364547.137,4207672.794)

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- > Limitazione rollio verificata:  $A = 400 \geq 219.079894102585$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 400 \geq 255.001162635244$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 400 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 400$  compreso tra 281.667 e 845

ID=23 Rettifilo, da progressiva 10+162 a 10+215 [Lunghezza=53.375m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (364547.137,4207672.794), Punto Finale = (364512.098,4207632.532)
- > rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=845 > L=53.375$ )

ID=24.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+215 a 10+362 [Lunghezza=147m, A=420]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (364512.098,4207632.532), Punto Finale = (364417.894,4207519.716)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 420 \geq 241.826384003069$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 420 \geq 258.072512129353$
- > Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 420 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 420$  compreso tra 400 e 1200

ID=24.2 Curva circolare, da progressiva 10+362 a 10+450 [Lunghezza=87.334m, Raggio=1200]

- > Punto Iniziale = (364417.894,4207519.716), Punto Finale = (364367.267,4207448.577)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ( $R=1200m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 420/400 = 1.05$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=24.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+450 a 10+583 [Lunghezza=133.333m, A=400]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (364367.267,4207448.577), Punto Finale = (364298.145,4207334.581)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 400 \geq 241.826384003069$
- > Limitazione contraccollo verificata:  $A = 400 \geq 258.072512129353$

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 400 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 400$  compreso tra 400 e 1200

ID=25 Rettifilo, da progressiva 10+583 a 10+611 [Lunghezza=27.534m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (364298.145,4207334.581), Punto Finale = (364284.307,4207310.777)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V = 2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=810 > L=27.534$ )

ID=26.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+611 a 10+701 [Lunghezza=90m,  $A=270$ ]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364284.307,4207310.777), Punto Finale = (364237.65,4207233.83)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 270 \geq 216.499422632025$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 270 \geq 254.903441275118$

**\*\*NO\*\*** > Limitazione contraccollo semplificata **\*NON\*** verificata:  $A = 270 < 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 270$  compreso tra 270 e 810

ID=26.2 Curva circolare, da progressiva 10+701 a 10+804 [Lunghezza=103.523m, Raggio=810]

> Punto Iniziale = (364237.65,4207233.83), Punto Finale = (364175.37,4207151.225)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=810m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 270/290 = 0.931$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=26.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+804 a 10+908 [Lunghezza=103.827m,  $A=290$ ]

> Velocità impostata = 120Km/h)

> Punto Iniziale = (364175.37,4207151.225), Punto Finale = (364104.409,4207075.458)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 290 \geq 216.499422632025$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 290 \geq 254.903441275118$

**\*\*NO\*\*** > Limitazione contraccollo semplificata **\*NON\*** verificata:  $A = 290 < 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 290$  compreso tra 270 e 810

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=27 Rettifilo, da progressiva 10+908 a 10+917 [Lunghezza=8.76m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (364104.409,4207075.458), Punto Finale = (364098.285,4207069.193)
- > rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$
- > Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )
- > Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=810 > L=8.76$ )

ID=28.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 10+917 a 11+135 [Lunghezza=218.757m, A=435]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (364098.285,4207069.193), Punto Finale = (363952.201,4206906.57)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 435 \geq 220.483559477799$
- > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 435 \geq 255.114869258448$
- > Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 435 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 435$  compreso tra 288.333 e 865

ID=28.2 Curva circolare, da progressiva 11+135 a 11+762 [Lunghezza=626.169m, Raggio=865]

- > Punto Iniziale = (363952.201,4206906.57), Punto Finale = (363779.603,4206318.801)
- > Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)
- > Raggio MIN della curva OK ( $R=865m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')
- > Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 435/450 = 0.967$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=28.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 11+762 a 11+996 [Lunghezza=234.104m, A=450]

- > Velocità impostata = 120Km/h
- > Punto Iniziale = (363779.603,4206318.801), Punto Finale = (363818.381,4206088.124)
- > Limitazione rollio verificata:  $A = 450 \geq 220.483559477799$
- > Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 450 \geq 255.114869258448$
- > Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 450 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$
- > Criterio ottico verificato:  $A = 450$  compreso tra 288.333 e 865

ID=29 Rettifilo, da progressiva 11+996 a 12+490 [Lunghezza=53.179m]

- > Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Punto Iniziale = (363818.381,4206088.124), Punto Finale = (363829.553,4206036.132)

> rettilineo di flesso massimo consentito  $((A1+A2)/12,5)$

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V=2640m$  con  $V=120Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=865 > L=53.179$ )

ID=30.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 12+490 a 12+172 [Lunghezza=123.333m, A=370]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (363829.553,4206036.132), Punto Finale = (363853.221,4205915.108)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 370 \geq 236.368356596225$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 370 \geq 257.18856356969$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 370 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 370$  compreso tra 370 e 1110

ID=30.2 Curva circolare, da progressiva 12+172 a 12+258 [Lunghezza=85.481m, Raggio=1110]

> Punto Iniziale = (363853.221,4205915.108), Punto Finale = (363863.247,4205830.238)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=1110m$  maggiore di  $R_{min}=178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 370/370 = 1$  compreso tra  $2/3$  e  $3/2$

ID=30.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 12+258 a 12+381 [Lunghezza=123.333m, A=370]

> Velocità impostata = 120Km/h

> Punto Iniziale = (363863.247,4205830.238), Punto Finale = (363868.43,4205707.031)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 370 \geq 236.368356596225$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 370 \geq 257.18856356969$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 370 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato:  $A = 370$  compreso tra 370 e 1110

ID=31 Rettifilo, da progressiva 12+381 a 12+863 [Lunghezza=482.002m]

> Velocità = 120, Velocità massima = 120Km/h

> Punto Iniziale = (363868.43,4205707.031), Punto Finale = (363879.769,4205225.162)

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 250m a 120Km/h)  
> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2640m$  con  $V = 120Km/h$ )  
> MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m (R=900, L=482.002)

ID=32.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 12+863 a 12+999 [Lunghezza=136.111m, A=350]

> Velocità impostata = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (363879.769,4205225.162), Punto Finale = (363886.397,4205089.247)  
> Limitazione rollio verificata:  $A = 350 \geq 222.890107452081$   
> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 350 \geq 255.342892881956$   
> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 350 \geq 0,021 \times V^2 = 302.4$

> Criterio ottico verificato: A = 350 compreso tra 300 e 900

ID=32.2 Curva circolare, da progressiva 12+999 a 13+197 [Lunghezza=198.243m, Raggio=900]

> Punto Iniziale = (363886.397,4205089.247), Punto Finale = (363927.5,4204895.721)  
> Sviluppo della curva OK (maggiore di 83.333m - spazio percorso in 2.5s a 120Km/h)  
> Raggio MIN della curva OK (R=900m maggiore di  $R_{min} = 178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')  
> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 350/350 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=32.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+197 a 13+333 [Lunghezza=136.111m, A=350]

> Velocità impostata = 118.322422302075Km/h  
> Punto Iniziale = (363927.5,4204895.721), Punto Finale = (363976.685,4204768.845)  
> Limitazione rollio verificata:  $A = 350 \geq 221.326642845047$   
> Limitazione contraccolpo verificata:  $A = 350 \geq 247.000814646372$   
> Limitazione contraccolpo semplificata verificata:  $A = 350 \geq 0,021 \times V^2 = 294.004$

> Criterio ottico verificato: A = 350 compreso tra 300 e 900

ID=33 Rettifilo, da progressiva 13+333 a 13+602 [Lunghezza=268.843m]

> Velocità = 105.49, Velocità massima = 120Km/h  
> Punto Iniziale = (363976.685,4204768.845), Punto Finale = (364080.146,4204520.707)  
> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 171.968934491697m a 105.492233622924Km/h)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2320.82913970433m$  con  $V = 105.492233622924Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R = 550 > L = 268.843$ )

ID=34.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+602 a 13+682 [Lunghezza=80.182m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364080.146,4204520.707), Punto Finale = (364112.784,4204447.489)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 210 \geq 170.741845421027$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 210 \geq 171.075078707134$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 210 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 210$  compreso tra 183.333 e 550

ID=34.2 Curva circolare, da progressiva 13+682 a 13+752 [Lunghezza=69.909m, Raggio=550]

> Punto Iniziale = (364112.784,4204447.489), Punto Finale = (364148.19,4204387.264)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R = 550m$  maggiore di  $R_{min} = 178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 210/300 = 0.7$  compreso tra  $2/3$  e  $3/2$

ID=34.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+752 a 13+773 [Lunghezza=20.779m, A=300]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364148.19,4204387.264), Punto Finale = (364160.146,4204370.271)

**\*\*NO\*\*** > Limitazione rollio **\*NON\*** verificata:  $A = 300 < 580.409290513785$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 300 \geq 206.220094068229$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 300 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 300$  compreso tra 210 e 550

ID=35 Curva circolare, da progressiva 13+773 a 13+816 [Lunghezza=42.743m, Raggio=630]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364160.146,4204370.271), Punto Finale = (364186.494,4204336.624)

**\*\*NO\*\*** > Sviluppo della curva minore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R = 630m$  maggiore di  $R_{min} = 178m$  per tipo strada='Cat. B (Extraurbana Principale)')

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

#### Nota

Gli unici elementi che dai tabulati risultano non verificati fanno riferimento esclusivamente a curve di raggio  $R = 7500$  m. che, a tutti gli effetti, possono essere considerate rettilinee e quindi non sono dotate di curve di transizione in entrata e in uscita, rendendo di fatto verificati anche gli elementi planimetrici di tracciato prima e dopo le stesse.

L'elemento 35 è parte di una curva che prosegue nel tracciato C-2 (sempre a  $V_P = 100$  km/h) e pertanto il tratto circolare ha una lunghezza superiore al minimo richiesto.

#### 6.1.4.3 Asse C-2

```
=====
Analisi del tracciato secondo il DM 5.11.2001
=====
Nome del tracciato: AP-C2
=====
```

```
ID=1 Curva circolare, da progressiva 13+750 a 13+885 [Lunghezza=134.904m, Raggio=630]
  > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)
  > Punto Iniziale = (364158.592,4204372.409), Punto Finale =
(364248.713,4204272.37)
  > Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a
100Km/h)
  > Raggio MIN della curva OK (R=630m maggiore di R_min=118m per tipo strada='Cat.
C (Extraurbana Secondaria)')
```

```
ID=2 Curva a raggio variabile, da progressiva 13+885 a 13+976 [Lunghezza=91.429m, A=240]
  > Velocità impostata = 100Km/h)
  > Punto Iniziale = (364248.713,4204272.37), Punto Finale =
(364319.669,4204214.746)
  > Limitazione rollio verificata: A = 240 >= 167.749813723133
  > Limitazione contraccollo verificata: A = 240 >= 179.364788060487
  > Limitazione contraccollo semplificata verificata: A = 240 >= 0,021 x V^2 = 210
  > Criterio ottico verificato: A = 240 compreso tra 210 e 630
```

```
ID=3 Rettifilo, da progressiva 13+976 a 14+557 [Lunghezza=580.799m]
  > Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)
  > Punto Iniziale = (364319.669,4204214.746), Punto Finale =
(364779.248,4203859.62)
  > Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)
  > Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di 22*V=2200m con V=100Km/h)
  > MIN(R1,R2) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di
lunghezza maggiore di 300m (R=630, L=580.799)
```

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

ID=4.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 14+557 a 14+627 [Lunghezza=70m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (364779.248,4203859.62), Punto Finale = (364833.828,4203815.807)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 210 \geq 167.749813710776$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 210 \geq 179.36478806474$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 210 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 210$  compreso tra 210 e 630

ID=4.2 Curva circolare, da progressiva 14+627 a 15+900 [Lunghezza=462.471m, Raggio=630]

> Punto Iniziale = (364833.828,4203815.807), Punto Finale = (365046.751,4203416.921)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=630m$  maggiore di  $R_{min}=118m$  per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 210/210 = 1$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=4.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 15+900 a 15+160 [Lunghezza=70m, A=210]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (365046.751,4203416.921), Punto Finale = (365052.779,4203347.191)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 210 \geq 167.749813710776$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 210 \geq 179.36478806474$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 210 \geq 0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato:  $A = 210$  compreso tra 210 e 630

ID=5 Rettifilo, da progressiva 15+160 a 15+399 [Lunghezza=239.541m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (365052.779,4203347.191), Punto Finale = (365068.988,4203108.199)

> Lunghezza MIN del rettifilo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \times V=2200m$  con  $V=100Km/h$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo ( $R=630 > L=239.541$ )

ID=6.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 15+399 a 15+498 [Lunghezza=99.206m, A=250]

> Velocità impostata = 94.3582804816688Km/h)

> Punto Iniziale = (365068.988,4203108.199), Punto Finale = (365078.294,4203009.457)

<b>SS 121 "Cataneese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Limitazione rollio verificata:  $A = 250 \geq 162.949133558732$

> Limitazione contraccollo verificata:  $A = 250 \geq 156.499994534573$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 250 \geq 0,021 \times V^2 = 186.973$

> Criterio ottico verificato:  $A = 250$  compreso tra 210 e 630

ID=6.2 Curva circolare, da progressiva 15+498 a 15+842 [Lunghezza=343.199m, Raggio=630]

> Punto Iniziale = (365078.294,4203009.457), Punto Finale = (365216.152,4202699.785)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 54.628m - spazio percorso in 2.5s a 78.6649774699408Km/h)

> Raggio MIN della curva OK ( $R=630m$  maggiore di  $R_{min}=118m$  per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

> Campo di utilizzo clotoidi verificato:  $A1/A2 = 250/210 = 1.19$  compreso tra 2/3 e 3/2

ID=6.3 Curva a raggio variabile, da progressiva 15+842 a 15+912 [Lunghezza=70m, A=210]

> Velocità impostata = 40.7262585527274Km/h

> Punto Iniziale = (365216.152,4202699.785), Punto Finale = (365262.735,4202647.549)

> Limitazione rollio verificata:  $A = 210 \geq 107.053113718086$

> Limitazione contraccollo semplificata verificata:  $A = 210 \geq 0,021 \times V^2 = 34.831$

> Criterio ottico verificato:  $A = 210$  compreso tra 210 e 630

ID=7 Rettifilo, da progressiva 15+912 a 16+343 [Lunghezza=431.143m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (365262.735,4202647.549), Punto Finale = (365555.599,4202331.139)

**\*\*NO\*\*** > Rettilineo non seguito da una curva a raggio variabile

> Lunghezza MIN del rettilineo OK (maggiore di 150m a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettilineo OK (minore di  $22 \times V=2200m$  con  $V=100Km/h$ )

> MIN( $R1,R2$ ) delle due curve collegate maggiore di 400m per rettilineo di lunghezza maggiore di 300m ( $R=630, L=431.143$ )

ID=8 Curva circolare, da progressiva 16+343 a 16+418 [Lunghezza=75.382m, Raggio=5250]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (365555.599,4202331.139), Punto Finale = (365606.405,4202275.451)

**\*\*NO\*\*** > Curva circolare non seguita da una curva a raggio variabile

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 69.444m - spazio percorso in 2.5s a 100Km/h)

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

> Raggio MIN della curva OK (R=5250m maggiore di R\_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

ID=9 Rettifilo, da progressiva 16+418 a 16+420 [Lunghezza=2.129m]

> Velocità = 100, Velocità massima = 100Km/h

> Punto Iniziale = (365606.405,4202275.451), Punto Finale = (365607.829,4202273.868)

**\*\*NO\*\*** > Lunghezza MIN del rettifilo non raggiunta (150m MIN a 100Km/h)

> Lunghezza MAX del rettifilo OK (minore di  $22 \cdot V = 2200\text{m}$  con  $V=100\text{Km/h}$ )

> Raggio minore delle due curve collegate maggiore della lunghezza del rettifilo (R=348.603 > L=2.129)

ID=10.1 Curva a raggio variabile, da progressiva 16+420 a 16+523 [Lunghezza=102.57m, A=189.093]

> Velocità impostata = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (365607.829,4202273.868), Punto Finale = (365680,4202201.123)

> Limitazione rollio verificata: A = 189.093 >= 98.4043173519333

> Limitazione contraccollo verificata: A = 189.093 > 184.513318482729

**\*\*NO\*\*** > Limitazione contraccollo semplificata **\*NON\*** verificata: A = 189.093 <  $0,021 \times V^2 = 210$

> Criterio ottico verificato: A = 189.093 compreso tra 116.201 e 348.603

ID=11 Curva circolare, da progressiva 16+523 a 16+600 [Lunghezza=77.226m, Raggio=348.603]

> Velocità = 91.26, Velocità massima = 100Km/h)

> Punto Iniziale = (365680,4202201.123), Punto Finale = (365744.444,4202158.855)

> Sviluppo della curva OK (maggiore di 63.374m - spazio percorso in 2.5s a 91.2579218649932Km/h)

> Raggio MIN della curva OK (R=348.603m maggiore di R\_min=118m per tipo strada='Cat. C (Extraurbana Secondaria)')

## Nota

L'unico elemento che dai tabulati risulta non verificato fa riferimento esclusivamente a una curva di raggio R = 5250 m. che, a tutti gli effetti, può essere considerato un rettifilo e quindi non è dotata di curve di transizione in entrata e in uscita, rendendo di fatto verificati anche gli elementi planimetrici di tracciato prima e dopo la stessa.

Una clotoide (elemento 10.1) non è verificata al contraccollo semplificato anche, ma lo è a quella con il contraccollo esatto.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 6.1.5 Allargamento della carreggiata in curva

Nei tratti di strada in curva, per assicurare un franco fra i veicoli costante, la normativa prescrive per ciascuna corsia un allargamento in funzione del raggio della curva stessa. Gli allargamenti per la sicura iscrizione dei veicoli non sono necessari per le curve in progetto.

## 6.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

Sono brevemente richiamati alcuni dei criteri introdotti dalla normativa (DM 05/11/2001) per la verifica degli elementi altimetrici del tracciato stradale per le nuove realizzazioni.

### 6.2.1 Livellette

La pendenza massima delle livellette di cui al DM 05/11/2001 risulta dal prospetto seguente:

TIPO DI STRADA		AMBITO URBANO	AMBITO EXTRAURBANO
AUTOSTRADA	A	6%	5%
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	-	6%
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	-	7%
URBANA DI SCORRIMENTO	D	6%	-
URBANA DI QUARTIERE	E	8%	-
LOCALE	F	10%	10%

### 6.2.2 Raccordi verticali

#### 6.2.2.1 Convessi (Dossi)

Affinché su un raccordo convesso sia garantita la sicurezza è necessario che il conducente di un veicolo possa vedere un ostacolo (fisso o mobile) almeno ad una distanza  $D$  dipendente dalla velocità di progetto e dalle caratteristiche della strada da un'altezza  $h_1$  (altezza dell'occhio del conducente) con l'obiettivo di osservare un ostacolo dell'altezza  $h_2$  di 10 cm. In conformità a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) è 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  $D > L$

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

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

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale convesso [m]

$D$  = distanza di visibilità da realizzare [m]

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

$h_1$  = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

$h_2$  = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma  $h_1 = 1.10$  m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone  $h_2 = 0.10$  m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia è verificata la possibilità di vedere il limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata dal conducente.

### 6.2.2.2 Concavi (Sacche)

Durante le ore diurne, la presenza di un raccordo concavo non crea nessun problema di visibilità, ma durante le ore notturne, invece, si possono formare delle zone d'ombra, dovute all'interazione tra le caratteristiche geometriche della strada e l'ampiezza del fascio luminoso prodotto dai fari dei veicoli. Il raggio minimo del raccordo concavo  $R_v$  è quindi calcolato, secondo la normativa, come segue:

- se  $D < L$  (sviluppo del raccordo) si ha:

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

- se  $D > L$

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

dove:

$R_v$  = raggio del raccordo verticale concavo [m]

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

$\Delta i$  = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento;

$h$  = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale. Si pone di norma  $h = 0.5$  m;

$\vartheta$  = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo. Si pone di norma  $\vartheta = 1^\circ$ .

Nel seguito si riportano le verifiche di normativa, da cui si deduce che l'andamento altimetrico di tutti i tracciati rispetta i criteri di cui al DM 05/11/2001.

Si precisa che nei tabulati relativi agli assi AP\_DX e AP\_SX è ricompreso anche l'asse C-1 che, peraltro, è un unico rettilineo senza particolari problematiche.

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 6.2.3 Verifiche altimetriche

#### 6.2.3.1 Asse AP\_DX

Vertical Alignment: AP\_DX\_QP

Description:

Station Range: Start: 0+012.280, End: 14+098.195

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	0+022.764
PVI Station:	0+052.000
PVT Station:	0+081.236
Grade in(%):	-2.00%
Grade out(%):	5.80%
Curve Length:	58.472m
K:	7.50
Design Speed:	40

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

#### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

#### 2 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	0+400.028
PVI Station:	0+586.500
PVT Station:	0+772.972
Grade in(%):	5.80%
Grade out(%):	1.36%
Curve Length:	372.944m
K:	84.00
Design Speed:	100

#### Design Criteria:

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

### 3 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	1+453.630	
PVI Station:	1+494.103	
PVT Station:	1+534.577	
Grade in(%):	1.36%	
Grade out(%):	1.09%	
Curve Length:	80.946m	
K:	300.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

### 4 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	2+737.404
PVI Station:	2+812.938
PVT Station:	2+888.471
Grade in(%):	1.09%
Grade out(%):	-0.50%
Curve Length:	151.067m
K:	95.00

SS 121 "Catanesese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

### 5 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	3+242.743	
PVI Station:	3+458.743	
PVT Station:	3+674.743	
Grade in(%):	-0.50%	
Grade out(%):	4.90%	
Curve Length:	432.000m	
K:	80.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

### 6 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	4+004.403
PVI Station:	4+197.049
PVT Station:	4+389.694
Grade in(%):	4.90%
Grade out(%):	0.84%
Curve Length:	385.290m

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

K:	95.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi -		Cleared
Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		

### 7 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	4+808.040	
PVI Station:	5+088.788	
PVT Station:	5+369.535	
Grade in(%):	0.84%	
Grade out(%):	-4.77%	
Curve Length:	561.495m	
K:	100.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi -		Cleared
Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		

### 8 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	5+774.934
PVI Station:	5+913.303
PVT Station:	6+051.672
Grade in(%):	-4.77%

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade out(%): 0.76%

Curve Length: 276.738m

K: 50.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**9 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 6+764.720

PVI Station: 6+831.532

PVT Station: 6+898.344

Grade in(%): 0.76%

Grade out(%): 2.34%

Curve Length: 133.624m

K: 85.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**10 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 7+370.501

PVI Station: 7+441.857

PVT Station: 7+513.212

Grade in(%): 2.34%

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade out(%): 0.83%

Curve Length: 142.710m

K: 95.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**11 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 8+104.042

PVI Station: 8+171.909

PVT Station: 8+239.776

Grade in(%): 0.83%

Grade out(%): -0.40%

Curve Length: 135.734m

K: 110.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**12 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 8+528.931

PVI Station: 8+587.841

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVT Station: 8+646.751  
 Grade in(%): -0.40%  
 Grade out(%): 1.17%  
 Curve Length: 117.821m  
 K: 75.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**13 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 9+077.971  
 PVI Station: 9+119.844  
 PVT Station: 9+161.717  
 Grade in(%): 1.17%  
 Grade out(%): 2.01%  
 Curve Length: 83.746m  
 K: 100.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**14 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 9+824.879  
 PVI Station: 9+880.000

SS 121 "Catanesese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVT Station: 9+935.121  
 Grade in(%): 2.01%  
 Grade out(%): 0.85%  
 Curve Length: 110.241m  
 K: 95.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared  
 Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**15 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 10+643.280  
 PVI Station: 10+719.165  
 PVT Station: 10+795.050  
 Grade in(%): 0.85%  
 Grade out(%): 3.18%  
 Curve Length: 151.770m  
 K: 65.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**16 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 11+058.546

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVI Station: 11+096.503  
 PVT Station: 11+134.461  
 Grade in(%): 3.18%  
 Grade out(%): 2.38%  
 Curve Length: 75.915m  
 K: 95.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared  
 Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**17 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 11+498.103  
 PVI Station: 11+569.089  
 PVT Station: 11+640.075  
 Grade in(%): 2.38%  
 Grade out(%): 4.75%  
 Curve Length: 141.972m  
 K: 60.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**18 Sag Curve:Parabolic**

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVC Station:	12+299.844
PVI Station:	12+356.094
PVT Station:	12+412.345
Grade in(%):	4.75%
Grade out(%):	6.00%
Curve Length:	112.501m
K:	90.00
Design Speed:	120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

**19 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station:	13+016.668
PVI Station:	13+052.421
PVT Station:	13+088.174
Grade in(%):	6.00%
Grade out(%):	5.40%
Curve Length:	71.506m
K:	120.00
Design Speed:	100

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---------------------------------------	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
--	--	---------

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 20 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	13+372.108
PVI Station:	13+535.436
PVT Station:	13+698.764
Grade in(%):	5.40%
Grade out(%):	0.74%
Curve Length:	326.655m
K:	70.00
Design Speed:	100

### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared

### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
--	--	---------

### 6.2.3.2 Asse AP\_SX

Vertical Alignment: AP\_SX\_QP

Description:

Station Range: Start: 0+012.280, End: 13+818.087

## 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	0+022.764
PVI Station:	0+052.000
PVT Station:	0+081.236
Grade in(%):	-2.00%
Grade out(%):	5.80%
Curve Length:	58.472m
K:	7.50
Design Speed:	40

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

**2 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station:	0+399.817
PVI Station:	0+586.902
PVT Station:	0+773.986
Grade in(%):	5.80%
Grade out(%):	1.35%
Curve Length:	374.168m
K:	84.00
Design Speed:	100

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---------------------------------------	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
--	--	---------

**3 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station:	1+466.077
PVI Station:	1+504.347
PVT Station:	1+542.617
Grade in(%):	1.35%
Grade out(%):	1.09%
Curve Length:	76.540m
K:	300.00

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

---

#### 4 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	2+742.883	
PVI Station:	2+818.421	
PVT Station:	2+893.959	
Grade in(%):	1.09%	
Grade out(%):	-0.50%	
Curve Length:	151.076m	
K:	95.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

---

#### 5 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	3+245.160
PVI Station:	3+461.141
PVT Station:	3+677.121
Grade in(%):	-0.50%
Grade out(%):	4.90%

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Curve Length:	431.960m	
K:	80.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

#### 6 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	4+005.076	
PVI Station:	4+199.744	
PVT Station:	4+394.412	
Grade in(%):	4.90%	
Grade out(%):	0.84%	
Curve Length:	389.336m	
K:	96.00	
Design Speed:	120	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared

#### 7 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	4+808.213
PVI Station:	5+089.232
PVT Station:	5+370.252
Grade in(%):	0.84%

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade out(%): -4.78%

Curve Length: 562.039m

K: 100.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**8 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 5+774.058

PVI Station: 5+912.572

PVT Station: 6+051.086

Grade in(%): -4.78%

Grade out(%): 0.76%

Curve Length: 277.029m

K: 50.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**9 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 6+766.900

PVI Station: 6+833.345

PVT Station: 6+899.790

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade in(%): 0.76%

Grade out(%): 2.33%

Curve Length: 132.890m

K: 85.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**10 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 7+375.286

PVI Station: 7+446.070

PVT Station: 7+516.854

Grade in(%): 2.33%

Grade out(%): 0.84%

Curve Length: 141.568m

K: 95.00

Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight  
Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**11 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 8+103.821

PVI Station: 8+172.070

SS 121 "Catanesese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVT Station: 8+240.318  
 Grade in(%): 0.84%  
 Grade out(%): -0.40%  
 Curve Length: 136.497m  
 K: 110.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance: -1.000m Cleared  
 Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**12 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 8+524.187  
 PVI Station: 8+583.085  
 PVT Station: 8+641.983  
 Grade in(%): -0.40%  
 Grade out(%): 1.17%  
 Curve Length: 117.796m  
 K: 75.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**13 Sag Curve:Parabolic**

PVC Station: 9+062.218

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVI Station: 9+111.478  
 PVT Station: 9+160.738  
 Grade in(%): 1.17%  
 Grade out(%): 2.15%  
 Curve Length: 98.520m  
 K: 100.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**14 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station: 9+721.602  
 PVI Station: 9+784.543  
 PVT Station: 9+847.484  
 Grade in(%): 2.15%  
 Grade out(%): 0.83%  
 Curve Length: 125.882m  
 K: 95.00  
 Design Speed: 120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight  
 Distance: -1.000m Cleared

Minimum K for Passing Sight Distance: -1.000m Cleared

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B) Cleared

**15 Sag Curve:Parabolic**

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

PVC Station:	10+670.937
PVI Station:	10+748.186
PVT Station:	10+825.435
Grade in(%):	0.83%
Grade out(%):	3.20%
Curve Length:	154.498m
K:	65.00
Design Speed:	120

Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

**16 Crest Curve:Parabolic**

PVC Station:	11+082.315
PVI Station:	11+120.383
PVT Station:	11+158.450
Grade in(%):	3.20%
Grade out(%):	2.40%
Curve Length:	76.135m
K:	95.00
Design Speed:	120

Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
--	---------	---------

Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---------------------------------------	---------	---------

Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
--	--	---------

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 17 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	11+520.820
PVI Station:	11+591.433
PVT Station:	11+662.045
Grade in(%):	2.40%
Grade out(%):	4.76%
Curve Length:	141.226m
K:	60.00
Design Speed:	120

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

#### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

### 18 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	12+326.253
PVI Station:	12+382.039
PVT Station:	12+437.825
Grade in(%):	4.76%
Grade out(%):	6.00%
Curve Length:	111.572m
K:	90.00
Design Speed:	120

#### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight Distance:	-1.000m	Cleared
---	---------	---------

#### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
---	--	---------

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 19 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	13+054.585
PVI Station:	13+089.298
PVT Station:	13+124.010
Grade in(%):	6.00%
Grade out(%):	5.42%
Curve Length:	69.424m
K:	120.00
Design Speed:	120

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared

#### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B)		Cleared
--	--	---------

### 20 Crest Curve:Parabolic

PVC Station:	13+391.589
PVI Station:	13+555.700
PVT Station:	13+719.811
Grade in(%):	5.42%
Grade out(%):	0.73%
Curve Length:	328.223m
K:	70.00
Design Speed:	100

#### Design Criteria:

Minimum K for Stopping Sight Distance:	-1.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	-1.000m	Cleared

#### Design Checks:

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Rv minimo - Raccordi Convessi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. (B)

Cleared

### 6.2.3.3 Asse C-2

Vertical Alignment: AP-C2\_QP

Description:

Station Range: Start: 13+750.000, End: 16+600.000

#### 1 Sag Curve:Parabolic

PVC Station: 14+160.825  
 PVI Station: 14+194.440  
 PVT Station: 14+228.056  
 Grade in(%): 0.75%  
 Grade out(%): 2.24%  
 Curve Length: 67.231m  
 K: 45.00  
 Design Speed: 100

##### Design Criteria:

Minimum K for Headlight Sight  
 Distance: 45.000m Cleared

##### Design Checks:

Rv minimo - Raccordi Concavi -  
 Visibilità per l'arresto - Cat. Cleared  
 (B+C+D+E+Fe+Fu)

#### 2 Crest Curve:Parabolic

PVC Station: 15+305.626  
 PVI Station: 15+513.273  
 PVT Station: 15+720.920  
 Grade in(%): 2.24%  
 Grade out(%): -3.29%  
 Curve Length: 415.294m

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

K:	75.00	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Stopping Sight Distance:	52.000m	Cleared
Minimum K for Passing Sight Distance:	119.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Convessi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

### 3 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	15+774.758	
PVI Station:	15+787.946	
PVT Station:	15+801.133	
Grade in(%):	-3.29%	
Grade out(%):	1.98%	
Curve Length:	26.375m	
K:	5.00	
Design Speed:	30	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	45.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

### 4 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	15+840.112
PVI Station:	15+845.882
PVT Station:	15+851.651
Grade in(%):	-2.00%

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade out(%):	0.31%	
Curve Length:	11.539m	
K:	5.00	
Design Speed:	30	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	45.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

#### 5 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	15+896.534	
PVI Station:	15+915.969	
PVT Station:	15+935.403	
Grade in(%):	0.31%	
Grade out(%):	1.17%	
Curve Length:	38.868m	
K:	45.00	
Design Speed:	30	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	45.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

#### 6 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	16+195.182
PVI Station:	16+205.870
PVT Station:	16+216.557

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Grade in(%):	1.17%	
Grade out(%):	1.28%	
Curve Length:	21.375m	
K:	200.00	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	45.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

#### 7 Sag Curve:Parabolic

PVC Station:	16+356.922	
PVI Station:	16+384.658	
PVT Station:	16+412.394	
Grade in(%):	1.28%	
Grade out(%):	1.83%	
Curve Length:	55.472m	
K:	100.00	
Design Speed:	100	
<u>Design Criteria:</u>		
Minimum K for Headlight Sight Distance:	45.000m	Cleared
<u>Design Checks:</u>		
Rv minimo - Raccordi Concavi - Visibilità per l'arresto - Cat. (B+C+D+E+Fe+Fu)		Cleared

### 6.3 PENDENZE TRASVERSALI DELLA PIATTAFORMA

Le pendenze trasversali sono state calcolate in base ai criteri di normativa, sintetizzati nel diagramma seguente:

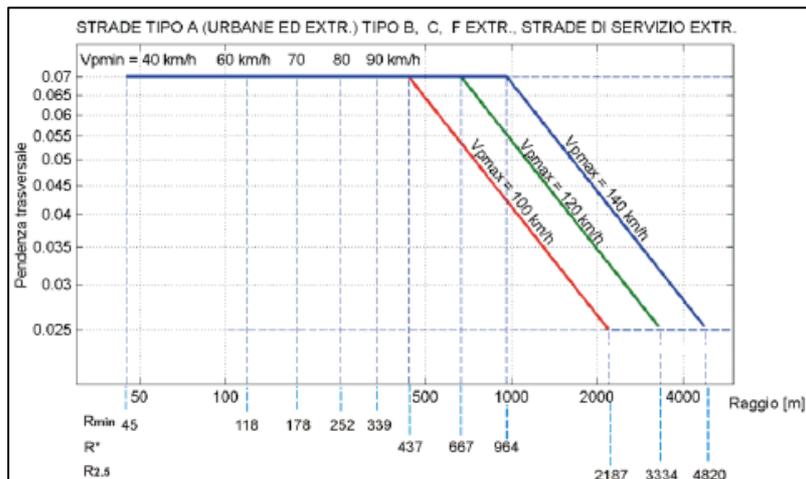


Figura 14. D.M. 05.11.2001 - Diagramma per il calcolo delle pendenze trasversali.

La piattaforma è conforme a quanto richiesto in normativa, richiamata nel prospetto seguente:

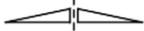
STRADE TIPO	PIATTAFORMA	PENDENZE TRASVERSALI
A, B, D a due o più corsie per correggiata		
E a quattro corsie		
altre strade		

Figura 15. D.M. 05.11.2001 - Pendenze trasversali delle piattaforme nei rettifili

## 6.4 DIAGRAMMI DI VELOCITÀ

Le verifiche della corretta progettazione comportano la redazione del diagramma delle velocità per ogni senso di marcia. Esso è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale. L'esame del diagramma delle velocità prevede due verifiche, e in particolare:

$$D_t \leq D_r$$

$$D_t \leq D_v$$

dove

- $D_t$  è la distanza di transizione, definita come la distanza necessaria per passare dal valore  $V_{P1}$  a quello  $V_{P2}$  con un'accelerazione/decelerazione di  $0,8 \text{ m/sec}^2$ , deve essere sufficiente a consentire il riconoscimento dell'elemento o di eventuali ostacoli. Tale distanza di transizione è funzione della differenza di velocità fra i due elementi, della velocità media fra i due elementi e dell'accelerazione ( $0,80 \text{ m/s}^2$ );
- $D_r$  è la distanza di riconoscimento, definita come la lunghezza massima del tratto di strada entro la quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. È funzione della velocità di progetto dell'elemento di raggio maggiore;

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- $D_v$  è la distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

Il DM 05/11/2001 richiede inoltre che

- Per  $V_{Pmax} \geq 100$  km/h (autostrade, strade extraurbane principali e secondarie) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla  $V_{Pmax}$  a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h. Inoltre, fra due curve successive tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h.

La costruzione dei diagrammi di velocità non ha rilevato criticità per quanto attiene la distanza di transizione  $D_t$ .

I diagrammi di velocità per entrambi gli assi della tipo B presentano un tratto iniziale a 100 km/h, in corrispondenza dello svincolo per la A19 lato Nord e di quello di Bolognetta lato Sud.

Il diagramma di velocità del tratto di tipo C verso Bolognetta (Asse C-2) presenta un primo tratto a velocità costante ( $V_P = 100$  km/h) che si riduce (con  $a = 0.8$  m/sec<sup>2</sup>) a 30 km/h in corrispondenza della rotatoria di Bolognetta Sud, per poi riaumentare fino a  $V_P = 100$  km/h nel tratto di riconnessione con l'esistente.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

## 6.5 VERIFICHE DI VISIBILITÀ

La presenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. La distanza di visuale libera è definita dalla normativa come la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé indipendentemente dalle condizioni del traffico, atmosferiche e d'illuminazione. La distanza di visuale libera nel caso specifico deve essere confrontata con:

- Distanza di visibilità per l'arresto, definita come lo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo improvviso;
- Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, definita come la lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella a essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc.).

Lungo tutto il tracciato deve essere sempre garantita la distanza di visibilità per l'arresto e, in corrispondenza Le verifiche delle visuali libere sono state condotte confrontando la visuale libera disponibile con la distanza di arresto e quella di cambio corsia, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità: se la visuale libera disponibile è insufficiente ad assicurare l'arresto e/o il cambio corsia, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. Il diagramma riportato nelle tavole specifiche fa quindi riferimento alla visuale libera e alla distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 6.5.1 Distanza di visibilità per l'arresto

Le DVL per l'arresto sono state confrontate con le relative distanze di visibilità disponibili, in funzione delle velocità desunte dai relativi diagrammi, considerando l'intervallo di velocità assegnato al tipo di strada secondo il DM 05/11/2001 e all'aderenza del piano viabile.

Le verifiche sono state condotte in entrambi i sensi di marcia, tenendo conto dell'andamento plano-altimetrico.

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

Il diagramma riporta i valori della visuale libera e della distanza di visibilità per l'arresto da cui si evince che il tracciato è verificato.

I diagrammi di velocità e di visuale libera sono riportati nelle tavole specifiche, alle quali può farsi riferimento per maggiori dettagli.

### 6.5.2 Distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia

Anche in questo caso la visuale libera e la distanza di visibilità per il cambio corsia sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Civil 3D. La distanza di cambio corsia è stata eseguita in corrispondenza di tutti gli aghi delle rampe di uscita degli svincoli, al fine di verificare che la visuale libera disponibile fosse sempre  $> D_c = 2.6 \times V_P$ .

Le verifiche hanno dato sempre esito positivo.

I diagrammi di velocità e di visuale libera sono riportati nelle tavole specifiche, alle quali può farsi riferimento per maggiori dettagli.

### 6.5.3 Allargamenti

Ove la visuale libera disponibile è insufficiente ad assicurare l'arresto e/o il cambio corsia, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. Il diagramma riportato nelle tavole specifiche fa quindi riferimento alla visuale libera e alla distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari.

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Nella tabella seguente si riportano gli allargamenti presenti lungo l'asse stradale.

Esterno DX		
	1	2
Inizio allargamento	9+000	9+602
Inizio allargamento costante	9+020	9+692
MAX Allargamento [m]	0.25	0.25
Fine allargamento costante	9+220	9+992
Fine allargamento	9+240	10+090

Interno DX						
	1	2	3	4	5	6
Inizio allargamento	3+285	4+925	7+955	10+290	10+980	4+925
Inizio allargamento costante	3+415	5+065	8+115	10+360	11+070	5+065
MAX Allargamento [m]	3.00	4.00	2.70	1.15	1.80	4.00
Fine allargamento costante	3+550	5+240	8+683	10+410	11+755	5+240
Fine allargamento	3+670	5+390	8+843	10+480	11+895	5+390

Esterno SX					
	1	2	3	4	5
Inizio allargamento	3+300	5+000	8+010	11+155	12+940
Inizio allargamento costante	3+380	5+085	8+160	11+245	13+030
MAX Allargamento [m]	2.20	1.65	1.75	1.55	1.50
Fine allargamento costante	3+550	5+200	8+658	11+740	13+125
Fine allargamento	3+650	5+295	8+758	11+835	13+215

Interno SX							
	1	2	3	4	5	6	7
Inizio allargamento	0+650	1+080	5+900	6+740	9+000	10+600	12+095
Inizio allargamento costante	0+720	1+200	6+020	6+860	9+130	10+730	12+185
MAX Allargamento [m]	0.70	3.05	3.20	1.55	2.50	2.75	1.70
Fine allargamento costante	1+080	1+390	6+085	7+090	9+970	10+770	12+245
Fine allargamento	1+200	1+470	6+215	7+230	10+090	10+900	12+345

## 6.6 COORDINAMENTO PLANO-ALTIMETRICO

Il DM 05/11/2001 richiede che, per garantire una percezione chiara delle caratteristiche dei tracciati stradali senza che l'utenza avverta distorsioni prospettive delle linee che li definiscono, si debba coordinare opportunamente l'andamento plano-altimetrico dell'asse con il rispettivo profilo longitudinale.

Pertanto, in sede di progettazione, è stata posta particolare attenzione a quest'aspetto e, ovunque possibile, sono stati fatti coincidere i vertici planimetrici con quelli altimetrici, adottando valori dei raccordi verticali tali da rendere sovrapponibili le lunghezze dei due raccordi.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Nei casi in cui ciò non è stato possibile, è stato comunque verificato che:

- Raccordi verticali convessi:
  - ✓ il punto di inizio di una curva planimetrica non sia coinciso o sia stato prossimo alla sommità di un raccordo verticale convesso;
- Raccordi verticali concavi:
  - ✓ un raccordo planimetrico non sia iniziato immediatamente dopo un raccordo concavo e comunque sia risultato sempre  $R_v/R > 6$ ;
  - ✓ non siano stati previsti raccordi verticali concavi di piccolo sviluppo all'interno di curve planimetriche di grande sviluppo;
  - ✓ non siano stati previsti raccordi concavi immediatamente dopo la fine di una curva planimetrica;
  - ✓ non ci sia stata coincidenza tra il vertice di un raccordo concavo con un punto di flesso planimetrico.

## **6.7 LIVELLO DI SERVIZIO**

Il Livello di Servizio è stato determinato nella relazione trasportistica predisposta da ANAS, alla quale si potrà fare riferimento per ulteriori dettagli.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 7 SVINCOLI

---

L'intervento prevede la realizzazione delle seguenti intersezioni:

INTERSEZIONE	TIPOLOGIA
SV01 - Bagheria	Rotatoria
SV02 - A19	Livelli sfalsati
SV03A - Misilmeri Nord	Livelli sfalsati
SV03B - Misilmeri Sud	Livelli sfalsati
SV04 - Bolognetta Nord	Livelli sfalsati
SV05 - Bolognetta Sud	Rotatoria

La tipologia delle intersezioni è coerente con le indicazioni del DM 19/04/2006, poiché le intersezioni a livelli sfalsati collegano la nuova viabilità di tipo B (extraurbana principale) alla rete stradale esistente, mentre le due intersezioni a rotatoria collegano strade di tipo C.

Nel seguito si riporteranno le caratteristiche dimensionali delle rampe e si illustreranno i relativi criteri di dimensionamento geometrico e funzionale, rimandando ai paragrafi specifici il dettaglio circa i calcoli e le verifiche per ciascuna rampa di svincolo.

### 7.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELLE RAMPE

#### 7.1.1 Piattaforme tipo

Le rampe di svincolo sono sia monodirezionali sia bidirezionali.

Per le rampe monodirezionali è stata adottata una carreggiata da 6.00 m., con corsia da 4.00 m. e banchine da 1.00 m. in dx e sx.

Per le rampe bidirezionali la carreggiata è da 9.00 m. con due corsie da 3.50 m., ciascuna fiancheggiata da una banchina da 1.00 m.

Per il tratto di scambio (rampa monodirezionale a doppia corsia) è stata adottata una carreggiata composta da due corsie da 3.50 m., ciascuna fiancheggiata da una banchina da 1.00 m., per una larghezza totale di 9.00 m.

Le corsie specializzate lungo la A19 sono coerenti con una sezione tipo B e hanno larghezza pari a 3.75 m., fiancheggiate da una banchina da 1.75 m.

#### 7.1.2 Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe

Gli svincoli di progetto si configurano come intersezioni di tipo 1 (svincolo A19) e tipo 2 (fig. 3 del DM 19/04/2006). Pertanto, gli intervalli di velocità di progetto per le rampe è quello indicato nella tabella seguente:

Tipi di rampe	Intersezioni Tipo 1 (fig. 3), escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezioni Tipo 2 (fig. 3), 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 ger. superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello ger. superiore	30 km/h

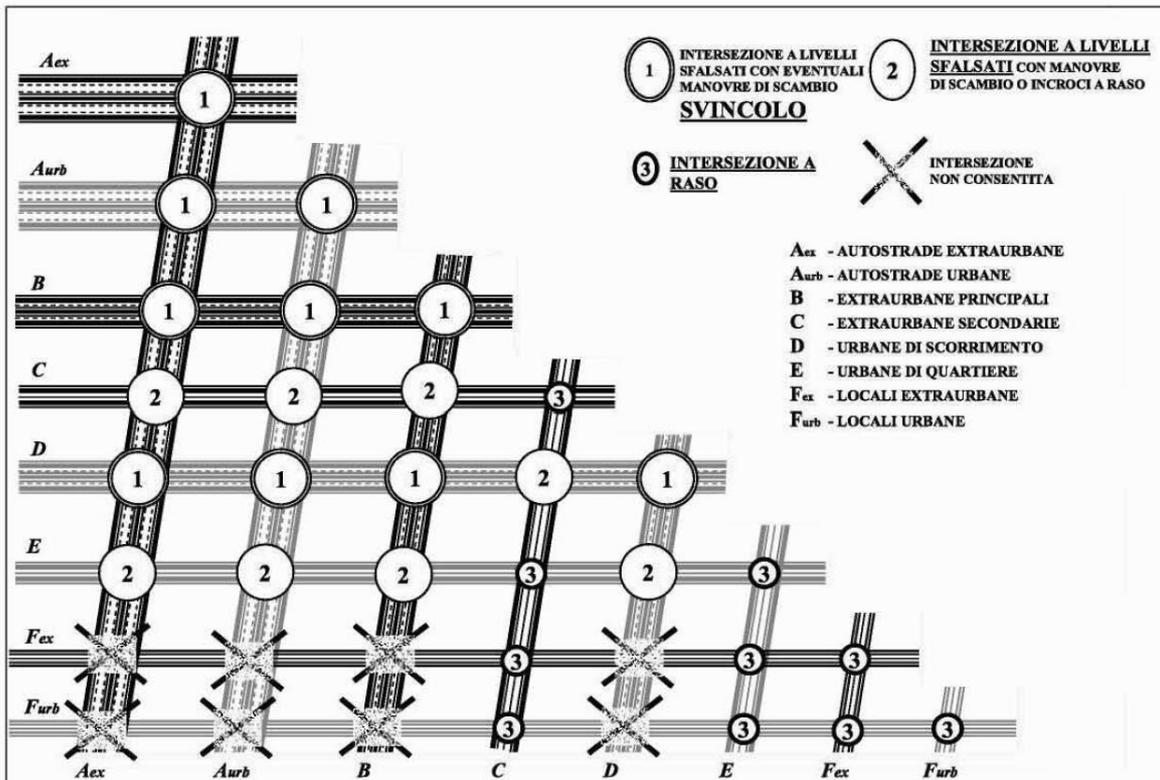


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

I parametri minimi rispetto ai quali sono state progettate le rampe sono riportati nella tabella seguente:

Velocità di progetto	(km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo	(m)	25	45	75	120	180	250
Pendenza max in salita	(%)	10	7,0		5,0		
Pendenza max in discesa	(%)	10	8,0		6,0		
Raggi minimi verticali convessi	(m)	500	1000	1500	2000	2800	4000
Raggi minimi verticali concavi	(m)	250	500	750	1000	1400	2000
Distanza di visuale minima	(m)	25	35	50	70	90	115

Il tracciato planimetrico delle rampe è costituito da rettili e archi di cerchio, raccordati da clotoidi di opportuno parametro A. Quest'ultimo è stato calcolato tenendo conto principalmente della limitazione del contraccollo, data la prevalenza di piccoli raggi, per i quali detto parametro diventa dimensionante. In taluni casi, quando il parametro A calcolato in funzione del contraccollo è risultato > del raggio R della curva, è stato imposto A = R.

I profili altimetrici delle rampe hanno tenuto conto dei vincoli di complanarità derivanti dalla riconnessione con l'asse principale. Le pendenze longitudinali hanno valori costantemente inferiori ai massimi consentiti dal D.M. 19-04-2006, mentre le livellette sono state raccordate mediante archi di cerchio mai inferiori ai minimi di cui alla tabella precedente.

### 7.1.3 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di strada dell'asse principale (tipo B), sono state previste corsie specializzate di uscita parallele (diversione) e di entrata (immissione). In entrambi i casi le dimensioni della piattaforma sono conformi ai dati riportati nella tabella seguente:

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	-

#### 7.1.3.1 Corsie di uscita

Le corsie di uscita sono state dimensionate in base a criteri cinematici e geometrici:

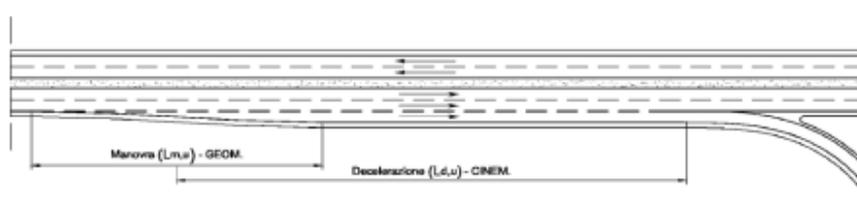


Figura 16. Schema corsia di uscita parallela.

- $L_{d,u}$ , tratto di decelerazione: determinato con la seguente formula:

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

- ✓  $L = L_{d,u}$  (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- ✓  $v_1$  (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione;
- ✓  $v_2$  (m/s) è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione, corrispondente alla velocità di progetto  $V_R$  della curva;
- ✓  $a$  ( $m/s^2$ ) è il valore dell'accelerazione negativa assunto per la manovra. Per le strade di tipo A e B è  $a = 3 m/s^2$  Per le strade di tipo D e C  $a = 2 m/s^2$  (par. 4.2 DM 19/04/2006).

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

SS 121 "Catane" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

- L<sub>mu</sub>, tratto di manovra, determinato in base alla velocità di progetto del tratto di strada da cui si dirama la corsia, conformemente a quanto indicato nella tabella a lato:

### 7.1.3.2 Corsie d'immissione

Le corsie d'immissione sono state dimensionate utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

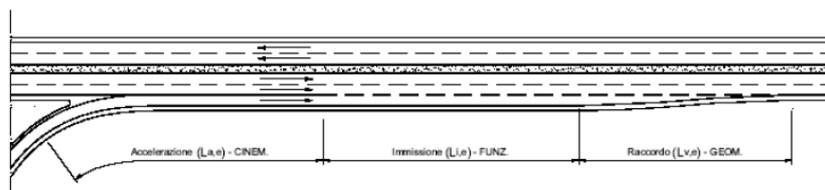


Figura 17. Schema corsia di immissione.

#### 7.1.3.2.1 Metodo cinematico - semi empirico

Con questo metodo sono stati individuati e dimensionati i seguenti tratti:

- L<sub>a,e</sub>, tratto di accelerazione: determinato con la seguente formula:

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

- ✓ L = L<sub>a,e</sub> (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- ✓ v<sub>1</sub> (m/s) è la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione.
- ✓ v<sub>2</sub> (m/s) corrisponde all'80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette.
- ✓ a (m/s<sup>2</sup>) è il valore dell'accelerazione positiva assunta per la manovra, pari a 1.00 m/s<sup>2</sup> (par. 4.2 DM 19/04/2006).
- L<sub>i,e</sub>, tratto di immissione (attesa in movimento). La lunghezza (m.) si calcola mediante la relazione:

$$L_{i,e} = \frac{Q_1 - 700}{Q_1} \times 0.80V_p$$

- ✓ Q<sub>1</sub> rappresenta la portata oraria (espressa in veic.equiv./h) che percorre la corsia num. 1. Per le strade a due corsie per senso di marcia essa è pari al 60% della portata totale Q<sub>AB</sub> nella direzione considerata: Q<sub>1</sub> = 0.60 x Q<sub>AB</sub>. Se Q<sub>1</sub> < 700 veic/h risulta L<sub>i,e</sub> = 0;
- ✓ V<sub>p</sub> = velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette espressa in km/h
- L<sub>v,e</sub>, tratto di raccordo: determinato in base alla velocità di progetto del tratto di strada in cui si immette la corsia, conformemente a quanto indicato nella tabella seguente:

Velocità di progetto V <sub>p</sub> [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo L <sub>v,e</sub> [m]
V <sub>p</sub> > 80	75
V <sub>p</sub> ≤ 80	50

#### 7.1.3.2.2 Metodo probabilistico

L'approccio adottato per la determinazione probabilistica della lunghezza L della corsia di immissione è quello dell'**intervallo critico**. Affinché il veicolo della corrente sulla corsia di marcia non sia costretto a rallentare a

SS 121 "Catanesese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

causa dell'ingresso di un veicolo proveniente dalla corsia di immissione, è necessario che quest'ultimo esegua l'inserimento garantendo una distanza almeno pari a quella di sicurezza tra sé ed il veicolo della corrente veicolare principale e tra sé ed il veicolo che segue. Detto tipo d'immissione si definisce "immissione ideale", mentre è denominato "intervallo critico" (T) il più piccolo intervallo temporale fra due veicoli della corrente veicolare principale che consente un'immissione ideale. In definitiva, un veicolo sulla corsia d'immissione entrerà nella corrente principale quando avrà a disposizione un varco temporale pari almeno al tempo critico T. L'espressione analitica per l'intervallo critico è la seguente:

$$T = \frac{V_{P,m} - V_{i,m}}{(3.6 \times 2 \times a)} + 2\delta \text{ (sec)}$$

$V_{P,m}$  = velocità media del flusso della corrente principale (km/h)

$V_{i,m}$  = velocità media del flusso che intende immettersi (km/h);

$\delta$  = 1 sec. = intervallo temporale di sicurezza tra due veicoli consecutivi;

$a$  = 1.2 m/sec<sup>2</sup> = accelerazione longitudinale.

Ai fini delle successive verifiche si precisa che la velocità media del flusso della corrente principale  $V_{P,m}$  è stata stimata pari all'85% della velocità massima di progetto  $V_P$ , mentre quella del flusso che intende immettersi è calcolata con la relazione seguente:

$$V_{i,m} = \frac{1}{2} \times (V_{u,clot} + 0.80V_P)$$

$V_{u,clot}$  è la velocità all'uscita dalla clotoide che precede il tratto parallelo. Quindi  $V_{i,m}$  rappresenta la velocità media alla quale il veicolo percorre tutto il tratto parallelo della corsia d'immissione e, di conseguenza, la verifica funzionale riguarderà l'intera lunghezza di quest'ultimo.

Proseguendo nella caratterizzazione probabilistica della lunghezza d'immissione, bisogna considerare che il presentarsi dell'intervallo critico (T) è un evento aleatorio. Si può ragionevolmente ipotizzare che i generici intervalli temporali (t) con cui i veicoli della corrente principale si succedono dinanzi a quello che vuole immettersi, siano distribuiti con legge di distribuzione della probabilità di Erlang, che ben rappresenta le correnti di traffico quando i flussi iniziano ad essere consistenti e crescono le interferenze tra i veicoli:

$$f(t) = \frac{Kq}{(K-1)!} (Kqt)^{K-1} e^{-Kqt}$$

f(t) rappresenta la densità di probabilità, in cui:

$$q = \frac{Q_1}{3600} \text{ (veic/sec)}$$

$Q_1$  rappresenta la portata oraria che percorre la corsia num. 1 espressa in **veic.equiv./h**. Per le strade a due corsie per senso di marcia essa è pari al 60% della portata totale  $Q_{AB}$  nella direzione considerata:  **$Q_1 = 0.60 \times Q_{AB}$** .

K è il parametro di Erlang, che assume i seguenti valori:

K = 1 per  $Q_1 \leq 400$  veic/h

K = 2 per  $400 < Q_1 \leq 800$  veic/h

K = 3 per  $Q_1 > 800$  veic/h

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

L'integrazione della funzione di densità (tra 0 e il tempo T) costituisce la cosiddetta funzione di ripartizione (funzione cumulata di probabilità) ed è espressa dalla seguente relazione:

$$F(t < T) = 1 - e^{-KqT} \sum_{n=0}^{K-1} \frac{(KqT)^n}{n!}$$

La probabilità  $P_1(t)$  che il generico intervallo di tempo t sia maggiore dell'intervallo critico T è dunque il complemento a 1 (100%) della relazione precedente:

$$P_1(t) = 1 - F(t < T)$$

Tramite l'equazione precedente, si calcola il valore di probabilità associata al verificarsi di un intervallo di tempo  $t \geq T$  durante il primo evento possibile (ovvero dopo aver atteso il passaggio del primo veicolo). In questo caso, lo spazio impegnato dai veicoli in attesa di potersi inserire nella corrente principale ( $L_0$ ) è il minimo indispensabile e vale:

$$L_0 = v_{i,m} \times T$$

$v_{i,m}$  rappresenta la velocità media del flusso che intende immettersi percorrendo la corsia di immissione in m/sec.

È chiaro che, in fase di progetto, non si può ritenere sempre accettabile il valore di probabilità associato al primo evento. Occorre, pertanto, fissare una "probabilità di progetto" e calcolare conseguentemente il numero di eventi (passaggi di veicoli consecutivi sulla corsia di marcia principale) in grado di garantire il manifestarsi della probabilità medesima. Siccome l'evento "transito di una vettura" si ripete sempre uguale a sé stesso ed è considerato indipendente, (nel senso che il transito di una vettura non influenza quello di una seconda vettura successiva), la probabilità che un evento si presenti all'evento r-esimo si ottiene come intersezione di probabilità indipendenti mediante la relazione:

$$P_r(t) = 1 - [F(t < T)]^r$$

Gli svariati dati reperibili in letteratura danno come accettabile un valore minimo di  $P_r(t) > 70\%$ . Il bollettino CNR n. 90 del 15/04/1983, di contro, indica di utilizzare un percentile del tempo d'attesa più elevato, in genere il 90%.

Utilizzando detto procedimento si perviene all'individuazione dell'evento r-esimo al quale è associata la probabilità di progetto. In tal caso la lunghezza dell'intera corsia parallela di immissione sarà:

$$L_{parall.} = (r - 1) \times \frac{v_{i,m}}{q} \text{ (m.)}$$

dove:

r = numero di eventi (passaggi della corrente veicolare principale) che corrispondono al valore richiesto della probabilità di progetto;

$1/q$  = durata temporale del singolo evento (sec.);

$v_{i,m}$  rappresenta la velocità media del flusso che intende immettersi percorrendo la corsia di immissione in m/sec.

I volumi di traffico saranno desunti dallo Studio del Traffico.

### 7.1.3.3 Zone di scambio

Nelle intersezioni stradali i fenomeni di scambio si verificano quando una rampa di immissione precede una rampa di uscita e le due rampe sono collegate da una corsia ausiliaria, formata dall'unione delle due corsie di immissione e di decelerazione, in modo da dar luogo ad un allargamento della carreggiata rispetto alla sua sezione corrente. In questo caso lo scambio avviene fra il flusso di immissione, che percorre la corsia ausiliaria e intende trasferirsi nella carreggiata corrente, con il flusso di uscita che percorre la carreggiata corrente e vuole trasferirsi sulla corsia ausiliaria.

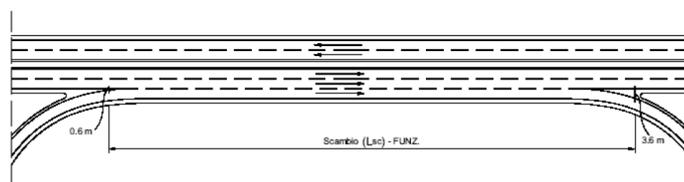
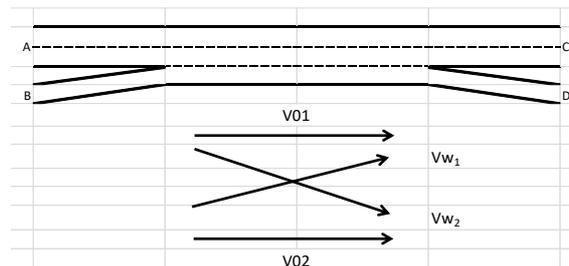


Figura 18. Schema zona di scambio.

Per la verifica della lunghezza dei tronchi di scambio è stata adottata la procedura contenuta nel Manuale della Capacità (HCM). In essa, oltre alla lunghezza del tronco, al numero di corsie, alla media della velocità a flusso libero (velocità operativa SFF), alle velocità medie nello spazio delle correnti che scambiano (o non scambiano) etc., entrano in gioco i flussi veicolari e in particolare:

- $V_{01}$  = portata maggiore tra quelle che non scambiano;
- $V_{02}$  = portata minore tra quelle che non scambiano;
- $V_{w1}$  = portata maggiore tra quelle che scambiano;
- $V_{w2}$  = portata minore tra quelle che scambiano.



La procedura HCM prevede, inoltre, che i volumi di traffico

effettivi siano trasformati in veicoli equivalenti mediante uno specifico coefficiente ( $f_{HV}$ ), funzione della percentuale di veicoli pesanti e della tipologia di terreno (pianeggiante, ondulato, montuoso).

Si precisa che, ai fini della verifica, si prenderà in considerazione il tratto  $L_{scambio}$  percorso a velocità costante dai veicoli (velocità medie nello spazio delle correnti che scambiano e non scambiano). Dette velocità si determinano in base ai criteri della procedura dell'HCM, cui si rimanda per i dettagli.

Il processo di verifica è iterativo, sia perché non è noto a priori se il flusso sia o meno vincolato, sia perché, per il calcolo delle velocità medie nello spazio, è necessario conoscere proprio la lunghezza  $L_{scambio}$ , che rappresenta l'incognita del problema ma che entra, insieme ai volumi equivalenti di traffico, nelle formule di verifica per mezzo dei fattori di scambio  $W_s$  e  $W_{n,s}$ .

Il Livello di Servizio è individuato dal valore della densità media  $D$ , espressa in veic/km/corsia. Nella tabella seguente sono riportati i valori di densità associati a ciascun Livello di Servizio:

LoS	Densità Veic/km/corsia
A	$\leq 6$
B	6 – 12

C	12 – 17
D	17 – 22
E	22 – 27
F	> 27

Per ulteriori dettagli sulla procedura si rimanda all'HCM, Capitolo 24 – Freeway Weaving.

I flussi che impegnano le zone di scambio sono stati determinati in base alle assegnazioni definite nello studio del traffico.

#### 7.1.4 Rotatorie

Nel progetto sono previste cinque rotatorie, di cui una all'inizio del nuovo tracciato, di connessione con la SS 113, una in corrispondenza dello svincolo di Misilmeri Nord, due in corrispondenza di quello di Bolognetta Nord e infine una quinta in corrispondenza dello svincolo di Bolognetta Sud.

Nella tabella seguente sono riportati i principali dati geometrici:

Rotatoria	Diametro esterno	Diametro isola centrale	Larghezza corsia corona giratoria	Numero bracci confluenti
SV_01_ROT	46.00	24.00	9.00	4
SV_03A_ROT	40.00	24.00	6.00	3
SV_04_ROT_W	38.00	20.00	7.00	4
SV_04_ROT_E	37.00	19.00	7.00	3
SV_05_ROT	40.00	24.00	6.00	4

Le banchine hanno larghezza pari a 1.00. m. Si precisa inoltre che la corona giratoria della rotatoria SV\_01\_ROT è da 9.00 m. poiché due dei bracci d'ingresso sono a due corsie.

I bracci d'uscita e ingresso sono conformi alle dimensioni di cui alla seguente tabella:

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6,00
	Compreso tra 25 e 40	7,00
	Compreso tra 14 e 25	7,00 - 8,00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9,00
	< 40	8,50 - 9,00
Bracci di ingresso (**)		3,50 per una corsia 6,00 per due corsie
Bracci di uscita (*)	< 25	4,00
	≥ 25	4,50

L'isola centrale è sempre non sormontabile.

Sono state eseguite le verifiche di deflessione e di visibilità a sinistra previste dal DM 19/04/2006.

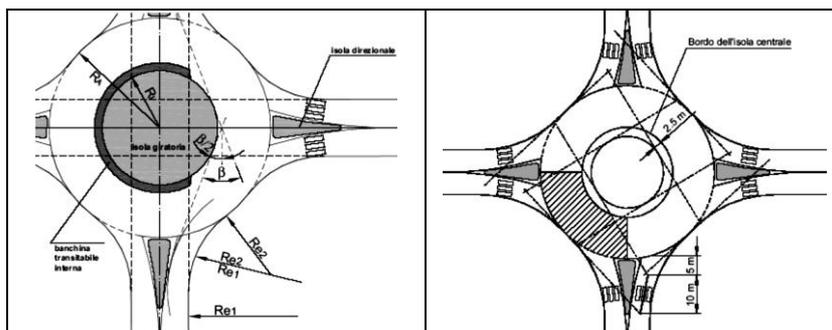


Figura 19. Schemi verifiche previste nel DM 19/04/2006.

Sono state eseguite anche le verifiche di funzionalità, utilizzando il metodo SETRA.

La capacità C di ciascun braccio è funzione decrescente del traffico di disturbo  $Q_d$  che ne ostacola l'ingresso, mentre aumenta in funzione della larghezza della corsia di entrata ENT.

Essa è espressa mediante la seguente relazione:

$$C_i = (1330 - 0.70Q_d)[1 + 0.1(ENT - 3.5)]$$

dove:

$C_i$  = capacità di un braccio di ingresso [veic.equiv./h];

ENT = larghezza della corsia in entrata, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza";

$Q_d$  rappresenta il traffico di disturbo [veic/h], calcolabile con la seguente espressione:

$$Q_d = (Q_c + 2/3 Q'_u)[1 - 0.085(ANN - 8)]$$

in cui:

$Q_c$  = traffico circolante, ovvero flusso che percorre l'anello all'altezza dell'immissione [veic.equiv./h];

ANN = larghezza dell'anello [m];

$Q'_u$  è il traffico uscente equivalente [veic/h], espresso mediante la seguente formula:

$$Q'_u = Q_u \frac{(15 - SEP)}{15}$$

$Q_u$  = traffico uscente [veic.equiv./h]

SEP = larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio [m]

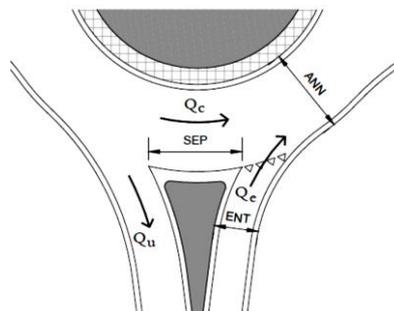


Figura 20. Metodo SETRA - Caratteristiche geometriche e di traffico di una rotonda.

Sia la capacità che i flussi devono essere misurati in veicoli equivalenti per ora ( $V_{eq}$ ). Nei calcoli il coefficiente di equivalenza tra veicoli lenti e veicoli pesanti è stato posto pari a  $n = 2.5$ .

Il giudizio sulla funzionalità è espresso mediante valutazioni su:

- 1) **Riserva di capacità** del singolo ramo ottenuta in base alla relazione  $R_c (\%) = (C_i - Q_i/C_i) \times 100$ , con cui, con riferimento alla seguente tabella, si valuta la condizione d'esercizio di ciascun ramo della rotonda:

RISERVA DI CAPACITA'	CONDIZIONE DI ESERCIZIO
$R_c > 30\%$	Fluida
$15\% \leq R_c \leq 30\%$	Soddisfacente
$0\% < R_c \leq 15\%$	Aleatoria
$R_c \leq 0\%$	Critica

- 2) **Capacità pratica**, ossia quel valore di portata confluyente nel ramo tale per cui  $Q_i \leq C_i - 150$ . Un ulteriore riscontro circa la capacità pratica si effettua verificando che il valore di portata confluyente nel ramo sia tale per cui risulti  $Q_i \leq 0.80 \times C_i$ ;
- 3) **Livello di Servizio**, calcolato attingendo dalle indicazioni dell'Highway Capacity Manual circa la funzionalità delle intersezioni non semaforizzate. La sua valutazione per un braccio di rotatoria, infatti, è analoga a quella utilizzata per lo studio di una generica intersezione a raso, considerando il tempo medio di attesa  $d$  dei veicoli alle immissioni ed il 95° percentile della lunghezza della coda. La formulazione dei due parametri è la seguente:

$$d = \frac{3600}{C_i} + 900T \left[ (x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{3600x}{450C_iT}} \right] + 5$$

$d$  = ritardo medio di fermata per un braccio (sec/veic);

$C_i$  = capacità del ramo (veic/h);

$x = Q_i/C_i$  = grado di saturazione del ramo;

$T$  = periodo di analisi (h) [ $T=0.25$  per un periodo di 15 minuti]

La lunghezza della coda si calcola mediante il parametro  $Q_{95}$ , che rappresenta il numero massimo di veicoli accodati che non è superato nel 95% della durata complessiva del periodo d'analisi. Per il calcolo si utilizzerà la relazione seguente:

$$Q_{95} = 900T \left[ (x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{3600x}{150C_iT}} \right] \frac{C_i}{3600}$$

$Q_{95}$  rappresenta la coda mentre gli altri fattori sono già noti. La sua lunghezza è ottenibile moltiplicando detto percentile per la dimensione media delle autovetture (6.00 m.).

Nella tabella seguente sono infine riportati i Livelli di Servizio di riferimento:

LOS	RITARDO MEDIO PER VEICOLO (sec/veic)
A	$\leq 10$
B	$10 \div 15$
C	$15 \div 25$
D	$25 \div 35$
E	$35 \div 50$
F	$> 50$

## 7.2 SVINCOLO SV01 - Bagheria

Il tratto di progetto iniziale è interconnesso alla viabilità esistente Strada Statale 113 mediante un'intersezione a rotatoria (rotatoria Bagheria).

È stato possibile prevedere questa tipologia d'intersezione poiché in essa confluiscono viabilità coerenti con l'organizzazione delle reti stradali e delle intersezioni ammesse di cui al DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.



Nella figura seguente è riportata la verifica di deflessione eseguita in base al criterio sopra delineato, da cui si deduce che i raggi sono tutti sensibilmente inferiori ai 100 m. limite, garantendo quindi la bassa velocità all'interno della rotatoria.

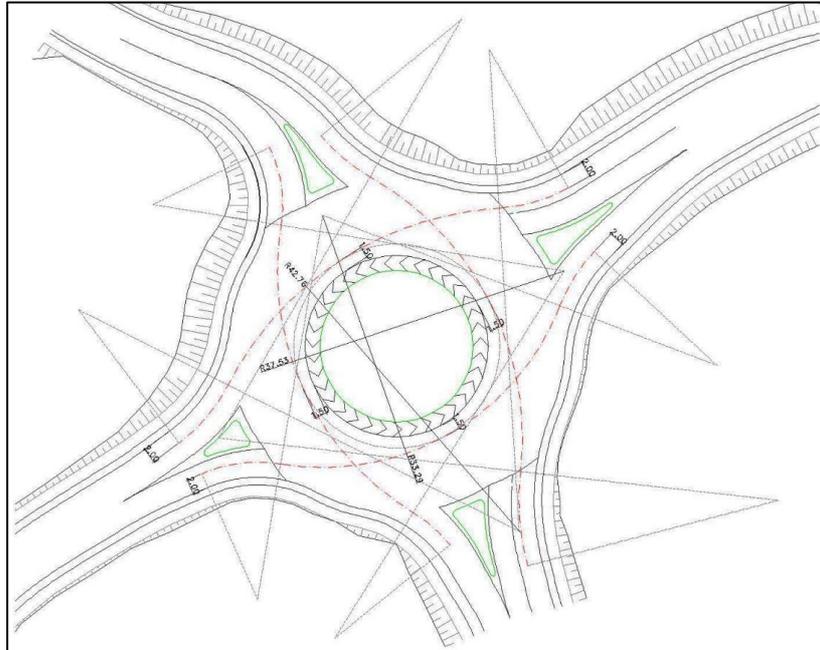


Figura 22. Svincolo SV01 – Bagheria – Verifica deflessione traiettorie

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

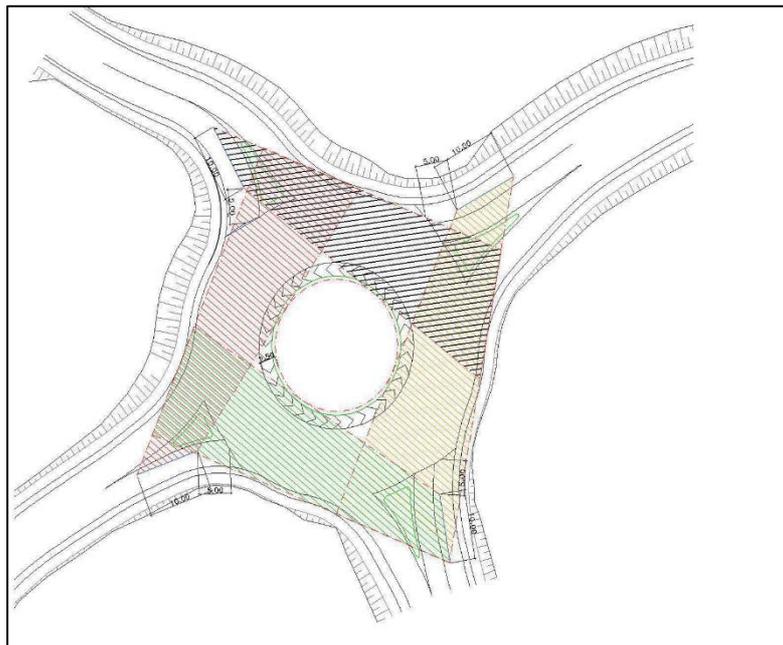
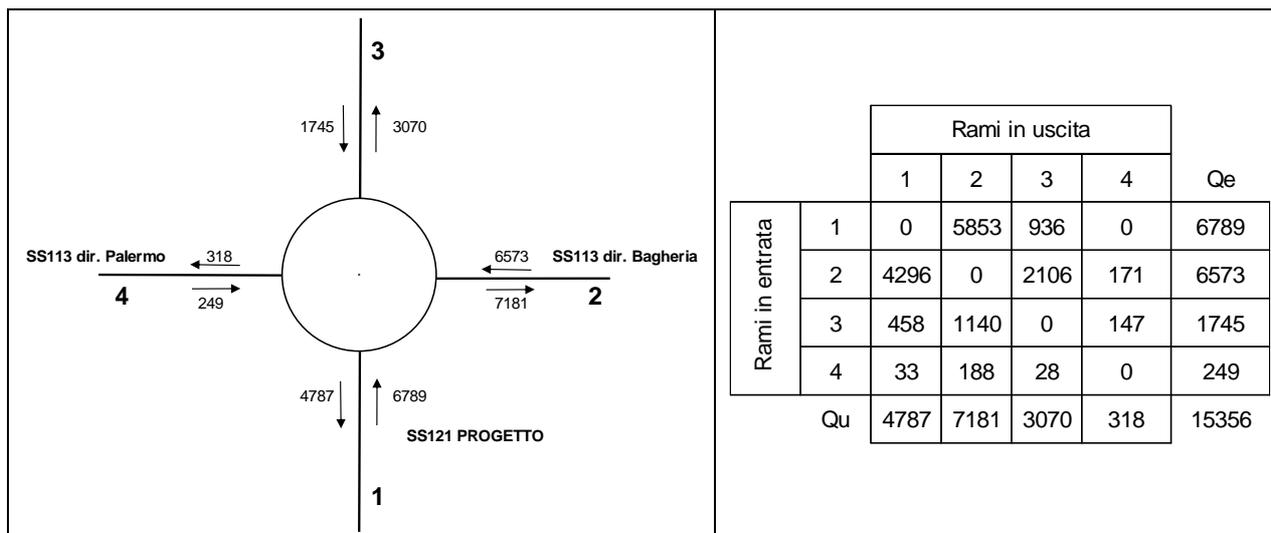


Figura 23. Svincolo SV01 – Bagheria – Verifica visibilità a sinistra

### 7.2.1.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico, prendendo a riferimento lo scenario di progetto all'apertura della nuova viabilità (2027).

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotonda e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente (n=4.5).



Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie nell'ora di punta mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

I coefficienti, scelti in modo cautelativo, sono: K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D, espressa in veic.equiv/ora (n = 4.5) è la seguente:

Matrice O/D transiti						
		Rami in uscita				Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	4	
Rami in entrata	1	0 eph	689 eph	110 eph	0 eph	799 eph
	2	505 eph	0 eph	248 eph	20 eph	773 eph
	3	54 eph	134 eph	0 eph	17 eph	205 eph
	4	4 eph	22 eph	3 eph	0 eph	29 eph
Q <sub>u,i</sub>		563 eph	845 eph	361 eph	37 eph	1,806 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

ANN 1 <b>9.00 m</b>	ANN 2 9.00 m	ANN 3 9.00 m	ANN 4 9.00 m
0.915	0.915	0.915	0.915
ENT 1 <b>6.00 m</b>	ENT 2 <b>6.00 m</b>	ENT 3 <b>3.50 m</b>	ENT 4 <b>3.50 m</b>
1.250	1.250	1.000	1.000
SEP 1 <b>7.20 m</b>	SEP 2 <b>7.00 m</b>	SEP 3 <b>6.20 m</b>	SEP 4 <b>6.60 m</b>
0.520	0.533	0.587	0.560

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

### Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Qe	799 eph	773 eph	205 eph	29 eph
Qu	563 eph	845 eph	361 eph	37 eph
Qc	159 eph	113 eph	525 eph	693 eph
Qd	324 eph	378 eph	610 eph	647 eph
<b>C</b>	<b>1,379 eph</b>	<b>1,331 eph</b>	<b>903 eph</b>	<b>877 eph</b>
R <sub>C</sub> (%)	42%	42%	77%	97%
R <sub>C</sub>	580 eph	558 eph	698 eph	848 eph

Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida	Fluida
-------------------------	--------	--------	--------	--------

### Capacità pratica

Ramo	Capacità Pratica		Flussi in ingresso	Verifica capacità pratica			
	(C-150)	(0.80xC)		C-150 > Qe		0.80C > Qe	
<b>1</b>	<b>1,229 eph</b>	<b>1,103 eph</b>	<b>799 eph</b>	<b>430 eph</b>	verificata	<b>304 eph</b>	verificata
<b>2</b>	<b>1,181 eph</b>	<b>1,065 eph</b>	<b>773 eph</b>	<b>408 eph</b>	verificata	<b>292 eph</b>	verificata
<b>3</b>	<b>753 eph</b>	<b>723 eph</b>	<b>205 eph</b>	<b>548 eph</b>	verificata	<b>518 eph</b>	verificata
<b>4</b>	<b>727 eph</b>	<b>702 eph</b>	<b>29 eph</b>	<b>698 eph</b>	verificata	<b>673 eph</b>	verificata

### Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Ci (veic/h)	1,379 eph	1,331 eph	903 eph	877 eph
Qe,i (veic/h)	799 eph	773 eph	205 eph	29 eph
x	0.58	0.58	0.23	0.03
T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
d (sec)	9.04	9.28	6.29	4.41
LoS	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
Q <sub>95</sub>	3.92	3.93	0.87	0.10
L coda m.)	23.50	23.50	5.20	0.60

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

### 7.3 SVINCOLO SV02 A19 – SS121

#### 7.3.1 Descrizione

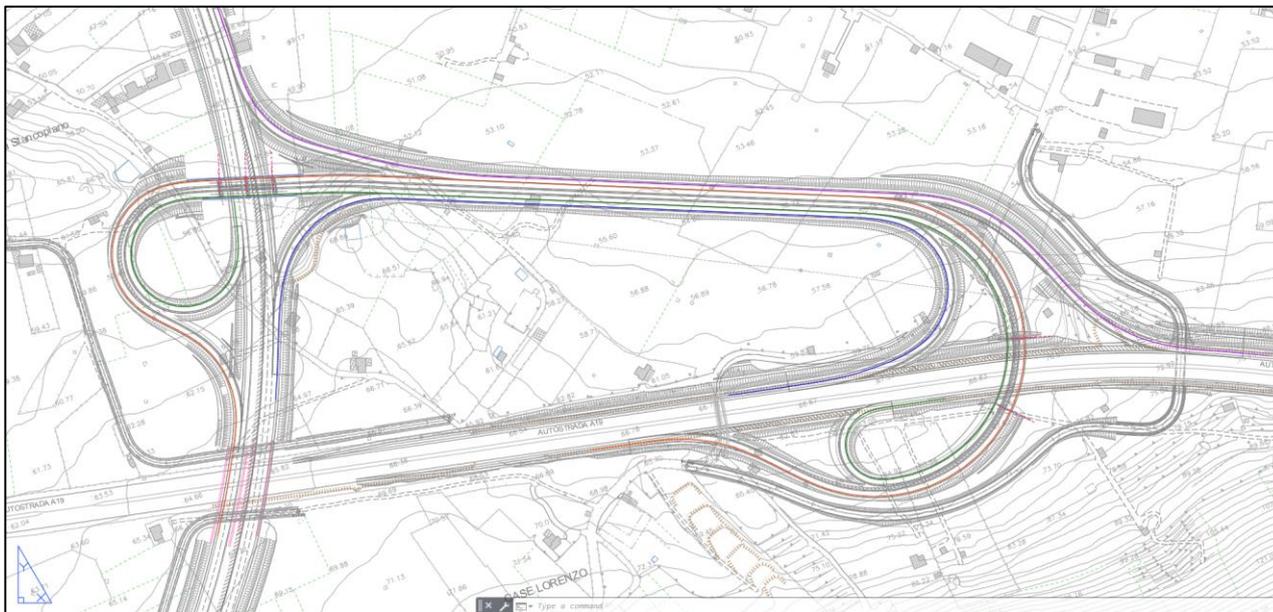


Figura 24. Svincolo A19-SS121 – Inquadramento.

L'intervento prevede un nuovo svincolo con la Autostrada A19: il nuovo svincolo tra la A19 e la SS121 si colloca in posizione circa baricentrica tra gli esistenti svincoli di Bagheria e Villabate.

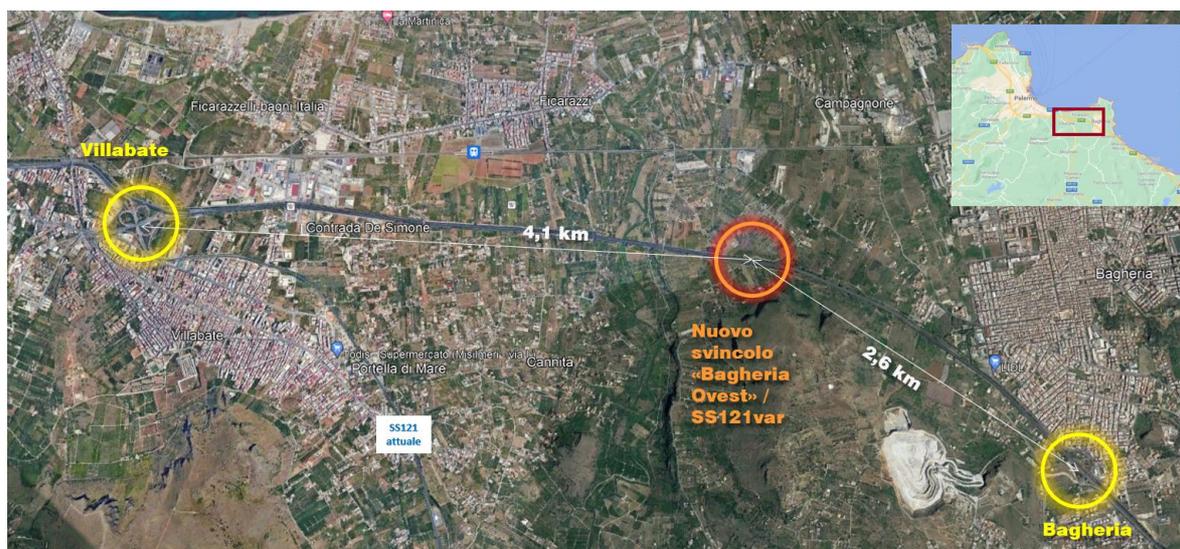


Figura 25: Svincolo A19-SS121 – Distanze da altri svincoli

Lo svincolo con la A19 ha una conformazione che discende da diversi vincoli territoriali presenti, i quali in particolare non hanno consentito di ottenere una configurazione "compatta".

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<i>Relazione tecnica stradale</i>	

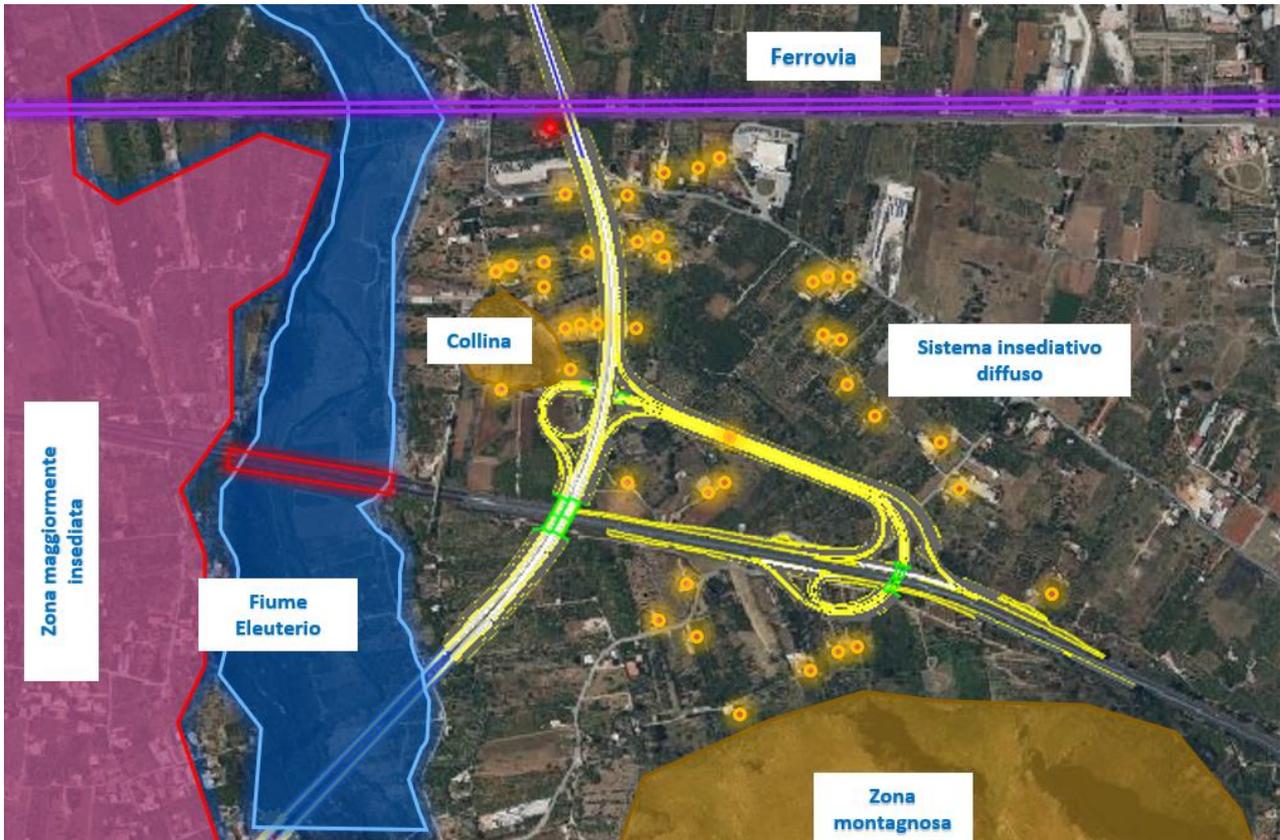


Figura 26: Condizionamenti progettuali nell'area.

Come si evince dal diagramma soprastante, la sponda sinistra dell'Eleuterio è caratterizzata da una urbanizzazione molto più densa della sinistra, e per tale motivo è stata esclusa. Il fiume stesso, con un alveo molto largo e molto inciso, rappresenta un fortissimo vincolo, in quanto preclude soluzioni di layout che prevedano rampe poste ad Ovest della nuova SS121.

Si deve inoltre considerare la presenza della vicina ferrovia, i condizionamenti morfologici, in particolare la prossimità di un elevato rilievo montagnoso e alcune collinette.



Figura 27. Zona montagnosa a Sud della A19 (sinistra); ponte A19 su fiume Eleuterio (destra).

Da ultimo, la zona è diffusamente edificata, e sono pertanto da prediligere soluzioni che minimizzino gli impatti sull'edificato.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

La scelta si è orientata dunque su un layout – peraltro molto comune per le autostrade, soprattutto se con casello di pagamento - costituito da due semisvincoli a trombetta collegati da un ramo di scambio.

Questo layout ha consentito di ubicare i due semisvincoli con una certa libertà nelle zone più favorevoli in base ai vincoli, massimizzando al contempo la funzionalità, in modo particolare del tratto di scambio.

Come meglio trattato nel seguito, i percorsi tra la SS121 e la A19 avvengono tutti con itinerari indiretti.

Il tracciamento delle rampe – anche per indicare questo aspetto – è stato effettuato in modo continuo, senza interrompersi in corrispondenza della zona di scambio.

Ogni “rampa” è costituita quindi – anche nella sua nomenclatura - da due “manovre” separate da un tratto di scambio.

Si veda la figura a pagina seguente per uno schema della nomenclatura delle manovre e delle rampe.

Ad esempio, la rampa “A\_NU-B\_EE” indica le manovre del Semisvincolo **A\_Nord Uscita** -> Semisvincolo **B\_Est Entrata**.

- Le rampe **A\_NU-B\_EE** e **A\_SU-B\_WE** consentono le manovre di uscita dalla A19, dalla carreggiata Nord (A\_NU) e Sud (A\_SU) , e attraverso il ramo di scambio portano alle manovre di entrata verso Ficarazzi (B\_EE) e Agrigento (B\_WE).
- Le rampe **B\_WU-A\_SE** e **B\_EU-A\_NE** consentono le manovre di uscita dalla SS121, dalla carreggiata Ovest (B\_WU) e Est (B\_EU) , e attraverso il ramo di scambio portano alle manovre di entrata in A19 verso Catania (A\_SE) e Palermo (A\_NE).

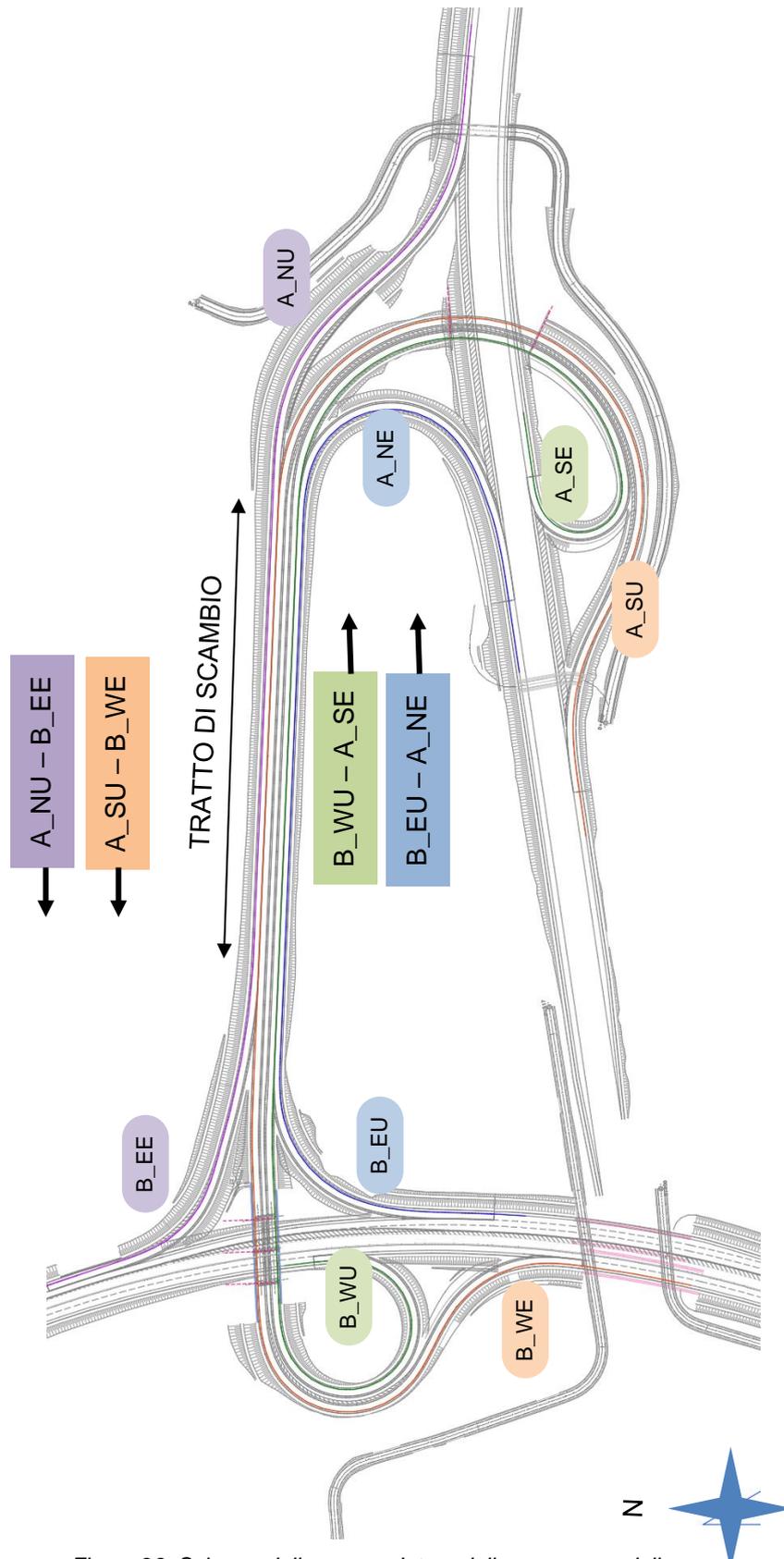


Figura 28. Schema della nomenclatura delle manovre e delle rampe.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.3.1.1 Allaccio su A19

Lungo la A19 sono state previste corsie specializzate di uscita parallele (diversione) e di entrata (immissione). Le corsie della A19 sono state previste coerenti con una strada di tipo B per uniformarsi alla sezione tipo esistente ed in particolare alla larghezza delle banchine esistenti. Per il dimensionamento (geometrico, cinematico e funzionale) si veda il relativo paragrafo.

### 7.3.1.2 Allaccio su SS121

La sezione della SS121 effettua il passaggio dalla categoria B a 4 corsie alla categoria C1 a 2 corsie in corrispondenza dello svincolo.

Provenendo da Sud (Bolognetta, Agrigento), alle due corsie per senso di marcia si aggiunge la corsia di decelerazione (B\_EU). Una volta staccata la rampa, si effettua la transizione tra doppia e singola corsia, restringendo gradualmente la corsia di sorpasso. La sezione assume una carreggiata con corsia da 3.75 m, e banchine da 1.75 m in dx e 0,50 in sx, per complessivi 6,00m.

Su tale corsia si immette la corsia di immissione (B\_EE), al cui termine la sezione torna a singola corsia, prima della transizione che elimina lo spartitraffico fino ad avere la sezione tipo C1.

Provenendo da Nord (Ficarazzi), terminata la transizione per passare da sezione tipo C1 a sezione con carreggiate separate da spartitraffico, si aggiunge la corsia di decelerazione (B\_WU); dopo lo stacco della rampa la sezione mantiene la carreggiata con corsia da 3.75 m, e banchine da 1.75 m in dx e 0,50 in sx, per complessivi 6,00m.

A tale corsia si affianca l'immissione (B\_WE), che diventa la corsia di marcia della sezione Tipo B; non è difatti presente corsia di accelerazione.

### 7.3.2 Velocità di progetto e geometria degli elementi modulari delle rampe

Lo svincolo nel suo complesso si configura, quanto a organizzazione della rete, come intersezione di tipo 1 (fig. 3 del DM 19/04/2006). Va segnalato che la A19, sebbene sia categorizzata come Autostrada, ha una sezione assimilabile ad una Tipo B, ed un limite di velocità nella zona dello svincolo di 80 km/h.

Lo svincolo nel suo complesso è costituito da due "semi-svincoli" a trombetta, collegati da un ramo di scambio. Questo comporta che i percorsi tra la SS121 e la A19 avvengono tutti con itinerari indiretti.

Il tracciamento delle rampe – anche per indicare questo aspetto – è stato effettuato in modo continuo, senza interrompersi in corrispondenza della zona di scambio.

Ogni "rampa" è costituita quindi – anche nella sua nomenclatura - da due "manovre" separate da un tratto di scambio. Ad esempio, la rampa "A\_NU-B\_EE" indica le manovre del Semisvincolo **A Uscita Nord** -> Semisvincolo **B Entrata Est**.

Il semisvincolo "A" presenta quattro manovre di ingresso/uscita da una autostrada; pertanto, si utilizza la parte sinistra della tabella precedente, e le manovre avranno i seguenti intervalli di velocità:

1. A\_NU = 40-70 km/h
2. A\_SU = 40-70 km/h
3. A\_NE = 30-70 km/h

4. A\_SE = 30-70 km/h

Il semisvincolo "B" presenta quattro manovre, due manovre di ingresso/uscita da una strada tipo B, e due manovre di ingresso/uscita da una strada tipo C, pertanto si utilizzano rispettivamente la parte sinistra e destra della tabella precedente, e le manovre avranno i seguenti intervalli di velocità:

1. B\_EU (da tipo B) = 40-70 km/h
2. B\_WE (verso tipo B) = 30-70 km/h
- 
3. B\_WU (da tipo C) = 40-60 km/h
4. B\_EE (verso tipo C) = 30-60 km/h

Il tratto di scambio rappresenta una discontinuità, la cui velocità di progetto dipende da fattori funzionali che sono descritti nel relativo paragrafo.

Il tracciato planimetrico delle rampe è costituito da rettili e archi di cerchio, raccordati da clotoidi di opportuno parametro A. Quest'ultimo è stato calcolato tenendo conto solo della limitazione del contraccolpo, data la prevalenza di piccoli raggi, per i quali detto parametro diventa dimensionante. In taluni casi, quando il parametro A calcolato in funzione del contraccolpo è risultato > del raggio R della curva, è stato imposto  $A = R$ .

Il profilo altimetrico delle rampe ha tenuto conto dei vincoli di complanarità derivanti dalla riconnessione con l'asse principale. Le pendenze longitudinali hanno valori costantemente inferiori ai massimi consentiti dal D.M. 19-04-2006, mentre le livellette sono state raccordate mediante archi di cerchio mai inferiori ai minimi di cui alla tabella precedente.

### 7.3.3 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di svincolo, sono state previste corsie specializzate di uscita parallele (diversione) e di entrata (immissione).

Le corsie della A19 sono state previste coerenti con una strada di tipo B per uniformarsi alla sezione tipo esistente ed in particolare alla larghezza delle banchine esistenti.

#### 7.3.3.1 Corsie di uscita

Nella tabella seguente è riportato il dimensionamento geometrico-cinematico delle quattro corsie d'uscita previste nell'ambito dello svincolo:

Rampa	Tipo strada in uscita	V <sub>pi</sub>	V <sub>R</sub>	a	L <sub>DU</sub>	L <sub>MU</sub> (ago)	L <sub>2</sub> (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec <sup>2</sup>	m	m	m
A_NU	A	<b>120</b>	<b>60.00</b>	3.00	139	<b>90</b>	<b>94.00</b>
A_SU	A	<b>120</b>	<b>60.00</b>	3.00	139	<b>90</b>	<b>94.00</b>
B_EU	B	<b>120</b>	<b>50.00</b>	3.00	153	<b>90</b>	<b>108.00</b>
B_WU	C	<b>100</b>	<b>38.00</b>	2.00	165	<b>75</b>	<b>128.00</b>

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.3.3.2 Corsie d'immissione

Le corsie d'immissione sono state dimensionate utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

#### 7.3.3.2.1 Calcolo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico illustrato al paragrafo 7.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente, in cui:

$L_{clot}$  = lunghezza della clotoide che precede il tratto parallelo (m);

$V_f$  = velocità di progetto del tratto su cui la corsia si immette (km/h);

$L_{a,e}$  = lunghezza totale del tratto di accelerazione (m);

$L_{parall}$  = lunghezza del tratto di accelerazione parallelo (m);

$Q_{AB}$  = portata oraria totale immediatamente a monte della corsia di immissione (veic/h);

$Q_1$  = portata oraria in corrispondenza della corsia num. 1 (veic/h);

$L_{i,e}$  = lunghezza del tratto di immissione (m);

$L_{v,e}$  = lunghezza dell'ago (m);

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

RAMPA	$v_R$	$L_{clot}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall}$ + $L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
A_SE	55.00	64.50	<b>120</b>	239.00	175.00	1616	60%	<b>970</b>	72.00	<b>247.00</b>	<b>75</b>	<b>322</b>
A_NE	43.00	64.50	<b>120</b>	284.00	220.00	1408	60%	<b>845</b>	39.00	<b>259.00</b>	<b>75</b>	<b>334</b>
B_EE	48.00	64.50	<b>100</b>	158.00	94.00	243	100%	<b>243</b>	0.00	<b>94.00</b>	<b>75</b>	<b>169</b>

#### 7.3.3.2.2 Calcolo con il metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, tutte le indicazioni di letteratura indicano come accettabile un percentile minimo > 70-80%.

Le portate orarie  $q$  in corrispondenza della corsia num. 1 dell'asse principale immediatamente a monte delle corsie di immissione, necessarie per le successive valutazioni, sono riportate nella tabella seguente:

Rampa	Portata oraria $q$
	veic/sec
A_SE	0.269
A_NE	0.235
B_EE	0.067

Negli schemi in basso sono riportati i prospetti con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, da cui si evince che, in base alle ipotesi fatte circa il traffico che percorre la corsia n. 1, affinché si ottenga una probabilità > 80% che  $t \geq T$  sono necessari:

- Rampa A\_SE: 7 eventi;
- Rampa A\_NE: 5 eventi;

- Rampa B\_EE: 2 eventi.

Distribuzione di Erlang				K = 3	A_SE
r	F(r)	P(r)	L		
1	77.167%	22.833%	105.96		
2	59.548%	40.452%	78.14		
3	45.951%	54.049%	156.29		
4	35.459%	64.541%	234.43		
5	27.363%	72.637%	312.58		
6	21.115%	78.885%	390.72		
7	16.294%	83.706%	468.87	80%	<b>409</b>
8	12.574%	87.426%	547.01		
9	9.703%	90.297%	625.15		
10	7.487%	92.513%	703.30		

Distribuzione di Erlang				K = 3	A_NE
r	F(r)	P(r)	L		
1	69.157%	30.843%	106.27		
2	47.826%	52.174%	89.35		
3	33.075%	66.925%	178.70		
4	22.874%	77.126%	268.05		
5	15.819%	84.181%	357.40	80%	<b>304</b>
6	10.940%	89.060%	446.75		
7	7.565%	92.435%	536.09		
8	5.232%	94.768%	625.44		
9	3.618%	96.382%	714.79		
10	2.502%	97.498%	804.14		

Distribuzione di Erlang				K = 1	B_EE
r	F(r)	P(r)	L		
1	21.374%	78.626%	70.76		
2	4.569%	95.431%	294.24	80%	<b>89</b>
3	0.976%	99.024%	588.48		
4	0.209%	99.791%	882.72		
5	0.045%	99.955%	1176.95		
6	0.010%	99.990%	1471.19		
7	0.002%	99.998%	1765.43		
8	0.000%	100.000%	2059.67		
9	0.000%	100.000%	2353.91		
10	0.000%	100.000%	2648.15		

### 7.3.3.2.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume la lunghezza totale del tratto parallelo, come risulta dalla tabella seguente:

RAMPA	L <sub>parall</sub>	L <sub>v,e</sub>	L <sub>TOT</sub>
	m	m	m
A_SE	409.00	75.00	484.00
A_NE	304.00	75.00	379.00
B_EE	94.00	75.00	169.00



SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

La lunghezza del tratto percorso a velocità costante ( $L_{scambio}$ ) si ottiene detraendo dalla lunghezza complessiva del tratto parallelo  $L_{TOT}$ , le lunghezze necessarie per uniformare la velocità dei veicoli in ingresso alla velocità operativa del tronco di scambio:

- $L_{acc}$ , che corrisponde alla maggiore tra le lunghezze necessarie ai veicoli che scambiano (o non scambiano) per accelerare, passando dalla velocità di uscita dalla curva di transizione  $L_{c1}$  ( $v_{entrata}$ ) alla velocità  $v_s$  (velocità media nello spazio delle correnti che scambiano) o  $v_{ns}$  (velocità media nello spazio delle correnti che non scambiano);
- $L_{decel}$ , che corrisponde alla lunghezza necessaria ai veicoli che non scambiano per decelerare passando dalla velocità  $v_{ns}$  (velocità media nello spazio delle correnti che non scambiano) alla velocità di approccio alla curva di transizione  $L_{c2}$  ( $v_{uscita}$ );

Nel caso in esame (diversamente da quanto avviene nel caso di zone di scambio in fregio ad assi stradali per i quali la velocità operativa è molto maggiore della velocità delle rampe in ingresso ed in uscita), si deve tenere conto che la velocità sulle due rampe che scambiano è sostanzialmente la medesima.

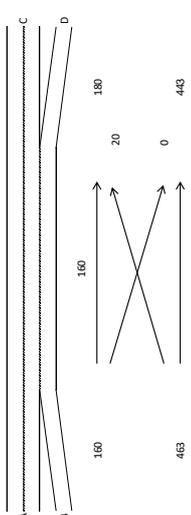
La definizione ed il metodo di calcolo rimangono i medesimi, salvo che i tratti sopra detti non sono necessariamente di accelerazione e decelerazione ma, più genericamente, di uniformazione della velocità di ingresso alla velocità operativa. Le differenze di velocità tra i flussi sono sempre molto modeste, e questo si traduce tratti di accelerazione/decelerazione estremamente limitati, a vantaggio della lunghezza della zona di scambio effettiva.

Nel ribadire che il calcolo della lunghezza del tratto di scambio è un procedimento iterativo, (le velocità medie nello spazio sono influenzate dalle variazioni di  $L_{scambio}$  tramite i fattori di scambio  $W_s$  e  $W_{n,s}$ ) nei prospetti seguenti sono riportati i calcoli eseguiti con la procedura di verifica dei Livelli di Servizio per ognuna delle due zone di scambio.

Zona di scambio NORD

ARCO 6-7 (NORD)		Dati di ingresso		Velocità operativa, $S_{op} = 64$ km/h		Numero corsie scambio <b>2</b>		Lunghezza tronco scambio <b>190,00</b> m		Pianeggiante		Tipo B <input type="checkbox"/>		Tipo C <input type="checkbox"/>																									
		Terreno $E_f$ Tipo di scambio <input checked="" type="checkbox"/> Tipo A <input type="checkbox"/> Tipo B <input type="checkbox"/> Tipo C <input type="checkbox"/>		Rapporto volumi, $V/R = \frac{V_{V_1}}{V_{V_2}}$ Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{V_2}}{V_{V_1}}$		Rapporto volumi scambio, $R = \frac{V_{V_2}}{V_{V_1}}$																																	
<b>Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base</b>																																							
AADT (veh/giorno)	K	D	V (veh/h)	PHF	% HV	fHV	fp	$V = \frac{V_{PHF} \cdot f_{HV} \cdot f_p}{(HCM2000 \text{ Eq. 25-1})}$																															
$V_{01}$			31	0,85	3,0%	0,985	0,90	41																															
$V_{02}$			180	0,85	3,0%	0,985	0,90	239																															
$V_{W1}$			290	0,85	3,0%	0,985	0,90	385																															
$V_{W2}$			0	0,85	3,0%	0,985	0,90	0																															
$V_w$								385																															
$V_{nw}$								280																															
$V$								665																															
<b>Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Non vincolato</th> <th colspan="2">Vincolato</th> </tr> <tr> <th>Scambio (l=sw)</th> <th>Non scambio (l=sw)</th> <th>Scambio (l=sw)</th> <th>Non scambio (l=sw)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a (Exhibit 24-6)</td> <td>0,15</td> <td>0,0085</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>b (Exhibit 24-6)</td> <td>2,20</td> <td>4,00</td> <td>2,20</td> </tr> <tr> <td>c (Exhibit 24-6)</td> <td>0,97</td> <td>1,30</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>d (Exhibit 24-6)</td> <td>0,80</td> <td>0,75</td> <td>0,80</td> </tr> </tbody> </table>																Non vincolato		Vincolato		Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)	Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)	a (Exhibit 24-6)	0,15	0,0085	0,35	b (Exhibit 24-6)	2,20	4,00	2,20	c (Exhibit 24-6)	0,97	1,30	0,97	d (Exhibit 24-6)	0,80	0,75	0,80
Non vincolato		Vincolato																																					
Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)	Scambio (l=sw)	Non scambio (l=sw)																																				
a (Exhibit 24-6)	0,15	0,0085	0,35																																				
b (Exhibit 24-6)	2,20	4,00	2,20																																				
c (Exhibit 24-6)	0,97	1,30	0,97																																				
d (Exhibit 24-6)	0,80	0,75	0,80																																				
Fattore intensità di scambio, $W_i$ $W_i = \frac{a(1+V_1)^{0,75} V_1^{0,75}}{(3,2808)^4}$																																							
Velocità scambio e non scambio, $S_i$ (km/h) $S_i = 24 + \frac{S_{lim} - 16}{1 + W_i}$																																							
Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, $N_w$ (Exhibit 24-7) Massimo numero di corsie, $N_w$ (max) <input checked="" type="checkbox"/> se $N_w > N_w(max)$ Gestione del flusso vincolata <input type="checkbox"/> se $N_w > N_w(max)$																																							
<b>Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità</b>																																							
Velocità lungo il tronco di scambio, $S_i$ (km/h) $S_i = \frac{V}{\left(\frac{L_0}{S_i} + \frac{V_{lim}}{S_i}\right)}$																																							
Densità lungo il tronco di scambio, $D$ (pc/m/m) $D = \frac{V/N}{S}$																																							
Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)																																							
Capacità per condizioni base, $C_b$ (pc/h) (Exhibit 24-8)																																							
Capacità nei 15 minuti di picco, $C$ (veh/h) $C = C_b * f_{hw} * f_p$																																							
Capacità nell'ora di punta, $C_1$ (veh/h) $C_1 = C(PHF)$																																							

**Zona di scambio SUD**

ARCO 8-9 (SUD)		Dati di ingresso		Dati di uscita		Dati di servizio		Dati di progetto	
<p>Velocità operativa, <math>S_{15}</math> = 59 km/h</p> <p>Numero corsie scambio <b>2</b></p> <p>Lunghezza tronco scambio <b>270.00 m</b></p>		<p>Terreno <math>E_1</math></p> <p>Pianeggiante</p> <p>1.5</p> <p>Tipo A <input type="checkbox"/> Tipo B <input type="checkbox"/> Tipo C <input type="checkbox"/></p>		<p>Rapporto volumi, <math>V/R = \frac{V_{sc}}{V_{nc}}</math> 0.032</p> <p>Rapporto volumi scambio, <math>R = \frac{V_{sc}}{V_{nc}}</math> 0.000</p>		<p>PHF</p> <p>0.85</p>		<p>% HV</p> <p>3.0%</p>	
		<p>AADT (veh/c/giorno)</p> <p>160</p>		<p>V (veh/h)</p> <p>160</p>		<p>PHF</p> <p>0.85</p>		<p>fHV</p> <p>0.985</p>	
<p>Conversione a pc/h in funzione delle condizioni di base</p>		<p>K</p> <p>443</p>		<p>D</p> <p>20</p>		<p>PHF</p> <p>0.85</p>		<p>% HV</p> <p>3.0%</p>	
<p>Velocità dei flussi che scambiano e dei flussi che non scambiano</p>		<p>Scambio (l=vw)</p> <p>0.15</p>		<p>Non vincolato</p> <p>0.0035</p>		<p>Scambio (l=vw)</p> <p>0.35</p>		<p>Vincolato</p> <p>0.0020</p>	
<p>Fattore intensità di scambio, <math>W_i</math></p> <p><math>W_i = \frac{c_i(1+f_i)^{0.5} V_i^2}{(3.280)^2}</math></p>		<p>0.243</p>		<p>0.062</p>		<p>0.568</p>		<p>0.035</p>	
<p>Velocità scambio e non scambio, <math>S_i</math> (km/h)</p> <p><math>S_{i,nc} = 1.6</math></p> <p><math>S_{i,v} = 24 + \frac{S_{i,nc}}{1 + W_i}</math></p>		<p>58.58</p>		<p>64.50</p>		<p>51.43</p>		<p>65.54</p>	
<p>Numero di corsie necessarie per gestione non vincolata dei flussi, <math>N_{w,nc}</math> (Exhibit 24-7)</p> <p>Massimo numero di corsie, <math>N_{w,nc}(max)</math></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> se <math>N_{w,nc}(max)</math> Gestione del flusso non vincolata <input type="checkbox"/> se <math>N_{w,nc}(max)</math> Gestione del flusso vincolata</p>		<p>0.21</p>		<p>1.40</p>		<p>0.22</p>		<p>0.22</p>	
<p>Tronco di scambio: velocità, densità, Livello di Servizio e Capacità</p>		<p>FLUSSO NON VINCOLATO</p>		<p>FLUSSO VINCOLATO</p>		<p>FLUSSO NON VINCOLATO</p>		<p>FLUSSO VINCOLATO</p>	
<p>Velocità lungo il tronco di scambio, <math>S_i</math> (km/h)</p> <p><math>s = \frac{V}{\left(\frac{L_{sc}}{S_{i,nc}}\right) + \left(\frac{L_{sc}}{S_{i,v}}\right)}</math></p>		<p>64.3</p>		<p>65.0</p>		<p>64.3</p>		<p>65.0</p>	
<p>Densità lungo il tronco di scambio, <math>D</math> (pc/m/m)</p> <p><math>D = \frac{V/N}{S}</math></p>		<p>6.43</p>		<p>6.36</p>		<p>6.43</p>		<p>6.36</p>	
<p>Livello di Servizio, LoS (Exhibit 24-2)</p>		<p><b>B</b></p>		<p>B</p>		<p>B</p>		<p>B</p>	
<p>Capacità per condizioni base, <math>c_b</math> (pc/h) (Exhibit 24-8)</p>		<p>5000</p>		<p>4433</p>		<p>5000</p>		<p>4433</p>	
<p>Capacità nei 15 minuti di punta, <math>c</math> (veh/h) <math>c = c_b * f_{hp} * f_p</math></p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>	
<p>Capacità nell'ora di punta, <math>c_1</math> (veh/h) <math>c_1 = c(PHF)</math></p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>		<p>3768</p>	

7.3.4.1.1 Considerazioni

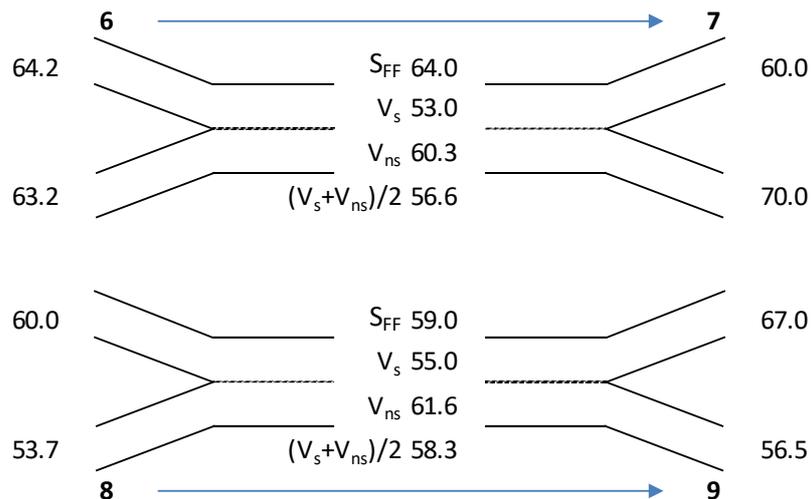
Dai prospetti si evince che il livello di servizio delle due zone di scambio si attesta a LoS **B**.

Inoltre, il flusso è sempre "non vincolato", nel senso che le velocità delle correnti, in scambio e non, sono paragonabili, a tutto vantaggio della funzionalità del nodo.

SS 121 "Catane"se" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Poiché il D.M. 05/11/2001 prescrive che perle strade di tipo A e di tipo B sia LoS B, si può concludere che il Livello di Servizio di entrambe le zone di scambio sia coerente con le indicazioni del DM 19/04/2006 circa la funzionalità delle intersezioni.

Nella figura sottostante si riepilogano i principali parametri di velocità legati al funzionamento dei tronchi di scambio [km/h].



Si evidenzia come:

- Tutti i valori sono molto vicini tra loro;
- le velocità caratteristiche dei flussi di scambio ( $V_s$  e  $V_{ns}$ ) sono comprese nel range 53-61,6 km/h;
- Le differenze di velocità tra i valori in ingresso/uscita dalle rampe ed il tronco di scambio sono molto limitati e danno luogo a tratti a velocità variabile di breve sviluppo.

In generale la geometria delle zone di scambio è tale che tutti i flussi, entranti ed uscenti, di scambio e non di scambio, mantengono la stessa velocità media.

**Al fine quindi di garantire che il funzionamento della zona di scambio avvenga come progettato, si ritiene necessario limitare la  $V_p$  al valore di 60 km/h lungo i rami di scambio.**

<b>SS 121 "Catanese"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.3.4.2 Verifiche cinematiche e di sicurezza per le rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva N.	R	Vc	Clotoide minima (C)		Clotoide min ( $\Delta$ i)		Clotoide max ( $\Delta$ i)		Arco		D <sub>arr</sub>	Larghezza Rampa		Allargam. Visib.
				A <sub>C,min</sub>	A* <sub>C,min</sub>	A <sub>min,Di</sub>	L <sub>min,Di</sub>	A <sub>max,Di</sub>	L <sub>max,Di</sub>	Sviluppo minimo	Valori effettivi		B <sub>corsia</sub>	B <sub>banchina</sub>	
				m	Km/h		m.	m.	m.	m.	m.		m.	m.	
A_NU_B-EE	1	1572	<b>70</b>	102.9	101.0	174.8	19.4	280.4	50.0	48.6	175.0	90.0	3.50	1.00	---
		120	<b>61</b>	78.8	70.0	62.3	32.3	106.8	95.0	42.5	76.0	66.0	4.00	1.00	1.58
	2	120	<b>61</b>	78.8	70.0	62.3	32.3	106.8	95.0	42.5	76.0	79.0	4.00	1.00	3.55
	3	500	<b>60</b>	75.6	66.8	100.6	20.3	174.3	60.8	41.7	109.0	73.0	4.00	1.00	---
	4	65	<b>48</b>	47.9	43.0	40.5	25.2	78.6	95.0	33.2	50.0	61.0	4.00	1.00	4.24
A_SU-B_WE	5	742	<b>60</b>	75.6	71.5	114.3	17.6	197.9	52.8	41.7	124.9	70.0	4.00	1.00	---
	1	120	<b>61</b>	78.8	70.0	62.3	32.3	106.8	95.0	42.5	72.1	72.0	4.00	1.00	2.45
	2	113.5	<b>60</b>	75.2	66.8	59.9	31.6	103.8	95.0	41.5	68.7	68.0	4.00	1.00	2.14
	3	450	<b>70</b>	102.9	92.9	105.2	24.6	168.7	63.3	48.6	105.5	90.0	4.00	1.00	---
	4	53.00	<b>44</b>	39.8	35.8	34.9	23.0	71.0	95.0	30.2	36.0	39.5	4.00	1.00	0.78
B_WU-A_SE	5	70.00	<b>49</b>	50.8	45.6	42.6	26.0	81.5	95.0	34.2	46.0	48.5	4.00	1.00	1.28
	1	728	<b>38</b>	30.3	26.6	27.7	1.1	60.3	5.0	26.4	39.0	33.0	3.50	1.00	---
	2	40.5	<b>38</b>	30.8	27.7	28.6	20.2	62.0	95.0	26.6	39.0	33.0	4.00	1.00	0.48
	3	440.0	<b>60</b>	75.6	65.8	96.8	21.3	167.6	63.8	41.7	105.0	70.0	4.00	1.00	---
	4	101	<b>57</b>	68.5	61.0	55.2	30.1	98.0	95.0	39.7	69.6	64.0	4.00	1.00	2.13
B_EU-A_NE	5	26.5	<b>31</b>	20.4	18.4	20.9	16.5	50.2	95.0	21.7	26.5	26.0	3.50	1.00	0.59
	1	746	<b>70</b>	102.9	98.4	123.6	20.5	198.3	52.7	48.6	125.0	90.0	3.50	1.00	---
	2	72	<b>50</b>	52.3	46.9	43.5	26.3	82.7	95.0	34.7	55.0	48.5	4.00	1.00	1.16
	3	52.0	<b>43</b>	39.1	35.2	34.4	22.8	70.3	95.0	29.9	52.0	39.5	4.00	1.00	0.85
	4	200	<b>70</b>	102.9	90.2	83.3	34.7	133.6	89.3	48.6	103.0	90.0	4.00	1.00	2.09

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV01\_R ed è pari al -6.00%, inferiore comunque al massimo consentito per le rampe in discesa.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi di normativa. Per tutti i raccordi sono verificate le DVL all'arresto, come si evince dal prospetto seguente:

N.	Rampa	pendenze		Tipo raccordo	$\Delta i$	Rv	Lracc m.	$V_R$ Km/h	DVL	Rmin	Verifica
		i1	i2			m				m.	
1	A-NU_B-EE	-0.27%	-2.48%	Convesso	2.21%	<b>3500</b>	77	60	<b>72</b>	1391	OK
2		-2.48%	-2.22%	Concavo	0.26%	<b>4000</b>	10	60	<b>72</b>	-	OK
3		-2.22%	-6.00%	Convesso	3.78%	<b>2800</b>	106	60	<b>75</b>	1509	OK
4		-6.00%	-1.27%	Concavo	4.73%	<b>2000</b>	95	60	<b>75</b>	1555	OK
5		-1.27%	2.03%	Concavo	3.30%	<b>5000</b>	165	60	<b>71</b>	1449	OK
6		2.03%	-6.45%	Convesso	8.48%	<b>1500</b>	127	59	<b>74</b>	1469	OK
7		-6.45%	-1.34%	Concavo	5.11%	<b>1019</b>	52	50	<b>53</b>	983	OK
1	A_SU-B_WE	0.15%	-0.50%	Convesso	0.65%	<b>4000</b>	26	60	<b>70</b>	-	OK
2		-0.50%	-4.36%	Convesso	3.86%	<b>1500</b>	58	60	<b>74</b>	1333	OK
3		-4.36%	-0.49%	Concavo	3.87%	<b>1400</b>	54	59	<b>72</b>	1375	OK
4		-0.49%	-3.82%	Convesso	3.33%	<b>1500</b>	50	60	<b>73</b>	1024	OK
5		-3.82%	-1.27%	Concavo	2.55%	<b>2000</b>	51	60	<b>73</b>	269	OK
6		-1.27%	2.00%	Concavo	3.27%	<b>5000</b>	164	60	<b>71</b>	1449	OK
7		2.00%	0.30%	Convesso	1.70%	<b>2850</b>	48	70	<b>90</b>	-	OK
8		0.30%	-4.30%	Convesso	4.60%	<b>1500</b>	69	50	<b>52</b>	726	OK
9		-4.30%	1.38%	Concavo	5.68%	<b>1000</b>	57	46	<b>46</b>	812	OK
1	B_WU-A_SE	1.33%	5.75%	Concavo	4.42%	<b>1000</b>	44	35	<b>30</b>	440	OK
2		5.75%	0.61%	Convesso	5.14%	<b>1250</b>	64	50	<b>50</b>	671	OK
3		0.61%	-2.01%	Convesso	2.62%	<b>2800</b>	73	50	<b>51</b>	698	OK
4		-2.01%	1.27%	Concavo	3.28%	<b>5000</b>	164	60	<b>20</b>	236	OK
5		1.27%	2.50%	Concavo	1.23%	<b>2000</b>	25	60	<b>69</b>	-	OK
6		2.50%	0.56%	Convesso	1.94%	<b>2000</b>	39	60	<b>70</b>	-	OK
7		0.56%	4.92%	Concavo	4.36%	<b>1300</b>	57	57	<b>64</b>	1235	OK
8		4.92%	1.99%	Convesso	2.93%	<b>2000</b>	59	40	<b>34</b>	310	OK
1	B_EU-A_NE	-1.35%	-0.59%	Concavo	0.76%	<b>3000</b>	23	50	<b>51</b>	-	OK
2		-0.59%	6.00%	Concavo	6.59%	<b>1000</b>	66	50	<b>50</b>	911	OK
3		6.00%	-1.95%	Convesso	7.95%	<b>1000</b>	80	50	<b>51</b>	698	OK
4		-1.95%	1.23%	Concavo	3.18%	<b>4500</b>	143	60	<b>72</b>	1476	OK
4		1.23%	2.20%	Concavo	0.97%	<b>2000</b>	19	60	<b>69</b>	-	OK
5		2.20%	7.00%	Concavo	4.80%	<b>1000</b>	48	45	<b>42</b>	703	OK
6		7.00%	-1.00%	Convesso	8.00%	<b>1500</b>	120	45	<b>43</b>	485	OK
7	-1.00%	-0.20%	Concavo	0.80%	<b>5000</b>	40	60	<b>71</b>	-	OK	

Si rimanda agli allegati grafici per il dettaglio degli elementi geometrici plano-altimetrici delle diverse rampe. Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità.

Le verifiche delle visuali libere sono state condotte mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Civil 3D. È stata messa a confronto la visuale libera disponibile con la distanza di arresto, entrambe calcolate in base al diagramma della velocità: se la visuale libera disponibile è stata insufficiente ad assicurare l'arresto, si è proceduto a un allargamento della carreggiata, in modo da aumentare la visuale libera. Il diagramma delle velocità riportato nelle tavole indicate fa quindi riferimento alla visuale libera e distanza di visibilità determinate a seguito degli allargamenti necessari.

I diagrammi di visibilità riportano i valori della visuale libera, della distanza di visibilità per l'arresto e degli allargamenti resisi necessari. Per ulteriori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

### 7.3.5 Verifica di cambio corsia

#### 7.3.5.1 Uscite da A19

Entrambi i tratti di manovra in uscita dalla A19 risultano visibili ad una distanza  $D > D_c$ , dove  $D_c$  è calcolato considerando una  $V_p$  pari al limite di velocità presente sulla autostrada maggiorato di 10 km/h.  $D_c = 2,6 * 90 = 234m$ .

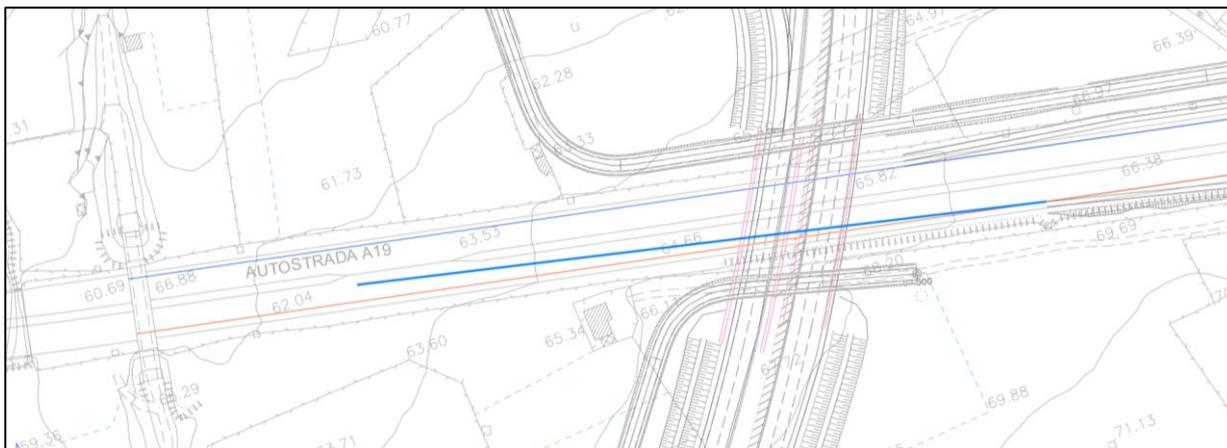


Figura 29: verifica  $D_c$  uscita Sud da A19

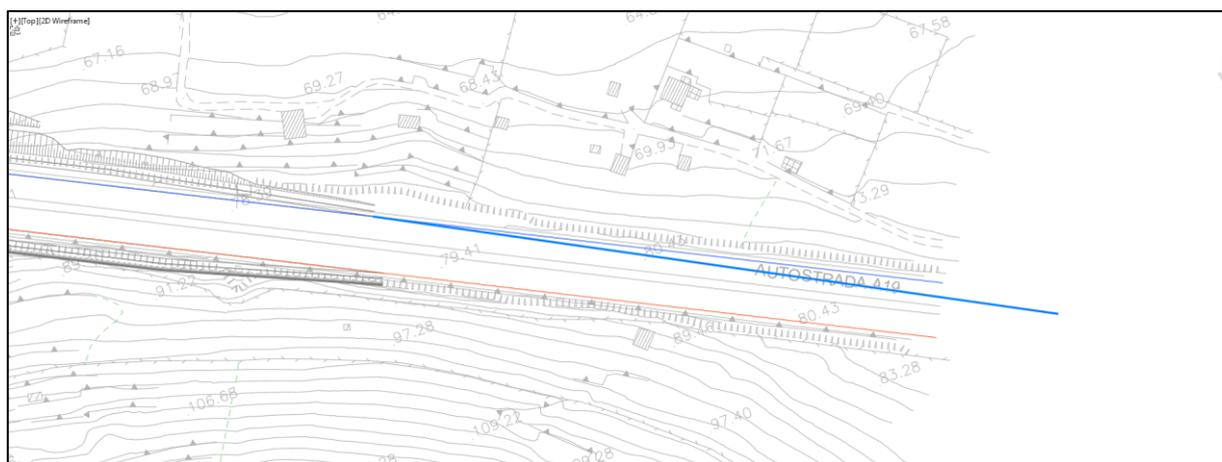


Figura 30: verifica  $D_c$  uscita Nord da A19

#### 7.3.5.2 Uscite da SS 121

La corsia di uscita proveniente da Nord è collocata su un ramo a singola corsia per senso di marcia, pertanto, non si richiede la verifica di cambio corsia.

Per la corsia di uscita proveniente da Sud si è verificato che il tratto di manovra in uscita dalla SS121 risulti visibile ad una distanza  $D > D_c$ , dove  $D_c$  è calcolato considerando una  $V_p$  pari alla  $V_p$  desunta dal diagramma.  $D_c = 2,6 * 120 = 312m$ .



## 7.4 SVINCOLO SV\_03A - MISILMERI NORD

### 7.4.1 Descrizione

Lo **svincolo di Misilmeri Nord** sarà realizzato in corrispondenza della S.P. 121 con l'inserimento di una nuova rotonda. L'allaccio sulla S.S. 121 avverrà in prossimità dello svincolo esistente tra S.S. 121 e S.P. 76. Lo svincolo assolve alla importante funzione di riconnessione con la SS121.

Per favorire i flussi diretti da/per Palermo, tra le varie possibili collocazioni dello svincolo si è optato per una posizione spostata verso Nord. L'allaccio sulla SS121 avviene in prossimità dello svincolo esistente tra SS121 e SP76, consentendo quindi un efficace interscambio tra queste tre infrastrutture viarie.

La complessità morfologica della zona, gli elevati dislivelli tra il nuovo asse e la SS121, e la presenza di un diffuso edificato non hanno tuttavia consentito l'inserimento di tutte le manovre in un unico svincolo.

Per tale motivo, si è scelto di differenziare le manovre da/per Palermo e quelle da/per Agrigento, posizionando i due "semi-svincoli" rispettivamente a Nord e a Sud di Misilmeri.



Figura 32: Svincolo SV\_03A - Misilmeri Nord

### 7.4.1 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di svincolo, sono state previste corsie specializzate di uscita (diversione) e di entrata (immissione).

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

#### 7.4.1.1 Corsie di uscita

Nella tabella seguente è riportato il dimensionamento geometrico-cinematico dell'unica corsia d'uscita prevista (rampa SV03A\_WU). A questo proposito si precisa che, per motivi di spazio e di corretta distanza per il cambio corsia lungo la strada di tipo B, detta corsia d'uscita non è parallela, come normalmente avviene, bensì ad ago e quindi essa è stata tracciata, in coerenza con le indicazioni del DM 19/04/2006, utilizzando una iperclotoide con  $A = 189$  ed  $n = 5$ :

Rampa	Tipo strada in uscita	V <sub>pi</sub>	V <sub>R</sub>	a	L <sub>DU</sub>	L <sub>MU</sub> (ago)	L <sub>MU</sub> +L <sub>DU</sub> (tronco ad ago totale)
		km/h	Km/h	m/sec <sup>2</sup>	m	m	m
SV03A_WU	B	<b>120</b>	<b>54.00</b>	2.00	221	<b>90</b>	<b>311.00</b>

#### 7.4.1.2 Corsie d'immissione

L'unica corsia d'immissione presente (rampa SV03A\_EE) è stata dimensionata utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

La portata oraria in veic.equiv./h  $Q_{AB}$  lungo la tratta immediatamente a monte della corsia specializzata in questione è stata desunta dal TGM, adottando un coefficiente di trasformazione per i veicoli pesanti e quelli leggeri desunto dal medesimo studio di traffico ANAS e, infine, trasformando il flusso veicolare in veicoli equivalenti (capitolo 4), come risulta dalla tabella seguente:

Rampa	TGM		Q <sub>AB</sub>			Arco di riferimento
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	equivalenti	
	veic/g		veic/h		veic.equiv./h	
SV03A_EE	8274	37	670	3	684	arco 22-19 (dir. N)

##### 7.4.1.2.1 Calcolo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico illustrato al paragrafo 7.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente, in cui:

$L_{clot}$  = lunghezza della clotoide che precede il tratto parallelo (m);

$V_f$  = velocità di progetto del tratto su cui la corsia si immette (km/h);

$L_{a,e}$  = lunghezza totale del tratto di accelerazione (m);

$L_{parall}$  = lunghezza del tratto di accelerazione parallelo (m);

$Q_{AB}$  = portata oraria totale immediatamente a monte della corsia di immissione (veic/h);

$Q_1$  = portata oraria in corrispondenza della corsia num. 1 (veic/h);

$L_{i,e}$  = lunghezza del tratto di immissione (m);

$L_{v,e}$  = lunghezza dell'ago (m);

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

RAMPA	$V_R$	$L_{clot}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall}$ + $L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
SV03A_EE	50.00	28.70	<b>120</b>	259.00	230.00	684	60%	<b>410</b>	0.00	<b>230.00</b>	<b>75</b>	<b>305</b>

#### 7.4.1.2.2 Calcolo con il metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, tutte le indicazioni di letteratura indicano come accettabile un percentile minimo > 70-80%.

La portata oraria  $q$  (veic/sec) in corrispondenza della corsia num. 1 dell'asse principale immediatamente a monte della corsia di immissione, necessaria per le successive valutazioni è riportata nella tabella seguente:

Rampa	Portata oraria $q$
	veic/sec
SV03A_EE	0.190

Nello schema seguente è riportato il prospetto con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, da cui si evince, innanzitutto, che è necessario un numero di eventi > 1 affinché si ottenga un'elevata probabilità che  $t \geq T$ . Inoltre si osserva che, per una successione di eventi pari a 2 la probabilità di avere  $t > T$  è del 90 %, cui corrisponde una

Distribuzione di Erlang				<b>K = 2</b>	<b>SV03B_WE</b>
$r$	F(r)	P(r)	L		
1	31.114%	68.886%	105.22		
2	9.681%	90.319%	186.59	80%	<b>147</b>
3	3.012%	96.988%	373.17		
4	0.937%	99.063%	559.76		
5	0.292%	99.708%	746.34		
6	0.091%	99.909%	932.93		
7	0.028%	99.972%	1119.51		
8	0.009%	99.991%	1306.10		
9	0.003%	99.997%	1492.68		
10	0.001%	99.999%	1679.27		

lunghezza totale del tronco parallelo pari a circa 186 m., mentre, per una successione di 1 evento, detta probabilità si attesta al 69 %, per una lunghezza di circa 105 m. Mediante un'interpolazione lineare tra tali valori (sovrastimando così il risultato a favore di sicurezza), alla percentuale del 80% corrisponde quindi una lunghezza totale del tratto parallelo pari a **L = 147 m.**

#### 7.4.1.2.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume la lunghezza totale del tratto parallelo, come risulta dalla tabella seguente:

RAMPA	$L_{parall}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	m	m	m
SV03A_EE	230.00	75.00	305.00

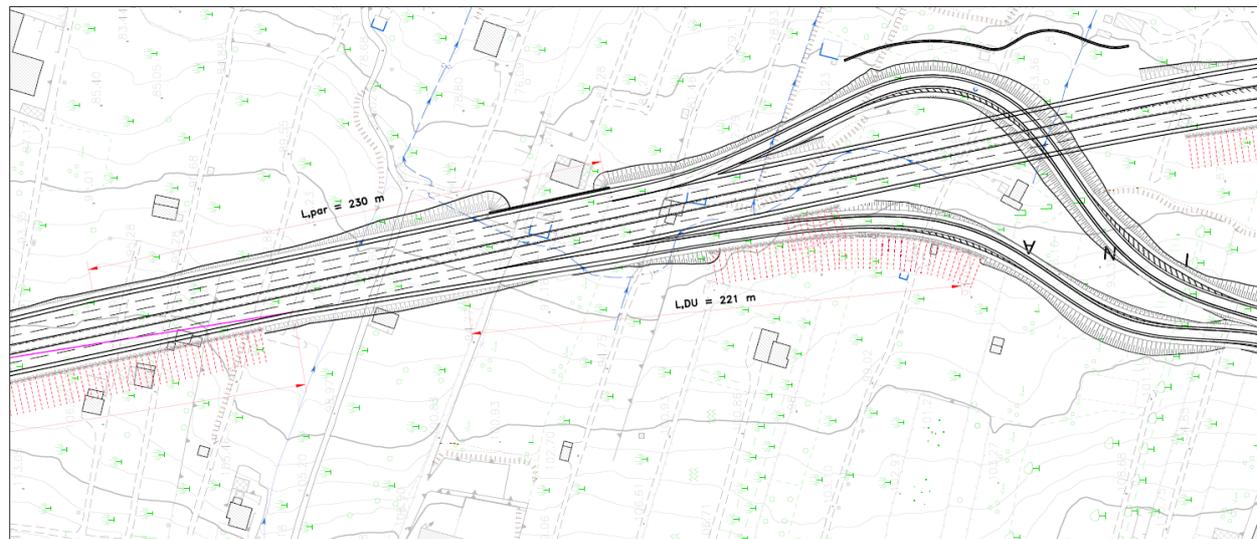


Figura 33: Dimensioni delle corsie specializzate

#### 7.4.2 Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva N.	R	Vc	Clotoide minima (C)		Clotoide min ( $\Delta i$ )		Clotoide max ( $\Delta i$ )		Clotoidi		Arco Sv
				A <sub>C,min</sub>	A* <sub>C,min</sub>	A <sub>min,Di</sub>	L <sub>min,Di</sub>	A <sub>max,Di</sub>	L <sub>max,Di</sub>	entrata	uscita	
				m.	m.		m.	m.	m.	m.	m.	
SV03A_WU	1	90.00	54	61.5	54.8	50.7	28.6	92.5	95.0	0.0	55.8	34.60
	2	70.00	49	50.1	44.9	42.5	25.8	81.5	95.0	46.0	46.0	8.62
	3	65.00	47	47.2	42.3	40.3	25.0	78.6	95.0	43.0	49.0	27.51
		60.00	46	44.2	39.7	38.1	24.2	75.5	95.0	40.8	40.5	25.58
4	35.00	36	26.7	24.0	25.7	18.8	57.7	95.0	26.0	0.0	23.61	
SV03A_EE	1	47.50	41	35.7	32.1	32.1	21.8	67.2	95.0	0.0	33.7	60.72
	2	47.00	41	35.4	31.9	31.9	21.7	66.8	95.0	33.5	33.5	19.02
	3	75.00	50	53.3	47.7	44.6	26.6	84.4	95.0	47.8	48.0	24.54
	4	90.00	54	61.5	54.8	50.7	28.6	92.5	95.0	56.0	60.0	24.29
	5	60.00	46	44.2	39.7	38.1	24.2	75.5	95.0	45.0	45.0	52.00
	6	200.00	60	75.6	67.4	70.7	25.0	122.4	74.9	90.0	76.0	14.29

Nella tabella seguente è riportata l'articolazione delle livellette con i corrispondenti raccordi verticali:

N.	Rampa	pendenze		Tipo raccordo	$\Delta i$	Rv	Lracc	$V_R$	DVL	Rmin	Verifica
		i1	i2			m				m.	
1	SV03A_WU	-4.89%	7.00%	Concavo	11.89%	<b>1400</b>	166	53	<b>59</b>	1138	OK
2		7.00%	5.99%	Convesso	1.01%	<b>2000</b>	20	43	<b>38</b>	-	OK
3		5.99%	2.00%	Convesso	3.99%	<b>500</b>	20	40	<b>34</b>	-	OK
1	SV03A_EE	-1.50%	1.00%	Concavo	2.50%	<b>250</b>	6	30	<b>25</b>	-	OK
2		1.00%	-8.00%	Convesso	9.00%	<b>500</b>	45	40	<b>38</b>	387	OK
3		-8.00%	-4.20%	Concavo	3.80%	<b>1000</b>	38	48	<b>20</b>	236	OK
4		-4.20%	-8.00%	Convesso	3.80%	<b>1500</b>	57	52	<b>59</b>	524	OK
5		-8.00%	-6.13%	Concavo	1.87%	<b>1500</b>	28	53	<b>61</b>	-	OK
6		-6.13%	4.77%	Concavo	10.90%	<b>1250</b>	136	45	<b>46</b>	800	OK

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV03A\_EE ed è pari al -6.00%, in linea con il valore massimo consentito per le rampe in discesa.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

#### 7.4.2.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità.

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

I diagrammi di visibilità riportano i valori della visuale libera, della distanza di visibilità per l'arresto e degli allargamenti resisi necessari. Per ulteriori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

#### 7.4.3 Rotatoria di svincolo SV03A\_RT01

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

#### 7.4.3.1 Verifiche geometriche

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie e risulta che gli angoli di deviazione  $\beta$  sono sempre  $> 45^\circ$ , come si può evincere dallo schema seguente:

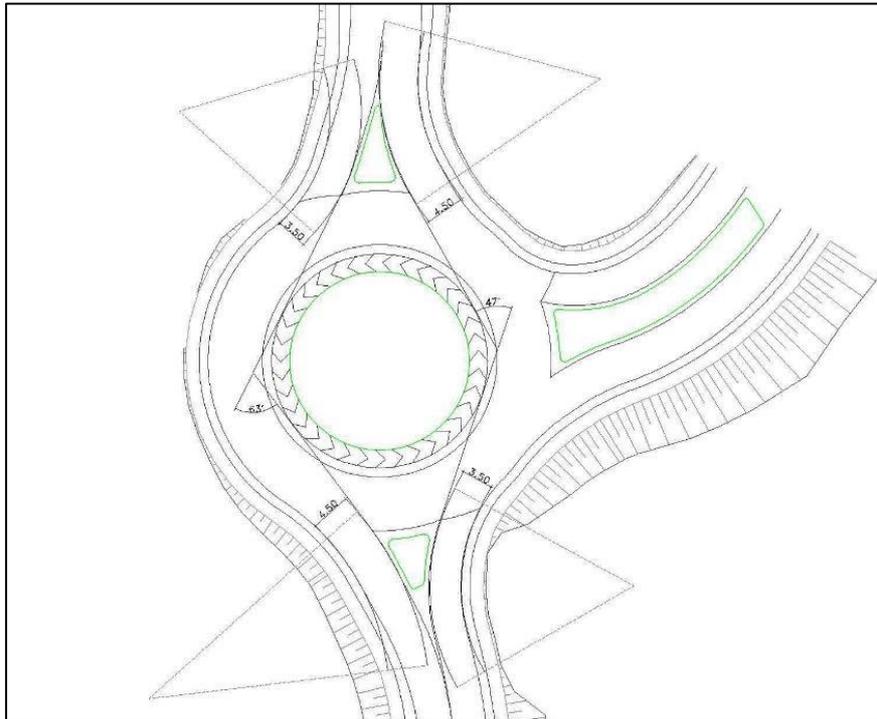


Figura 34 – Rotatoria SV\_03A\_ROT – Verifica delle traiettorie di deflessione.

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

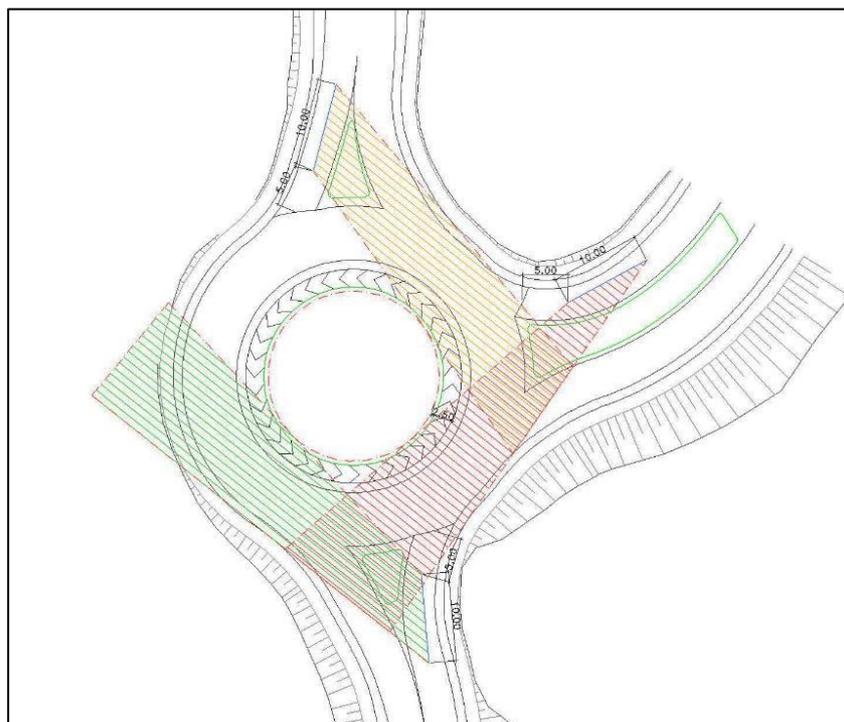
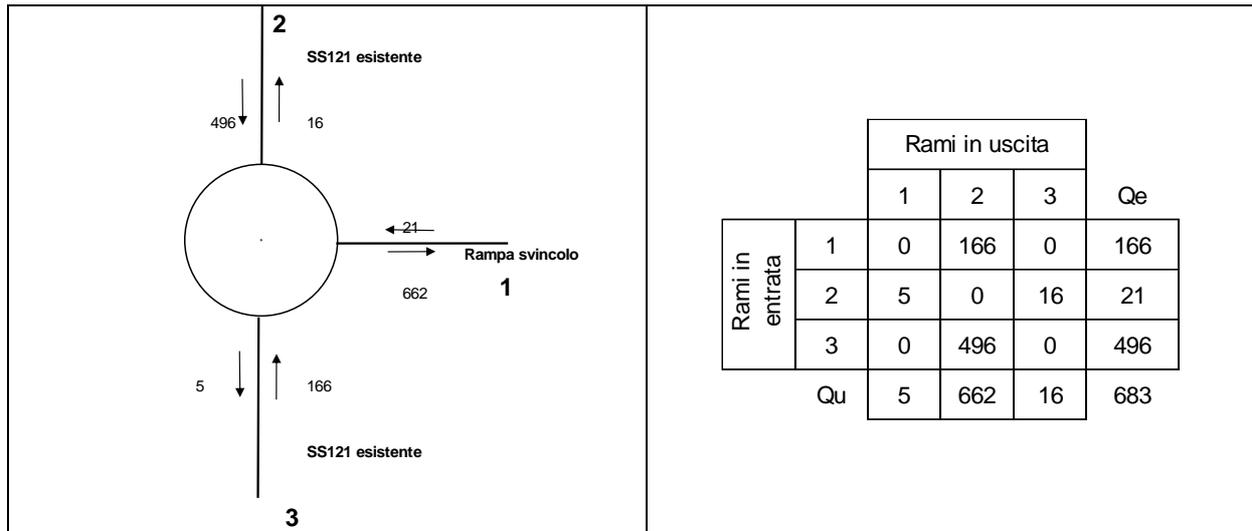


Figura 35 – Rotatoria SV\_03A\_ROT – Verifica visibilità a sinistra.

### 7.4.3.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico, prendendo a riferimento lo scenario di progetto all'apertura della nuova viabilità (2027).

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotonda e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente (n=4.5).



Con riferimento TGM di cui sopra, si deve precisare che il modello di assegnazione del traffico (capitolo 4) non è stato esteso anche alla rete esistente cui si allaccia la rampa dello svincolo e pertanto, per la costruzione della matrice O/D sono state fatte alcune ragionevoli ipotesi di ripartizione del traffico.

Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie nell'ora di punta mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

I coefficienti, scelti in modo cautelativo, sono: K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D, espressa in veic.equiv/ora (n = 4.5) è la seguente:

Matrice O/D transiti					
		Rami di uscita			Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	
Rami di entrata	1	0 eph	20 eph	0 eph	20 eph
	2	1 eph	0 eph	2 eph	3 eph
	3	0 eph	59 eph	0 eph	59 eph
	Q <sub>u,i</sub>	1 eph	79 eph	2 eph	82 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

SS 121 "Catanesa" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

<b>ANN 1</b> <b>6.00 m</b>	ANN 2 6.00 m	ANN 3 6.00 m
1.170	1.170	1.170
<b>ENT 1</b> <b>3.50 m</b>	<b>ENT 2</b> <b>3.50 m</b>	<b>ENT 3</b> <b>3.50 m</b>
1.000	1.000	1.000
<b>SEP 1</b> <b>7.60 m</b>	<b>SEP 2</b> <b>8.55 m</b>	<b>SEP 3</b> <b>7.55 m</b>
0.493	0.430	0.497

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

### Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
$Q_{e}$	20 eph	3 eph	59 eph
$Q_{u}$	1 eph	79 eph	2 eph
$Q_c$	59 eph	0 eph	1 eph
$Q_d$	69 eph	26 eph	2 eph
<b>C</b>	<b>1,281 eph</b>	<b>1,311 eph</b>	<b>1,329 eph</b>
$R_c$ (%)	98%	100%	96%
$R_c$	1,261 eph	1,308 eph	1,270 eph

Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida
-------------------------	--------	--------	--------

### Capacità pratica

Ramo	Capacità Pratica		Flussi in ingresso	Verifica capacità pratica			
	(C-150)	(0.80xC)		C-150 > $Q_e$		0.80C > $Q_e$	
1	1,131 eph	1,025 eph	20 eph	1,111 eph	verificata	1,005 eph	verificata
2	1,161 eph	1,049 eph	3 eph	1,158 eph	verificata	1,046 eph	verificata
3	1,179 eph	1,063 eph	59 eph	1,120 eph	verificata	1,004 eph	verificata

### Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
$C_i$ (veic/h)	1,281 eph	1,311 eph	1,329 eph
$Q_{e,i}$ (veic/h)	20 eph	3 eph	59 eph
x	0.02	0.00	0.04
T (h)	0.25	0.25	0.25
d (sec)	7.85	7.75	7.84
LoS	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
$Q_{95}$	0.05	0.01	0.14
L coda m.)	0.20	0.00	0.80

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >>30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

#### 7.4.1 Verifica di cambio corsia

Il tratto di manovra in uscita dalla SS121 (car DX) risulta visibile ad una distanza  $D > D_c$ ,  
dove  $D_c$  è calcolato considerando la  $V_p$ .  $D_c = 2,6 * 120 = 312m$ .

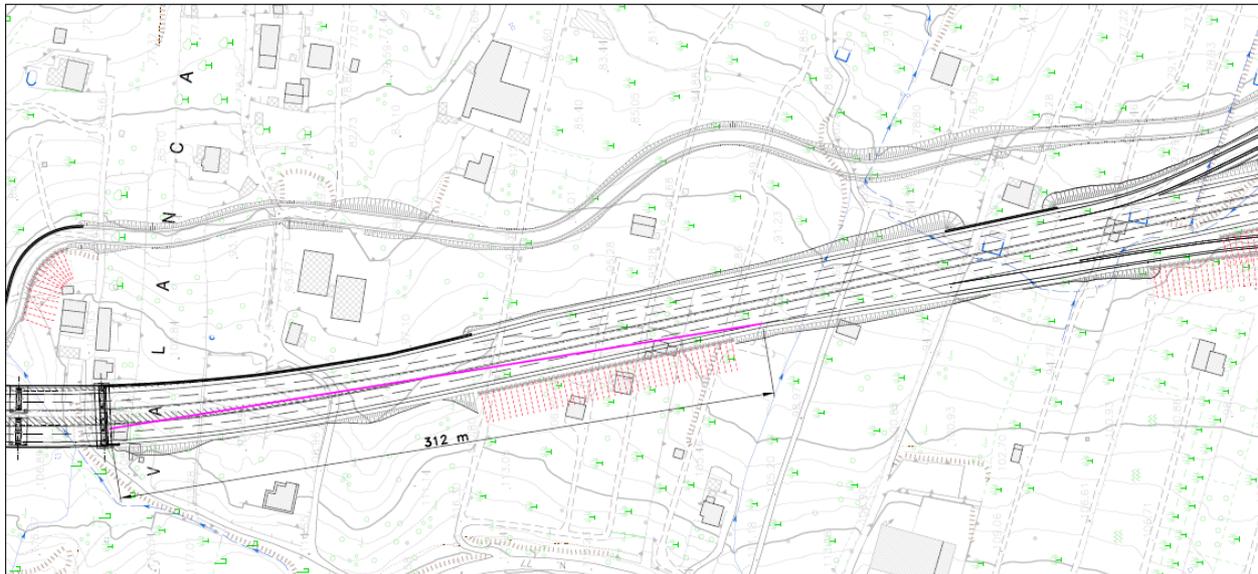


Figura 36: verifica  $D_c$  uscita DX da SS121

## 7.5 SVINCOLO SV\_03B - MISILMERI SUD

### 7.5.1 Descrizione

Lo **svincolo di Misilmeri Sud** completa il quadro delle manovre possibili per gli utenti che gravitano nella zona dell'abitato di Misilmeri. Infatti, mentre Misilmeri Nord consente le manovre da/per Palermo, il "semi-svincolo" di Misilmeri Sud è stato previsto per le sole manovre da/per Agrigento.

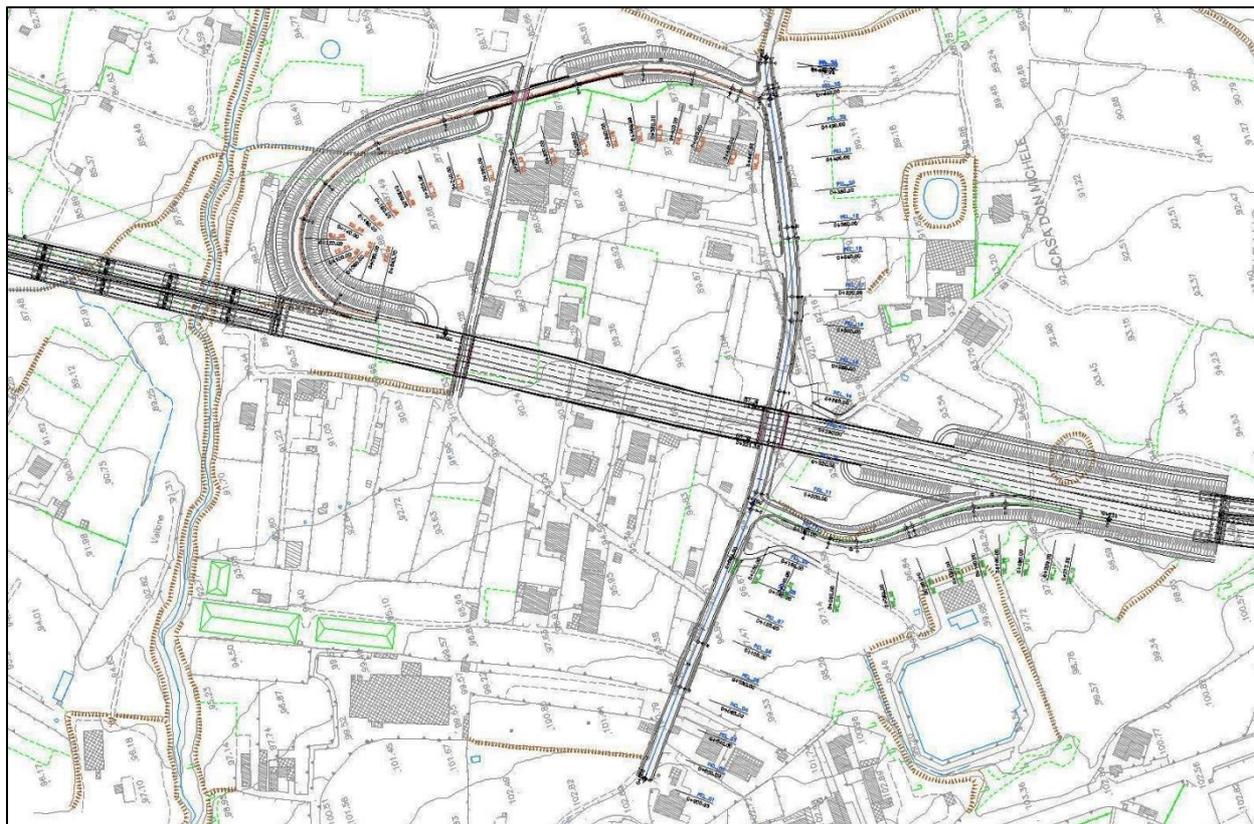


Figura 37: Svincolo SV\_03B - Misilmeri Sud

### 7.5.2 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di svincolo, sono state previste corsie specializzate di uscita (diversione) e di entrata (immissione).

#### 7.5.2.1 Corsie di uscita

Nella tabella seguente è riportato il dimensionamento geometrico-cinematico dell'unica corsia d'uscita prevista (rampa SV03B\_EU).

Rampa	Tipo strada in uscita	V <sub>pi</sub>	V <sub>R</sub>	a	L <sub>DU</sub>	L <sub>MU</sub> (ago)	L <sub>2</sub> (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec <sup>2</sup>	m	m	m
SV03B_EU	B	120	40.00	3.00	165	90	120.00

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.5.2.2 Corsie d'immissione

L'unica corsia d'immissione presente (rampa SV03B\_WE) è stata dimensionata utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

La portata oraria in veic.equiv./h  $Q_{AB}$  lungo la tratta immediatamente a monte della corsia specializzata in questione è stata desunta dal TGM, adottando un coefficiente di trasformazione per i veicoli pesanti e quelli leggeri desunto dal medesimo studio di traffico ANAS e, infine, trasformando il flusso veicolare in veicoli equivalenti (capitolo 4), come risulta dalla tabella seguente:

Rampa	TGM		$Q_{AB}$			Arco di riferimento
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	equivalenti	
	veic/g		veic/h		veic.equiv./h	
SV03B_WE	5467	50	443	4	461	arco 22-23 (dir. S)

#### 7.5.2.2.1 Calcolo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico illustrato al paragrafo 7.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente, in cui:

$L_{clot}$  = lunghezza della clotoide che precede il tratto parallelo (m);

$V_f$  = velocità di progetto del tratto su cui la corsia si immette (km/h);

$L_{a,e}$  = lunghezza totale del tratto di accelerazione (m);

$L_{parall}$  = lunghezza del tratto di accelerazione parallelo (m);

$Q_{AB}$  = portata oraria totale immediatamente a monte della corsia di immissione (veic/h);

$Q_1$  = portata oraria in corrispondenza della corsia num. 1 (veic/h);

$L_{i,e}$  = lunghezza del tratto di immissione (m);

$L_{v,e}$  = lunghezza dell'ago (m);

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

RAMPA	$V_R$	$L_{clot}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall}$ + $L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
SV03B_WE	59.00	47.78	<b>120</b>	221.00	173.00	461	60%	<b>277</b>	0.00	<b>173.00</b>	<b>75</b>	<b>248</b>

#### 7.5.2.2.2 Calcolo con il metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, tutte le indicazioni di letteratura indicano come accettabile un percentile minimo > 70-80%.

La portata oraria  $q$  (veic/sec) in corrispondenza della corsia num. 1 dell'asse principale immediatamente a monte della corsia di immissione, necessaria per le successive valutazioni è riportata nella tabella seguente:

Rampa	Portata oraria veic/sec
SV03B_WE	0.077

Nello schema seguente è riportato il prospetto con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, da cui si evince, innanzitutto, che è necessario un numero di eventi  $> 1$  affinché si ottenga un'elevata probabilità che  $t \geq T$ . Inoltre si osserva che, per una successione di eventi pari a 2 la probabilità di avere  $t > T$  è del 93 %, cui corrisponde una lunghezza totale del tronco parallelo

Distribuzione di Erlang				<b>K = 1</b>	
r	F(r)	P(r)	L		
1	27.931%	72.069%	97.55		
2	7.801%	92.199%	297.83	80%	<b>176</b>
3	2.179%	97.821%	595.67		
4	0.609%	99.391%	893.50		
5	0.170%	99.830%	1191.34		
6	0.047%	99.953%	1489.17		
7	0.013%	99.987%	1787.00		
8	0.004%	99.996%	2084.84		
9	0.001%	99.999%	2382.67		
10	0.000%	100.000%	2680.51		

pari a circa 298 m., mentre, per una successione di 1 evento, detta probabilità si attesta al 72 %, per una lunghezza di circa 98 m. Mediante un'interpolazione lineare tra tali valori (sovrastimando così il risultato a favore di sicurezza), alla percentuale del 80% corrisponde quindi una lunghezza totale del tratto parallelo pari a **L = 176 m.**

#### 7.5.2.2.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume la lunghezza totale del tratto parallelo, come risulta dalla tabella seguente:

RAMPA	L <sub>parall</sub>	L <sub>v,e</sub>	L <sub>TOT</sub>
	m	m	m
SV03B_WE	176.00	75.00	251.00

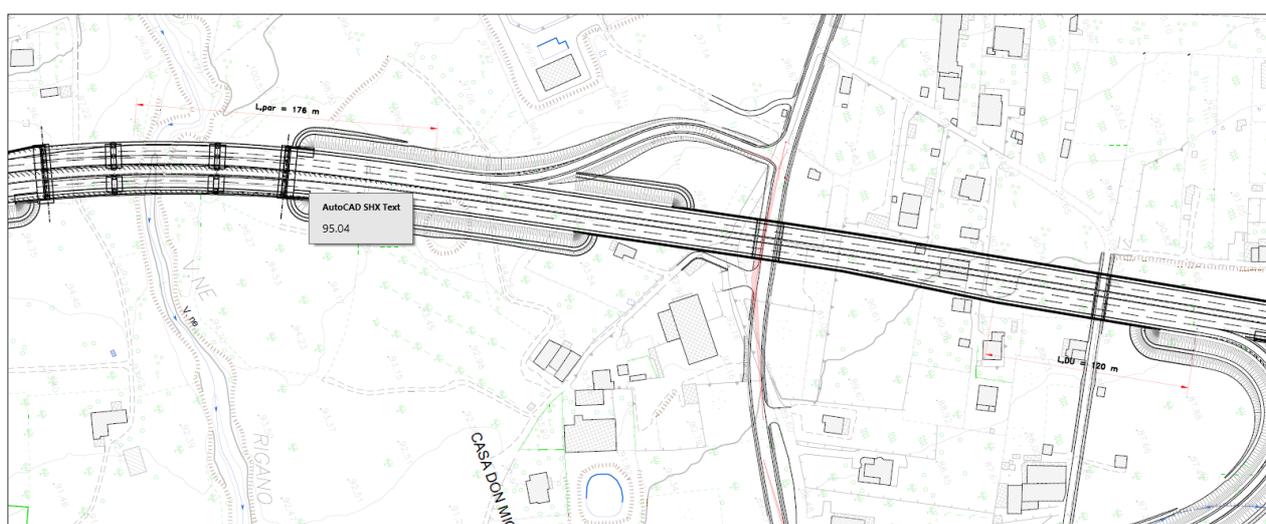


Figura 38: Dimensioni delle corsie specializzate

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.5.3 Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva N.	R	Vc	Clotoide minima (C)		Clotoide min ( $\Delta i$ )		Clotoide max ( $\Delta i$ )		Clotoidi		Arco Sv
				A <sub>C,min</sub>	A* <sub>C,min</sub>	A <sub>min,Di</sub>	L <sub>min,Di</sub>	A <sub>max,Di</sub>	L <sub>max,Di</sub>	entrata	uscita	
				m.	m.		m.	m.	m.	m.	m.	
SV03B_EU	1	45.00	40	33.9	30.5	30.9	21.2	65.4	95.0	35.0	45.0	61.01
		110.00	59	72.2	64.1	58.4	31.0	102.2	95.0	45.0	70.1	39.99
	2	100.00	56	66.7	59.4	54.5	29.8	97.5	95.0	65.0	50.0	31.87
	3	35.00	36	26.7	24.0	25.7	18.8	57.7	95.0	21.5	0.0	13.21
SV03B_WE	1	50.00	42	37.5	33.7	33.4	22.3	68.9	95.0	27.5	40.0	16.66
	2	110.00	59	72.2	64.1	58.4	31.0	102.2	95.0	66.0	72.5	19.02

Nella tabella seguente è riportata l'articolazione delle livellette con i corrispondenti raccordi verticali:

N.	Rampa	pendenze		Tipo raccordo	$\Delta i$	Rv	Lracc	V <sub>R</sub>	Da andata	Da ritorno	DVL	Rmin	Verifica
		i1	i2			m						m.	
1	SV03B_WU	-0.85%	-6.00%	Convesso	5.15%	1000	52	40	35	37	37	367	OK
2		-6.00%	1.89%	Concavo	7.89%	1000	79	43	42	39	42	703	OK
3		1.89%	-6.00%	Convesso	7.89%	2000	158	60	69	75	75	1509	OK
4		-6.00%	2.00%	Concavo	8.00%	500	40	35	31	30	31	462	OK
2	SV03B_EE	-5.11%	-3.73%	Concavo	1.38%	2000	28	55	63	62	63	-	OK
3		-3.73%	-4.93%	Convesso	1.20%	2000	24	54	60	61	20	107	OK
4		-4.93%	-1.68%	Concavo	3.25%	1000	33	56	66	63	66	934	OK
5		-1.68%	-2.17%	Convesso	0.49%	2000	10	60	71	72	72	-	OK
6		-2.17%	-5.27%	Convesso	3.10%	1000	31	40	36	37	37	-	OK

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV03B\_WU ed è pari al -6.00%, in linea con il valore massimo consentito per le rampe in discesa.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

#### 7.5.3.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità.

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

I diagrammi di visibilità riportano i valori della visuale libera, della distanza di visibilità per l'arresto e degli allargamenti resisi necessari. Per ulteriori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

#### 7.5.4 Verifica di cambio corsia

Il tratto di manovra in uscita dalla SS121 (car.SX) risulta visibile ad una distanza  $D > D_c$ , dove  $D_c$  è calcolato considerando la  $V_p$ .  $D_c = 2,6 * 120 = 312m$ .

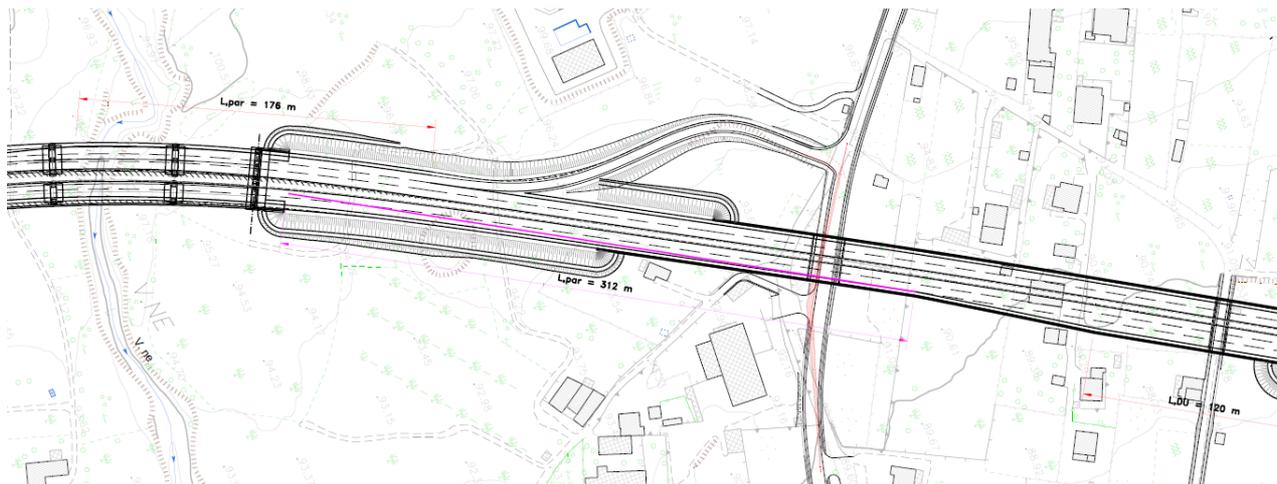


Figura 39: verifica  $D_c$  uscita SX da SS121

#### 7.5.5 Viabilità locale – Via Pellingra

Nello svincolo di Misilmeri Sud la rampa di uscita in carreggiata sx e quella di entrata in carreggiata dx si connettono ad una viabilità secondaria (**via Pellingra**) mediante innesti a T.

Il ramo di Via Pellingra presenta diversi accessi (non sopprimibili Non può pertanto essere considerata una rampa di svincolo, ma è stata trattata come una viabilità locale con una sezione assimilabile ad una tipo F2 extraurbano, adeguandone la larghezza ove insufficiente.

Alla PK 0+140 si trova una viabilità di accesso ad un laghetto ad uso irriguo, per il quale è presumibile un traffico pressochè nullo e solo di addetti.

L'accesso alla PK 0+260, a servizio di una attività produttiva, non è spostabile. Sono stati verificati i triangoli di visibilità su tale intersezione, ed in particolare si è determinato di allargare il sottopasso per consentire una adeguata visibilità in tale punto.

Una serie di accessi tra loro vicini nel tratto Est sono stati raggruppati in un unico accesso alla PK 0+340.

In generale la zona è pianeggiante quindi stante l'altezza del rilevato  $< 1m$  non si rende necessaria l'adozione di barriere di sicurezza, risultando questo in una assenza di ostacoli alla visibilità a ciglio strada.

Nella immagine seguente si mostrano i triangoli di visibilità della rampa di uscita e dell'accesso alla PK 0+260



Per le manovre di svolta in sinistra, si osserva che:

- La manovra di svolta in sinistra per chi proviene da **26** (ramo Est di Via Pellingra) e vuole andare a **23** (immissione verso Agrigento) è data da  $297-249 = 48 \text{ veh/g}$ .
- La manovra di svolta in sinistra per chi proviene da **22** (provenienza Agrigento) e vuole andare sull'arco **26-27** (ramo Est di Via Pellingra) è data da  $30-20 = 10 \text{ veh/g}$ .

In entrambi i casi, i valori sono molto bassi e tali da non richiedere la presenza di una corsia di accumulo per la svolta (si veda tabella seguente)

Traffico giornaliero medio sulla principale (veicoli/g)	Veicoli impegnati in svolta a sinistra		
	meno di 100 veicoli/g	tra 100 e 400 veicoli/g	più di 400 veicoli/g
meno di 8000 veicoli/g	mantenimento della sezione corrente	corsia specializzata di accumulo e svolta a sinistra	corsia specializzata di accumulo e svolta a sinistra oppure rotondina
più di 8000 veicoli/g	mantenimento della sezione corrente o corsia di svolta		

## 7.6 SVINCOLO SV\_04 – BOLOGNETTA NORD

### 7.6.1 Descrizione

La zona dello **svincolo di Bolognetta Nord** è abbastanza complessa, trovandosi in un vallone tra due creste, in presenza di diversi edifici.

Si è pertanto optato per un layout il più possibile semplice, con rampe dirette da ambo le parti della nuova strada. Dal lato Est le rampe collegano la nuova infrastruttura alla SS121 attuale, mentre dal lato Ovest la riconnessione avviene con la SP77.

Il passaggio dall'una all'altra avviene attraverso il vicino svincolo SP77-SS121, senza allungamenti di percorso da verso Bolognetta.

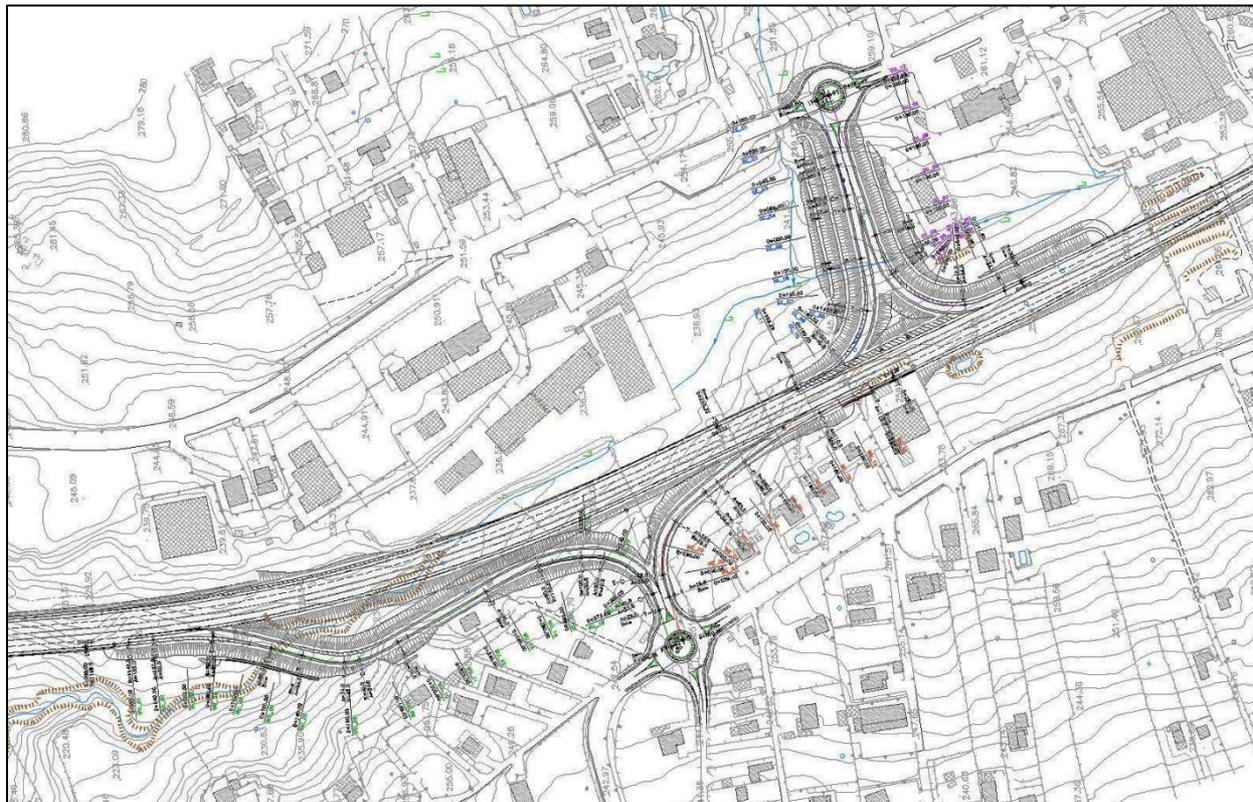


Figura 40: Svincolo SV\_04 – Bolognetta Nord

### 7.6.2 Corsie specializzate

In considerazione della categoria di svincolo, sono state previste corsie specializzate di uscita (diversione) e di entrata (immissione).

#### 7.6.2.1 Corsie di uscita

Nella tabella seguente è riportato il dimensionamento geometrico-cinematico delle due corsie d'uscita previste (rampe SV04\_WU - SV04\_EU).

Rampa	Tipo strada in uscita	V <sub>pi</sub>	V <sub>R</sub>	a	L <sub>DU</sub>	L <sub>MU</sub> (ago)	L <sub>2</sub> (tronco parallelo)
		km/h	Km/h	m/sec <sup>2</sup>	m	m	m
SV04_EU	B	<b>100</b>	<b>40.00</b>	2.00	162	<b>75</b>	<b>124.50</b>

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 7.6.2.2 Corsie d'immissione

La manovra di immissione dal lato EST (dir.Nord) non avviene mediante corsia di immissione ma mediante affiancamento della corsia di svincolo alla corsia (unica) proveniente dalla Tipo C da Sud, quindi non vi è tratto di accelerazione.

La corsia d'immissione della rampa SV04\_WE è stata dimensionata utilizzando due metodi di calcolo e scegliendo quello più cautelativo.

Le portate orarie in veic.equiv./h  $Q_{AB}$  lungo le tratte immediatamente a monte delle corsie specializzate in questione sono state desunte dal TGM, adottando un coefficiente di trasformazione per i veicoli pesanti e quelli leggeri desunto dal medesimo studio di traffico ANAS e, infine, trasformando il flusso veicolare in veicoli equivalenti (capitolo 4), come risulta dalla tabella seguente:

Rampa	TGM		$Q_{AB}$			Arco di riferimento
	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	equivalenti	
	veic/g		veic/h		veic.equiv./h	
SV04_WE	2602	119	211	9	252	arco 29-32 (dir. S)

#### 7.6.2.2.1 Calcolo cinematico - semi empirico

In base al metodo cinematico – semi empirico illustrato al paragrafo 7.1.3.2.1, le dimensioni dei diversi elementi componenti le corsie di immissione sono quelli di cui alla tabella seguente, in cui:

$L_{clot}$  = lunghezza della clotoide che precede il tratto parallelo (m);

$V_f$  = velocità di progetto del tratto su cui la corsia si immette (km/h);

$L_{a,e}$  = lunghezza totale del tratto di accelerazione (m);

$L_{parall}$  = lunghezza del tratto di accelerazione parallelo (m);

$Q_{AB}$  = portata oraria totale immediatamente a monte della corsia di immissione (veic/h);

$Q_1$  = portata oraria in corrispondenza della corsia num. 1 (veic/h);

$L_{i,e}$  = lunghezza del tratto di immissione (m);

$L_{v,e}$  = lunghezza dell'ago (m);

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

$L_{TOT}$  = lunghezza totale della corsia di immissione parallela (m).

RAMPA	$V_R$	$L_{clot}$	$V_f$	$L_{a,e}$	$L_{parall}$	$Q_{AB}$	Ripartiz. per corsia	$Q_1$	$L_{i,e}$	$L_{parall}$ + $L_{i,e}$	$L_{v,e}$	$L_{TOT}$
	Km/h	m	km/h	m	m	veic/h		veic/h	m	m	m	m
SV04_WE	60.00	34.57	<b>100</b>	108.00	73.00	252	60%	<b>151</b>	0.00	<b>73.00</b>	<b>75</b>	<b>148</b>

#### 7.6.2.2.2 Calcolo con il metodo probabilistico

Con riferimento alla verifica basata sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, tutte le indicazioni di letteratura indicano come accettabile un percentile minimo > 70-80%.

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Le portate orarie  $q$  (veic/sec) in corrispondenza della corsia num. 1 dell'asse principale immediatamente a monte delle corsie di immissione, necessarie per le successive valutazioni sono riportate nella tabella seguente:

Rampa	Portata oraria
	veic/sec
SV04_WE	0.0042

Negli schemi in basso sono riportati i prospetti con le probabilità in funzione del numero  $r$  di eventi, da cui si evince che, in base alle ipotesi fatte circa il traffico che percorre la corsia n. 1, affinché si ottenga una probabilità  $> 80\%$  che  $t \geq T$  sono necessari num. 2 eventi per entrambe le rampe.

Mediante un'interpolazione lineare (sovrastimando il risultato a favore di sicurezza), alla percentuale del 80% corrisponde quindi una lunghezza totale del tratto parallelo pari a 79 m. per la rampa SV04WE.

Distribuzione di Erlang				<b>K = 1</b>	<b>SV04_WE</b>
r	F(r)	P(r)	L		
1	20.798%	79.202%	68.01		
2	4.326%	95.674%	291.67	80%	<b>79</b>
3	0.900%	99.100%	583.33		
4	0.187%	99.813%	875.00		
5	0.039%	99.961%	1166.67		
6	0.008%	99.992%	1458.33		
7	0.002%	99.998%	1750.00		
8	0.000%	100.000%	2041.67		
9	0.000%	100.000%	2333.33		
10	0.000%	100.000%	2625.00		

#### 7.6.2.2.3 Confronto tra i due metodi

Mettendo a confronto i due metodi di dimensionamento si desume la lunghezza totale del tratto parallelo per la corsia d'immissione.

Nel caso specifico, si è osservato che la lunghezza della corsia risultante da calcolo risulta abbastanza limitata, essendo condizionata dalla bassa differenza tra valore di velocità sull'ultima curva della rampa (60 km/h) e valore di immissione ( $0,8V_p = 80$  km/h). Si decide a favore di sicurezza quindi di non considerare nel calcolo l'accelerazione lungo il tratto di curva di transizione. Il valore che si determina è quindi, come da tabella seguente:

RAMPA	$L_{\text{parall}}$	$L_{v,e}$	$L_{\text{TOT}}$
	m	m	m
SV04_WE	105.00	75.00	180.00

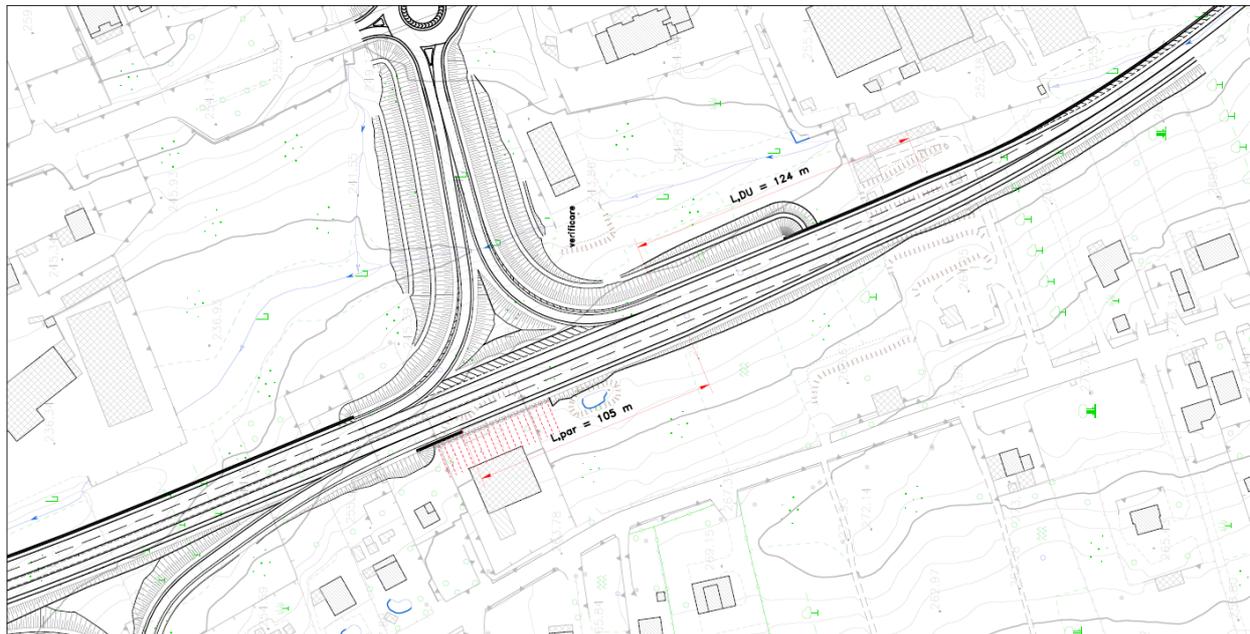


Figura 41: Dimensioni delle corsie specializzate

### 7.6.3 Verifiche cinematiche e di sicurezza delle rampe

Gli elementi compositivi degli assi delle rampe sono coerenti con gli indirizzi del DM 19/04/2006, come si evince dal seguente prospetto:

RAMPE	Curva N.	R	Vc	Clotoide minima (C)		Clotoide min ( $\Delta i$ )		Clotoide max ( $\Delta i$ )		Clotoidi		Arco Sv
				A <sub>C,min</sub>	A* <sub>C,min</sub>	A <sub>min,Di</sub>	L <sub>min,Di</sub>	A <sub>max,Di</sub>	L <sub>max,Di</sub>	entrata	uscita	
				m.	m.		m.	m.	m.	m.	m.	
SV04_WU	1	1149.88	60	75.6	74.2	138.4	16.7	239.8	50.0	0.0	132.0	25.78
		100.00	56	66.7	59.4	54.5	29.8	97.5	95.0	60.0	60.0	0.03
		45.00	40	33.9	30.5	30.9	21.2	65.4	95.0	34.0	34.0	9.12
SV04_WE	2	100.00	56	66.7	59.4	54.5	29.8	97.5	95.0	60.0	30.0	26.84
		40.00	38	30.3	27.3	28.3	20.1	61.6	95.0	30.0	22.0	39.12
SV04_EU	1	45.00	40	33.9	30.5	30.9	21.2	65.4	95.0	25.0	34.0	34.52
		350.00	60	75.6	69.5	83.6	20.0	144.8	59.9	85.0	110.0	54.30
SV04_EE	1	45.00	40	33.9	30.5	30.9	21.2	65.4	95.0	34.0	34.0	50.96
		300.00	60	75.6	68.7	79.7	21.2	138.0	63.5	50.0	50.0	8.33
SV04_EE	2	50.00	42	37.5	33.7	33.4	22.3	68.9	95.0	40.0	40.0	35.32

Nella tabella seguente è riportata l'articolazione delle livellette con i corrispondenti raccordi verticali:

N.	Rampa	pendenze		Tipo raccordo	$\Delta i$	Rv	Lracc	$V_R$	Da andata	Da ritorno	DVL	Rmin	Verifica
		i1	i2			m						m.	
1	SV04_WU	6.51%	7.00%	Concavo	0.49%	<b>5000</b>	25	55	57	56	<b>57</b>	-	OK
2		7.00%	0.69%	Convesso	6.31%	<b>250</b>	16	30	24	25	<b>25</b>	-	OK
1	SV04_WE	-1.24%	-7.85%	Convesso	6.61%	<b>250</b>	17	30	25	26	<b>26</b>	-	OK
2		-7.85%	3.53%	Concavo	11.38%	<b>800</b>	91	50	54	48	<b>20</b>	236	OK
3		3.53%	4.73%	Concavo	1.20%	<b>2000</b>	24	60	67	67	<b>67</b>	-	OK
1	SV04_EU	-3.42%	3.82%	Concavo	7.24%	<b>750</b>	54	40	36	34	<b>36</b>	574	OK
2		3.82%	1.88%	Convesso	1.94%	<b>500</b>	10	30	25	25	<b>25</b>	-	OK
1	SV04_EE	-1.12%	-3.88%	Convesso	2.76%	<b>1000</b>	28	60	71	73	<b>73</b>	398	OK
2		-3.88%	-5.60%	Convesso	1.72%	<b>2500</b>	43	60	73	75	<b>20</b>	107	OK
3		-5.60%	-5.41%	Concavo	0.19%	<b>5500</b>	10	60	75	75	<b>75</b>	-	OK

La pendenza longitudinale massima si riscontra in corrispondenza della rampa SV04\_WE ed è pari al - 7.85%, in linea con il valore massimo consentito per le rampe in discesa.

Tutti i raccordi verticali (convessi e concavi) hanno raggi verticali superiori ai minimi richiesti dal DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda tutti i dati di tracciamento si faccia riferimento agli elaborati specifici.

#### 7.6.3.1 Diagrammi di velocità e visibilità

Per ognuna delle rampe sono stati redatti i diagrammi di velocità, che non hanno evidenziato criticità.

Le visuali disponibili sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Autodesk Civil 3D, che ha generato un modello tridimensionale in cui il solido stradale è stato considerato nelle sue effettive dimensioni per piattaforma, scarpate (in rilevato e in trincea) ed elementi marginali. In particolare, in corrispondenza degli arginelli, delle opere d'arte e ovunque altro previsto dalla normativa di settore, sono state inserite le barriere di sicurezza, in modo da ottenere una simulazione realistica degli ostacoli alla visibilità presenti lungo i tracciati.

I diagrammi di visibilità riportano i valori della visuale libera, della distanza di visibilità per l'arresto e degli allargamenti resisi necessari. Per ulteriori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

#### 7.6.4 Rotatoria di svincolo SV04\_ROT\_W

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

##### 7.6.4.1 Verifiche geometriche

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie e risulta che gli angoli di deviazione  $\beta$  sono sempre  $> 45^\circ$ , come si può evincere dallo schema seguente:

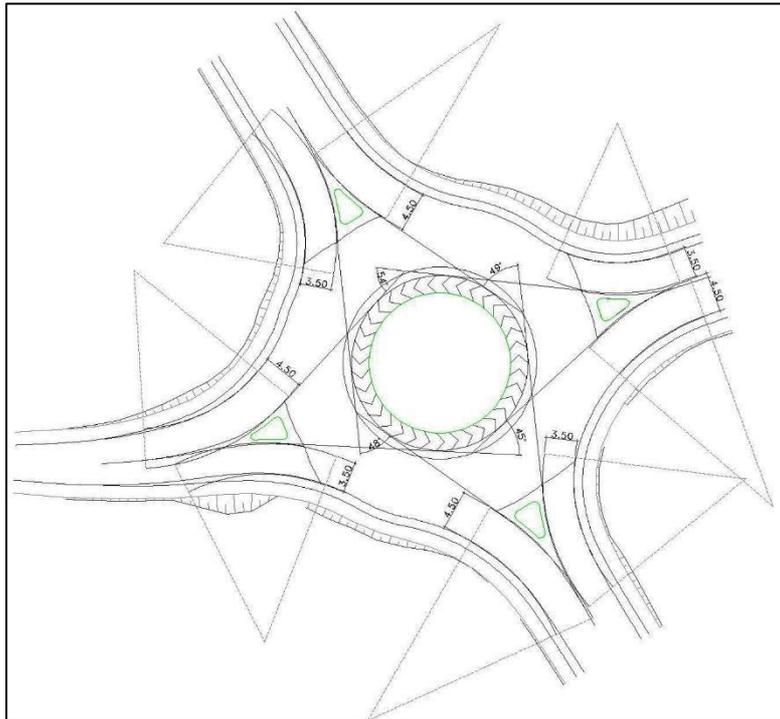


Figura 42 – Rotatoria SV\_04\_ROT\_W – Verifica delle traiettorie di deflessione.

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

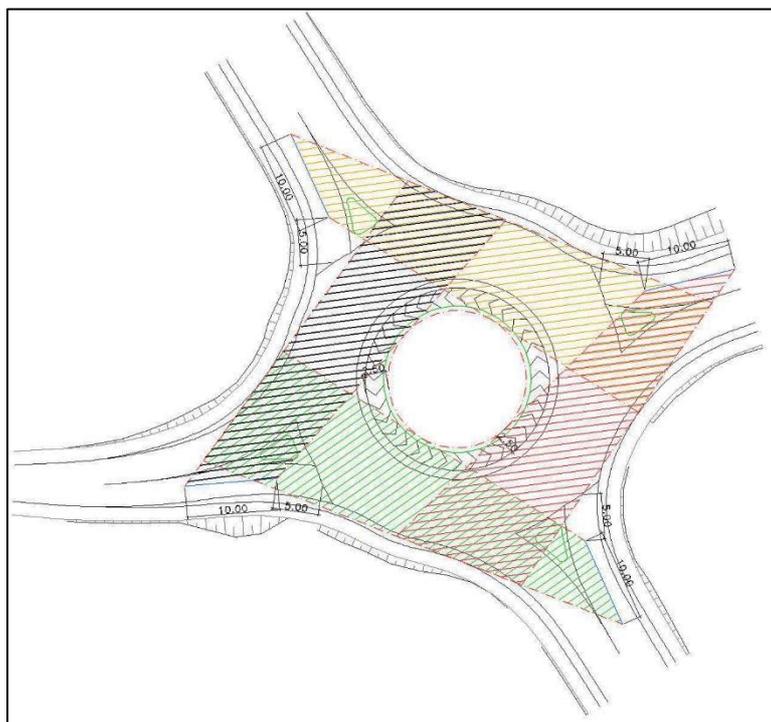
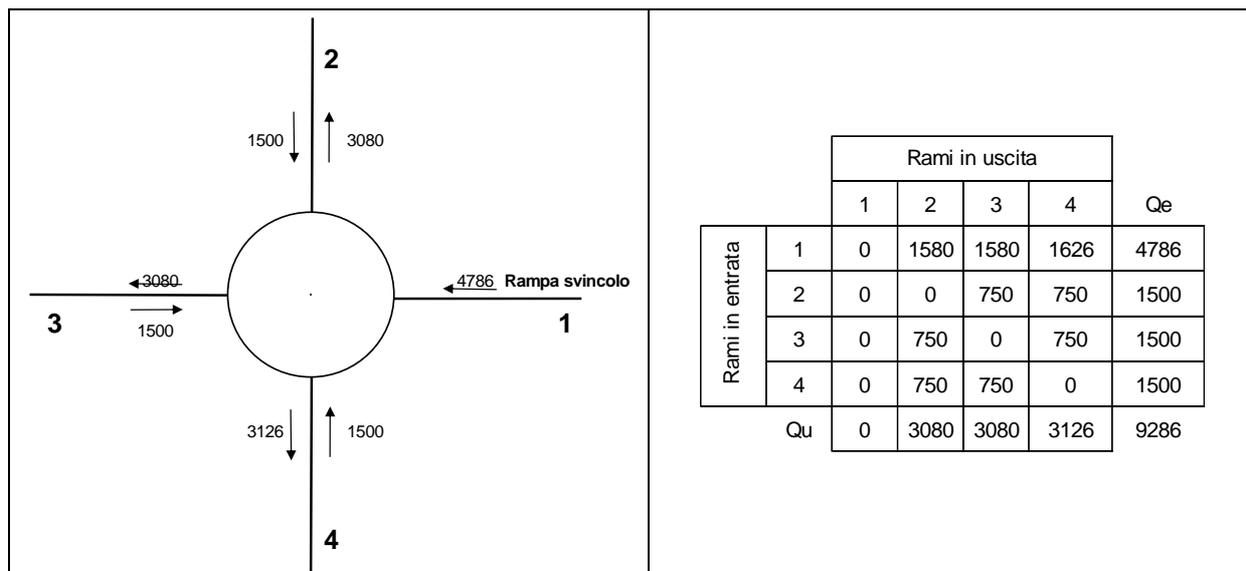


Figura 43 – Rotatoria SV\_04\_ROT\_W – Verifica visibilità a sinistra.

### 7.6.4.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico, prendendo a riferimento lo scenario di progetto all'apertura della nuova viabilità (2027).

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotonda e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente (n=4.5).



Con riferimento TGM di cui sopra, si deve precisare che il modello di assegnazione del traffico (capitolo 4) non è stato esteso anche alla rete esistente cui si allaccia la rampa dello svincolo e pertanto, per la costruzione della matrice O/D sono state fatte alcune ragionevoli ipotesi di ripartizione del traffico.

Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie nell'ora di punta mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

I coefficienti, scelti in modo cautelativo, sono: K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D, espressa in veic.equiv/ora (n = 4.5) è la seguente:

Matrice O/D transiti						
		Rami in uscita				Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	4	
Rami in entrata	1	0 eph	186 eph	186 eph	191 eph	563 eph
	2	0 eph	0 eph	88 eph	88 eph	176 eph
	3	0 eph	88 eph	0 eph	88 eph	176 eph
	4	0 eph	88 eph	88 eph	0 eph	176 eph
Q <sub>u,i</sub>		0 eph	362 eph	362 eph	367 eph	1,091 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

<b>ANN 1</b>	<b>ANN 2</b>	<b>ANN 3</b>	<b>ANN 4</b>
<b>7.00 m</b>	7.00 m	7.00 m	7.00 m
1.085	1.085	1.085	1.085
<b>ENT 1</b>	<b>ENT 2</b>	<b>ENT 3</b>	<b>ENT 4</b>
<b>3.50 m</b>	<b>3.50 m</b>	<b>3.50 m</b>	<b>3.50 m</b>
1.000	1.000	1.000	1.000
<b>SEP 1</b>	<b>SEP 2</b>	<b>SEP 3</b>	<b>SEP 4</b>
<b>5.60 m</b>	<b>5.70 m</b>	<b>5.60 m</b>	<b>6.10 m</b>

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

### Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Qe	563 eph	176 eph	176 eph	176 eph
Qu	0 eph	362 eph	362 eph	367 eph
Qc	264 eph	465 eph	279 eph	88 eph
Qd	286 eph	667 eph	467 eph	253 eph
<b>C</b>	<b>1,129 eph</b>	<b>863 eph</b>	<b>1,003 eph</b>	<b>1,153 eph</b>
R <sub>c</sub> (%)	50%	80%	82%	85%
R <sub>c</sub>	566 eph	687 eph	827 eph	977 eph

Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida	Fluida
-------------------------	--------	--------	--------	--------

### Capacità pratica

Ramo	Capacità Pratica		Flussi in ingresso	Verifica capacità pratica			
	(C-150)	(0.80xC)		C-150 > Qe		0.80C > Qe	
<b>1</b>	<b>979 eph</b>	<b>904 eph</b>	<b>563 eph</b>	<b>416 eph</b>	verificata	<b>341 eph</b>	verificata
<b>2</b>	<b>713 eph</b>	<b>691 eph</b>	<b>176 eph</b>	<b>537 eph</b>	verificata	<b>515 eph</b>	verificata
<b>3</b>	<b>853 eph</b>	<b>803 eph</b>	<b>176 eph</b>	<b>677 eph</b>	verificata	<b>627 eph</b>	verificata
<b>4</b>	<b>1,003 eph</b>	<b>922 eph</b>	<b>176 eph</b>	<b>827 eph</b>	verificata	<b>746 eph</b>	verificata

### Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Ci (veic/h)	1,129 eph	863 eph	1,003 eph	1,153 eph
Q <sub>e,i</sub> (veic/h)	563 eph	176 eph	176 eph	176 eph
x	0.50	0.20	0.18	0.15
T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
d (sec)	8.80	6.26	5.23	4.45
LoS	A	A	A	A
Q <sub>95</sub>	2.87	0.76	0.63	0.54
L coda m.)	17.10	4.50	3.80	3.20

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >>30% e un eccellente livello di servizio (LoS A) in corrispondenza di tutti i rami.

### 7.6.5 Rotatoria di svincolo SV04\_ROT\_E

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

#### 7.6.5.1 Verifiche geometriche

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie e risulta che gli angoli di deviazione  $\beta$  sono sempre  $> 45^\circ$ , come si pu evincere dallo schema seguente:

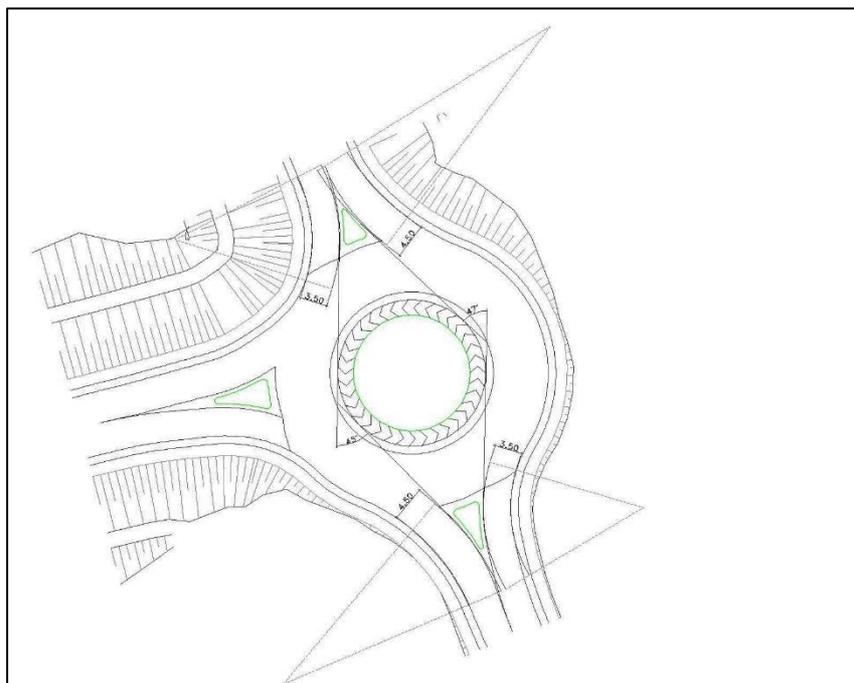


Figura 44 – Rotatoria SV\_04\_ROT\_E – Verifica delle traiettorie di deflessione.

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

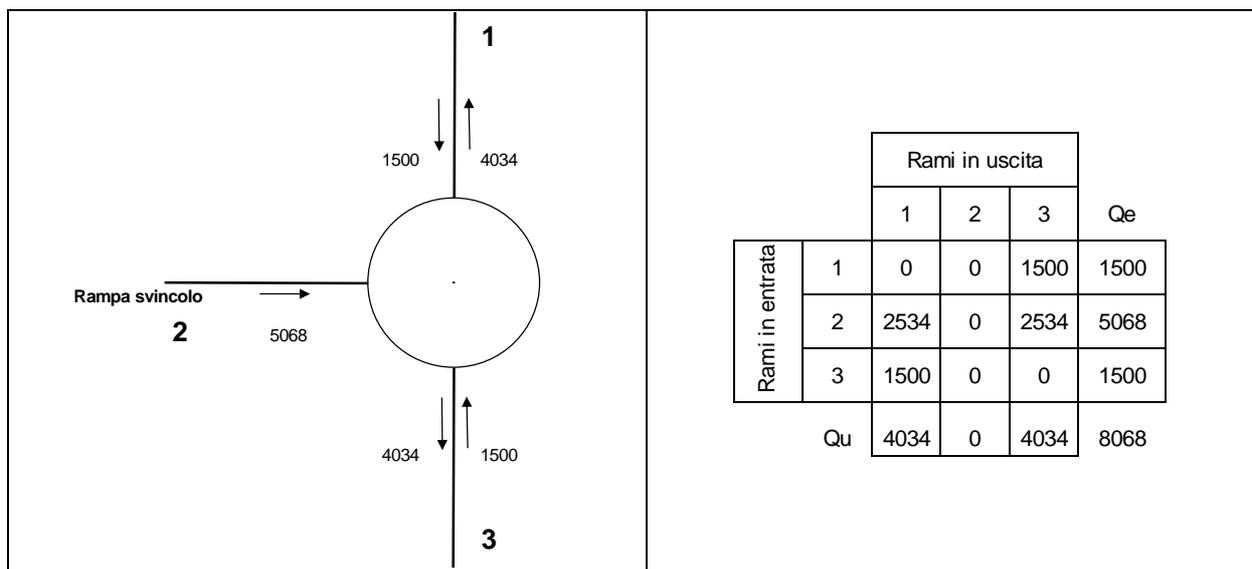


Figura 45 – Rotatoria SV\_04\_ROT\_E – Verifica visibilità a sinistra.

### 7.6.5.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico, prendendo a riferimento lo scenario di progetto all'apertura della nuova viabilità (2027).

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotatoria e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente (n=4.5).



SS 121 "Catanesese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

Con riferimento TGM di cui sopra, si deve precisare che il modello di assegnazione del traffico (capitolo 4) non è stato esteso anche alla rete esistente cui si allaccia la rampa dello svincolo e pertanto, per la costruzione della matrice O/D sono state fatte alcune ragionevoli ipotesi di ripartizione del traffico.

Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie nell'ora di punta mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

I coefficienti, scelti in modo cautelativo, sono: K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D, espressa in veic.equiv/ora (n = 4.5) è la seguente:

Matrice O/D transiti					
		Rami di uscita			Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	
Rami di entrata	1	0 eph	0 eph	177 eph	177 eph
	2	299 eph	0 eph	299 eph	598 eph
	3	177 eph	0 eph	0 eph	177 eph
	Q <sub>u,i</sub>	476 eph	0 eph	476 eph	952 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

	<b>ANN 1</b> 7.00 m	ANN 2 7.00 m	ANN 3 7.00 m
	1.085	1.085	1.085
	<b>ENT 1</b> 3.50 m	<b>ENT 2</b> 3.50 m	<b>ENT 3</b> 3.50 m
	1.000	1.000	1.000
	<b>SEP 1</b> 6.00 m	<b>SEP 2</b> 6.70 m	<b>SEP 3</b> 6.30 m
	0.600	0.553	0.580

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

### Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Q <sub>e</sub>	177 eph	598 eph	177 eph
Q <sub>u</sub>	476 eph	0 eph	476 eph
Q <sub>c</sub>	0 eph	177 eph	299 eph
Q <sub>d</sub>	207 eph	192 eph	524 eph
<b>C</b>	<b>1,185 eph</b>	<b>1,196 eph</b>	<b>963 eph</b>
R <sub>c</sub> (%)	85%	50%	82%
R <sub>c</sub>	1,008 eph	598 eph	786 eph

Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida
-------------------------	--------	--------	--------

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### Capacità pratica

Ramo	Capacità Pratica		Flussi in ingresso	Verifica capacità pratica			
	(C-150)	(0.80xC)		C-150 > Qe		0.80C > Qe	
1	1,035 eph	948 eph	177 eph	858 eph	verificata	771 eph	verificata
2	1,046 eph	956 eph	598 eph	448 eph	verificata	358 eph	verificata
3	813 eph	770 eph	177 eph	636 eph	verificata	593 eph	verificata

### Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3
Ci (veic/h)	1,185 eph	1,196 eph	963 eph
Qe,i (veic/h)	177 eph	598 eph	177 eph
x	0.15	0.50	0.18
T (h)	0.25	0.25	0.25
d (sec)	8.57	10.99	9.58
LoS	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
Q <sub>95</sub>	0.52	2.89	0.67
L coda m.)	3.10	17.30	4.00

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >30% e un ottimo livello di servizio in corrispondenza di tutti i rami.

## 7.7 SVINCOLO SV\_05 – BOLOGNETTA SUD

### 7.7.1 Descrizione

Alla pk 15+820 del nuovo tracciato avviene la riconnessione alla SS121 esistente. È stata prevista all'uopo una intersezione a rotatoria (**svincolo Bolognetta Sud**), che va a sostituire l'attuale intersezione a raso.

A partire da tale progressiva, l'intervento prosegue con adeguamento in sede della SS121 esistente fino a progr. 16+500 in corrispondenza della quale ha termine l'intervento riferito all'alternativa in oggetto.

È stato possibile prevedere questa tipologia d'intersezione poiché in essa confluiscono viabilità coerenti con l'organizzazione delle reti stradali e delle intersezioni ammesse di cui al DM 19/04/2006.

Per quanto riguarda le dimensioni della rotatoria e dei bracci in essa confluenti si faccia riferimento a quanto riportato al paragrafo 7.1.4. Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

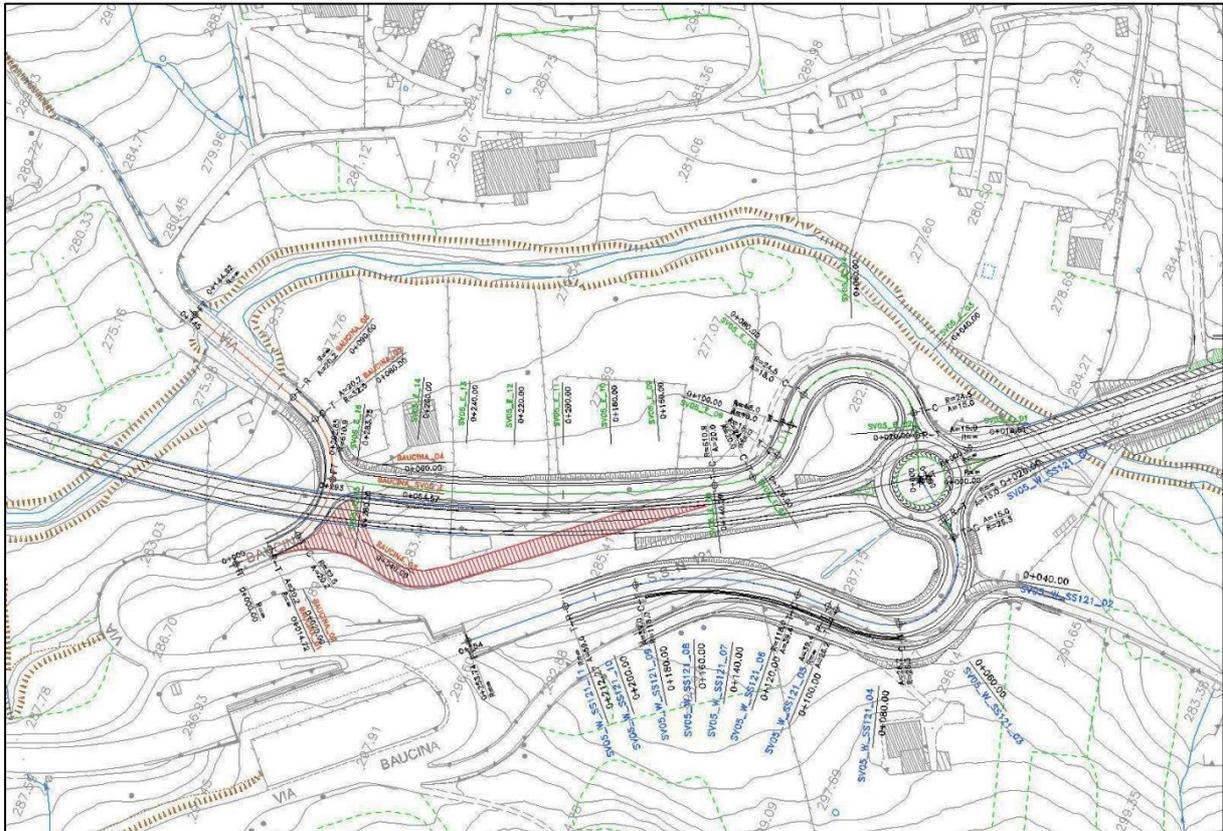


Figura 46 – Svincolo Bolognetta Sud.

### 7.7.1 Verifiche di rispondenza al DM 19/04/2006

#### 7.7.1.1 Verifiche geometriche

Sono stati eseguiti i controlli per la deflessione delle traiettorie e risulta che gli angoli di deviazione  $\beta$  sono sempre  $> 45^\circ$ , come si può evincere dallo schema seguente:

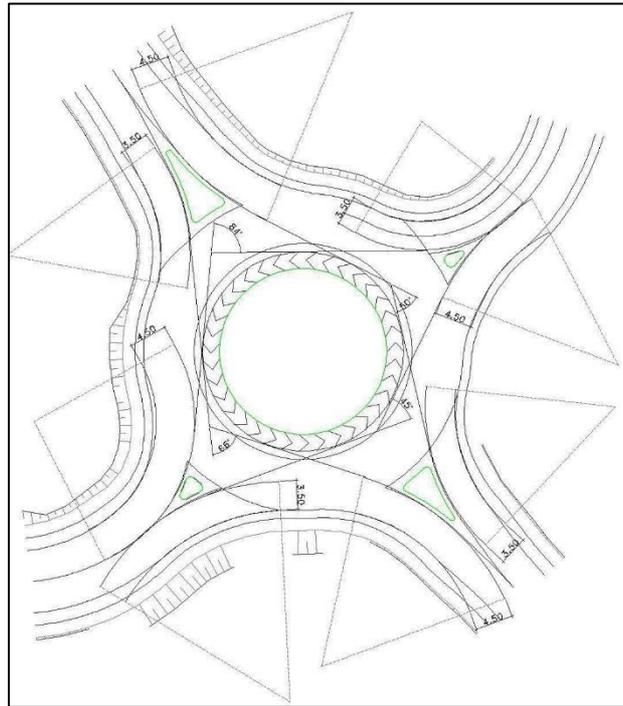


Figura 47. Svincolo SV05 – Bolognetta Sud – Verifica deflessione traiettorie

Sono stati altresì eseguiti i controlli per la visibilità a sinistra in base allo schema riportato in normativa e risulta che questa è sempre assicurata per almeno  $\frac{1}{4}$  di corona giratoria, come si evince dallo schema seguente:

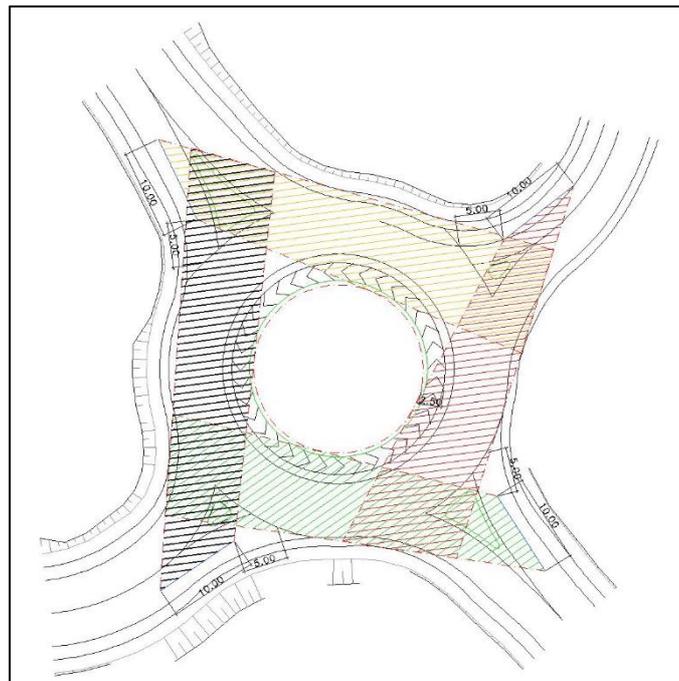
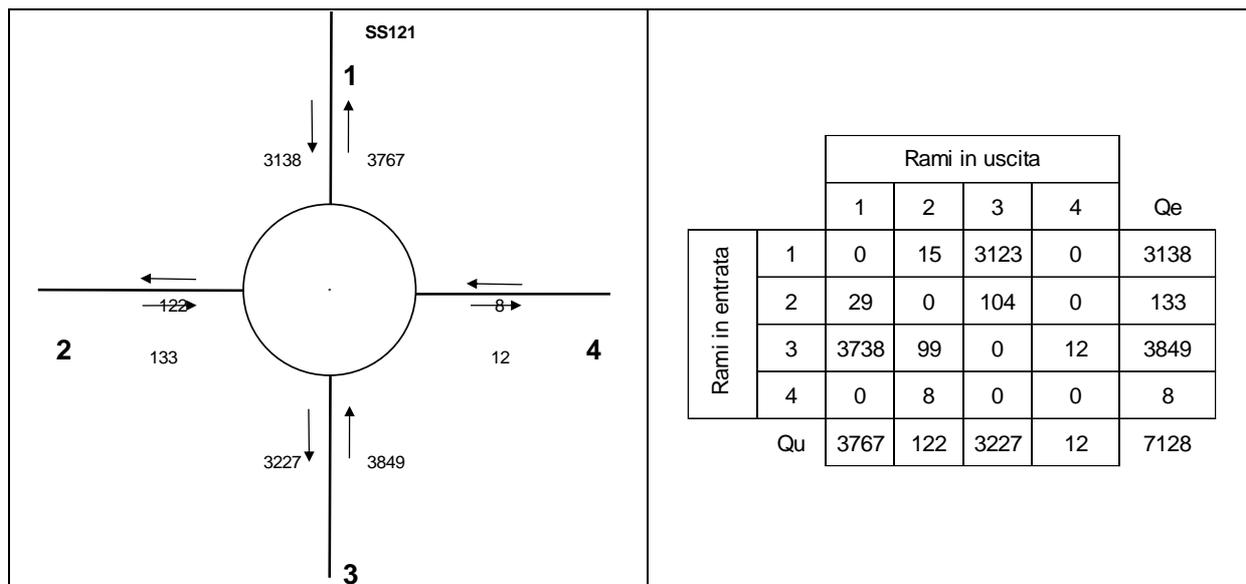


Figura 48. Svincolo SV05 – Bolognetta Sud – Verifica visibilità a sinistra

### 7.7.1.2 Verifiche funzionali

I dati di traffico riguardanti i flussi sono stati desunti dallo studio di traffico, prendendo a riferimento lo scenario di progetto all'apertura della nuova viabilità (2027).

Nella figura seguente è riportato lo schema della rotonda e la relativa matrice O/D, con l'attribuzione dei volumi di traffico per ogni ramo espressi in termini di TGM equivalente (n=4.5).



Per eseguire le verifiche, i TGM sono stati trasformati in portate orarie nell'ora di punta mediante la relazione seguente:

$$Q = \frac{K \times TGM}{PHF}$$

I coefficienti, scelti in modo cautelativo, sono: K = 10% e PHF = 0.85.

La matrice O/D, espressa in veic.equiv/ora (n = 4.5) è la seguente:

Matrice O/D transiti						
		Rami in uscita				Q <sub>e,i</sub>
		1	2	3	4	
Rami in entrata	1	0 eph	2 eph	367 eph	0 eph	369 eph
	2	3 eph	0 eph	12 eph	0 eph	15 eph
	3	440 eph	12 eph	0 eph	1 eph	453 eph
	4	0 eph	1 eph	0 eph	0 eph	1 eph
Q <sub>u,i</sub>		443 eph	15 eph	379 eph	1 eph	838 eph

I dati geometrici inerenti larghezza dell'anello ANN, dei bracci in entrata ENT e dell'isola SEP sono i seguenti:

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

	<b>ANN 1</b> <b>6.00 m</b>	<b>ANN 2</b> 6.00 m	<b>ANN 3</b> 6.00 m	<b>ANN 4</b> 6.00 m
	1.170	1.170	1.170	1.170
	<b>ENT 1</b> <b>3.50 m</b>	<b>ENT 2</b> <b>3.50 m</b>	<b>ENT 3</b> <b>3.50 m</b>	<b>ENT 4</b> <b>3.50 m</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000
	<b>SEP 1</b> <b>7.50 m</b>	<b>SEP 2</b> <b>5.15 m</b>	<b>SEP 3</b> <b>7.00 m</b>	<b>SEP 4</b> <b>4.30 m</b>
	0.500	0.657	0.533	0.713

Le elaborazioni, eseguite in base alla configurazione di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

### Riserva di capacità

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
Q <sub>e</sub>	369 eph	15 eph	453 eph	1 eph
Q <sub>u</sub>	443 eph	15 eph	379 eph	1 eph
Q <sub>c</sub>	13 eph	367 eph	3 eph	455 eph
Q <sub>d</sub>	188 eph	437 eph	161 eph	533 eph
<b>C</b>	<b>1,198 eph</b>	<b>1,024 eph</b>	<b>1,217 eph</b>	<b>957 eph</b>
R <sub>c</sub> (%)	69%	99%	63%	100%
R <sub>c</sub>	829 eph	1,009 eph	764 eph	956 eph

Condizione di esercizio	Fluida	Fluida	Fluida	Fluida
-------------------------	--------	--------	--------	--------

### Capacità pratica

Ramo	Capacità Pratica		Flussi in ingresso	Verifica capacità pratica			
	(C-150)	(0.80xC)		C-150 > Q <sub>e</sub>		0.80C > Q <sub>e</sub>	
<b>1</b>	<b>1,048 eph</b>	<b>959 eph</b>	<b>369 eph</b>	<b>679 eph</b>	verificata	<b>590 eph</b>	verificata
<b>2</b>	<b>874 eph</b>	<b>819 eph</b>	<b>15 eph</b>	<b>859 eph</b>	verificata	<b>804 eph</b>	verificata
<b>3</b>	<b>1,067 eph</b>	<b>974 eph</b>	<b>453 eph</b>	<b>614 eph</b>	verificata	<b>521 eph</b>	verificata
<b>4</b>	<b>807 eph</b>	<b>766 eph</b>	<b>1 eph</b>	<b>806 eph</b>	verificata	<b>765 eph</b>	verificata

### Livello di Servizio

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4
C <sub>i</sub> (veic/h)	1,198 eph	1,024 eph	1,217 eph	957 eph
Q <sub>e,i</sub> (veic/h)	369 eph	15 eph	453 eph	1 eph
x	0.31	0.01	0.37	0.00
T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
d (sec)	5.87	3.64	6.56	3.77
LoS	A	A	A	A
Q <sub>95</sub>	1.32	0.04	1.75	0.00
L coda m.)	7.90	0.20	10.40	0.00

Dai prospetti sopra riportati si evince che la rotatoria funziona in maniera ottimale, con una riserva di capacità >30% e un ottimo livello di servizio in corrispondenza di tutti i rami.

## 8 VIABILITA' SECONDARIE

Per la realizzazione della suddetta infrastruttura è stato fondamentale prevedere alcune deviazioni delle viabilità di entità minore. Quest'ultime sono dei brevi tratti di ripristino e/o di ricucitura della rete locale circostante, necessarie per garantire la continuità dei collegamenti infrastrutturali. Dunque, tali viabilità possono considerarsi a "destinazione particolare" come da art. 2 comma 2 del Dlgs 285/92.

Sono state previste due diverse tipologie di sezione tipo, in funzione delle dimensioni della viabilità preesistente ripristinata, ovvero:

- Tipo 1: carreggiata da 4.00 m. costituita da una corsia da 3.50 m. con banchina in destra ed in sinistra da 0.25 m. ciascuna;
- Tipo 2: carreggiata da 6.00 m. costituita da due corsie da 2.75 m. ciascuna. affiancate da banchine da 0.25m.

Gli elementi marginali saranno costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 0.75 m. per le Tipo 1 e 1.30 per le Tipo 2, contenuti entrambi da un cordolo di conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate di norma avrà una pendenza strutturale massima di 2/3.

Per maggiori dettagli si consultino gli elaborati specifici.

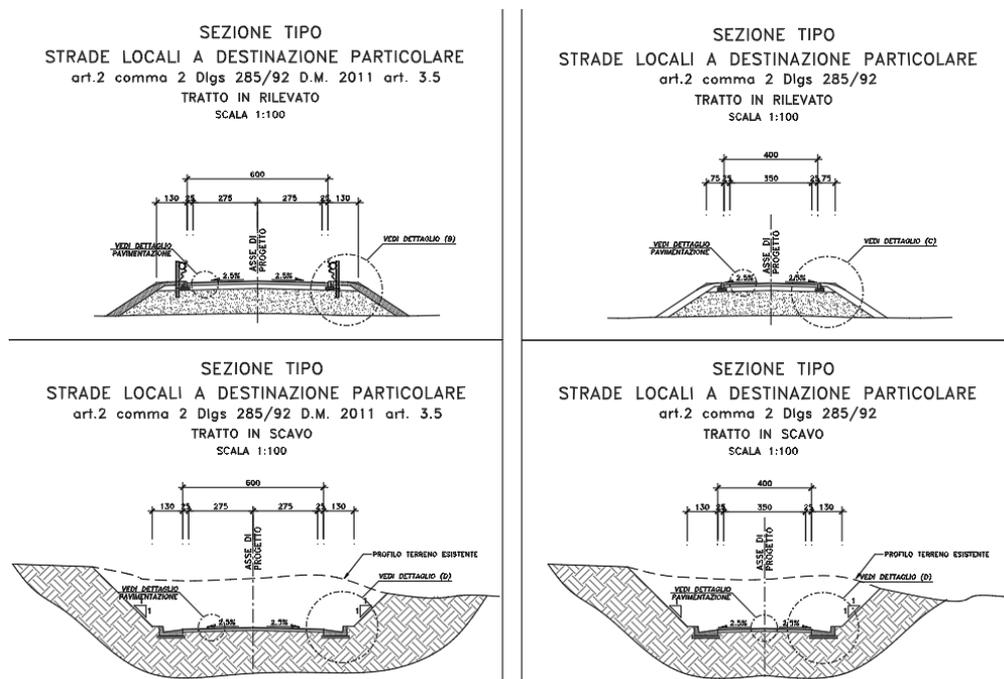


Figura 49 - Sezioni tipo viabilità secondarie (Tipo 1 e Tipo 2)

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### 8.1 AS\_E00 – AS\_E01

Gli assi AS\_E00 e AS\_E01 sono stati previsti al fine di ricucire il collegamento di alcune viabilità residenziali alla S.S. 113 "Settentrionale Sicula" che altrimenti sarebbero state interrotte dalla realizzazione della nuova infrastruttura.

Il tracciato della AS\_E00 avrà una lunghezza  $L \cong 149.00$  m.; mentre la viabilità AS\_E01 avrà una lunghezza  $L \cong 82.00$  m. Entrambe le viabilità appartengono alla tipologia Tipo 1 (ovvero con carreggiata larga 4.00 m. e banchina in destra ed in sinistra pari a 0.25 m. ciascuna).

### 8.2 AS\_E06 – AS\_E07

Le viabilità AS\_E06 e AS\_E07 permettono il ricollegamento viario in una località commerciale e residenziale a sud della linea ferroviaria "Palermo – Messina" che altrimenti non avrebbero avuto sbocco a causa della realizzazione del nuovo collegamento.

Il tracciato della AS\_E06 avrà una lunghezza  $L \cong 196.00$  m. con una carreggiata da 4.00 m. (Tipo 1), mentre la AS\_E07 avrà una lunghezza  $L \cong 96.00$  m. e si riconnette alla rete esistente attraversando la nuova infrastruttura in sottopasso. La sezione è assimilabile alla Tipo 2, ovvero con corsia per senso di marcia pari a 2.75 m. e banchina pari a 0.25 m. per senso di marcia.

### 8.3 AS\_E10 – AS\_E13

Le viabilità AS\_E10 e AS\_E13 sono delle brevi riconessioni per stradine campestri situate rispettivamente a nord e a sud dello svincolo con l'A19 "Autostrada Palermo-Catania". Esse, a causa della nuova realizzazione, risulterebbero non connesse al territorio limitrofo.

Il tracciato della AS\_E10 avrà lunghezza  $L \cong 517.00$  m e quello della AS\_E13 si estende per una lunghezza  $L \cong 305.00$  m. Entrambi i tracciati hanno una carreggiata da 4.00 m. e banchina in destra ed in sinistra pari a 0.25 m (Tipo 1).

### 8.4 AS\_E12

Il tracciato della AS\_E12 si estende a nord dell'A19 "Autostrada Palermo-Catania" e prosegue a sud della stessa, attraversando l'autostrada in cavalcavia. Tale viabilità è necessaria per avere una riconnessione con il territorio agricolo e residenziale circostante, che con la realizzazione della nuova infrastruttura verrebbe meno.

Il tracciato della AS\_E12 si estenderà per una lunghezza  $L \cong 670.00$  m. La viabilità avrà una carreggiata da 6.00 m., con due corsie da 2.75 m. e 0.25 m. di banchina in destra ed in sinistra (Tipo 2).

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### **8.5 AS\_E29 – AS\_E30**

Gli assi AS\_E29 e AS\_E30 sono stati predisposti per il ricollegamento di una località periferica e campestre della città di Villabate con la zona residenziale sempre della stessa cittadina che oltremodo risulterebbero isolate a causa della realizzazione della nuova viabilità "Palermo – Bolognetta".

Il tracciato dell'AS\_E29 si svilupperà per una lunghezza  $L \cong 83.00$  m e quello della AS\_E30 avrà una lunghezza pari  $L \cong 535.00$  m. Entrambe le due viabilità hanno una carreggiata da 4.00 m. con corsia pari a 3.50 m. e banchine di 0.25 m. (Tipo 1).

### **8.6 AS\_E40**

Il tracciato della AS\_E40 consente il ricollegamento di alcune viabilità campestri con annesse proprietà ed accessi privati ad abitazioni nei pressi delle Contrade Feotto Cannita (Misilmeri), le quali, conseguentemente alla realizzazione del nuovo collegamento, risulterebbero isolate nel territorio circostante.

Il tracciato della AS\_E40 avrà lunghezza pari a  $L \cong 170.00$  m. ed appartiene alla tipologia Tipo 1 (ovvero con una carreggiata avente larghezza di 4.00 m. e banchina pari a 0.25 m.).

### **8.7 AS\_E46**

La viabilità della AS\_E46 è una breve riconnessione che si allaccia all'asse della AS\_E47 e permette la ricucitura di una serie di percorsi rurali con delle proprietà e fondi privati situate nella contrada Bassano a Misilmeri.

Il tracciato della AS\_E46 si estenderà per una lunghezza pari a  $L \cong 58.00$  m. ed appartiene alla tipologia Tipo 1 (ovvero con una carreggiata avente larghezza di 4.00 m. e banchina pari a 0.25 m.).

### **8.8 AS\_E47**

Il tracciato della AS\_E47 permette una riconnessione delle numerose stradine campestri presenti nella località "Valanca" di Misilmeri. Esse, in conseguenza della realizzazione della nuova viabilità, risulterebbero isolate nel territorio circostante e per tale motivo è stato necessario prevedere un ricollegamento.

Il tracciato della AS\_E47 avrà lunghezza  $L \cong 1467.00$  m. e sezione è assimilabile ad una Tipo 2 (ovvero con due corsie per senso di marcia pari a 2.75 m. ciascuna e banchina pari a 0.25 m.).

### **8.9 AS\_E58 – AS\_E60**

Le viabilità AS\_E58 e AS\_E60 sono dei brevi collegamenti che sono stati previsti al fine di riconnettere alcune viabilità circostanti alla periferia di Misilmeri, che sarebbero state interrotte dalla realizzazione della nuova infrastruttura. La AS\_E58 si ricollega alla viabilità secondaria AS\_E47 mentre la AS\_E60 è necessaria per ricucire una viabilità campestre limitrofa al nuovo collegamento.

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

I tracciati della AS\_E58 e della AS\_E60 hanno una lunghezza parti rispettivamente a  $L \cong 142.00$  m. e  $L \cong 104.00$  m. Entrambe le due viabilità hanno una carreggiata da 6.00 m. con corsia pari a 2.75 m. e banchine di 0.25 m ognuna (Tipo 1).

### **8.10 AS\_E63**

Il tracciato della AS\_E63 permette il collegamento di brevi tratti campestri con accessi ad abitazioni e fondi privati alla Strada Provinciale dell'Eleuterio, passando sotto il viadotto "Palmerino" (V06) della nuova infrastruttura di progetto.

Il tracciato della AS\_E63 avrà una lunghezza di  $L \cong 109.00$  m. ed avrà una sezione assimilabile alla tipologia 1 (Tipo 1), ovvero con una carreggiata avente larghezza di 4.00 m. e banchina pari a 0.25 m.)

### **8.11 AS\_E66 – AS\_E71**

Le viabilità secondarie AS\_E66 e AS\_E71 consentono il collegamento di diverse viabilità campestri nei pressi della periferia di Misilmeri ed i relativi accessi e fondi privati. L'inserimento di tali ricuciture risulta importante poiché altrimenti risulterebbero non riconnessi con l'ambiente circostante.

La viabilità AS\_E66 si riconnette alla provinciale S.P.15, superando il nuovo collegamento sotto il viadotto "Palmerino" (V06).

Il tracciato della AS\_E66 avrà una lunghezza  $L \cong 714.00$  m., con una carreggiata da 4.00 m. (Tipo 1), mentre AS\_E71 avrà una lunghezza  $L \cong 107.00$  m., con una sezione assimilabile alla tipologia 1 (Tipo 1).

### **8.12 AS\_E75**

La viabilità della AS\_E75 è stata studiata per il ricollegamento di alcune viabilità di natura prettamente privata in una zona residenziale nei pressi della Contrada Cavallaro (Misilmeri). La viabilità AS\_E75 si trova nei pressi nel nuovo svincolo di progetto (SV03).

Il tracciato della AS\_E75 avrà una lunghezza  $L \cong 212.00$  m. e la sezione adottata è quella della tipologia 1 (Tipo 1), ovvero con una carreggiata da 6.00 m. con corsia pari a 2.75 m. e banchine di 0.25 m. ognuna.

### **8.13 AS\_E84 – AS\_E85**

I tracciati della AS\_E84 e AS\_E85 sono state studiate per riconnettere alcune stradine campestri che non avrebbero più avuto sbocco a causa della nuova costruzione. La AS\_E84 si ricollega alla statale S.S. 121 "Cataneese", oltrepassando, con un sottopasso, la nuova infrastruttura; mentre, la AS\_E85 affianca il nuovo collegamento per tutto lo sviluppo della ricucitura.

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

La lunghezza della AS\_E84 sarà pari a  $L \cong 109.00$  m., mentre la AS\_E85 avrà una lunghezza pari a  $L \cong 252.00$  m. Entrambi i tracciati hanno una carreggiata da 4.00 m. con corsia pari a 3.50 m. e banchina in destra ed in sinistra pari a 0.25 m (Tipo 1).

#### **8.14 AS\_E91 – AS\_E93**

I tracciati delle AS\_E91 e AS\_E93 permettono la riconnessione con alcune viabilità campestri che altrimenti risulterebbero isolate rispetto all'ambiente limitrofo.

La lunghezza della AS\_E91 sarà pari a  $L \cong 217.00$  m. e si collega alla AS\_E93 sopra la galleria "Bassano" (GN02). La lunghezza della AS\_E93 sarà pari a  $L \cong 243.00$  m. La tipologia di sezione adottata per quest'ultima è assimilabile ad una Tipo 1, ovvero con una carreggiata di 4.00 m. e una banchina di 0.25 m. in destra ed in sinistra rispettivamente. Il tracciato della AS\_E93 avrà lunghezza  $L \cong 243.00$  m. ed una sezione assimilabile ad una Tipo 2 (ovvero con due corsie per senso di marcia pari a 2.75 m. ciascuna e banchina pari a 0.25 m.).

#### **8.15 AS\_E98 – AS\_E100**

Gli assi AS\_E00 e AS\_E01 sono stati predisposti al fine di ricucire il collegamento di alcune viabilità campestri in prossimità della Contrada Feotto a Misilmeri che altrimenti sarebbero state interrotte dalla realizzazione della nuova infrastruttura. La AS\_E100 si unisce alla AS\_E98 per ricucire la viabilità circostante, passando sopra la galleria "Savona" (GN04).

Il tracciato della AS\_E98 e della AS\_E100 avranno una lunghezza rispettivamente pari a  $L \cong 147.00$  m. e  $L \cong 325.00$  m. entrambe con una carreggiata da 4.00 m. e banchina da 0.25 m. (Tipo 1).

#### **8.16 AS\_E110**

La viabilità AS\_E110 consente il collegamento di diverse reti di collegamento minori con i relativi accessi e proprietà private e si ricollega alla S.S. 121 "Cataneese" attraverso un sottopasso così da permettere il ricollegamento alla statale, altrimenti non possibile.

Il tracciato della AS\_E110 avrà una lunghezza pari a  $L \cong 705.00$  m con carreggiata da 4.00 m. e banchine da 0.25 m. (Tipo 1).

#### **8.17 AS\_E125**

Il tracciato della AS\_E125 è stato studiato per ricucire una viabilità campestre con accessi a proprietà private; oltrepassa la nuova infrastruttura sotto il viadotto "Milica" (V13) ed avrà una lunghezza  $L \cong 260.00$  m. La sezione adottata per tale viabilità è assimilabile alla tipologia 1 (Tipo 1), ovvero con carreggiata pari a 4.00 m. e banchine pari a 0.25 m. ciascuna (Tipo 1).

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

### **8.18 AS\_157**

L'asse della AS\_157 è stato predisposto per ricollegare la viabilità campestre esistente nei pressi della rotatoria di Bolognetta. Esso si sviluppa affiancando uno dei bracci secondari della rotatoria, nello specifico quello che si collega a Via Baucina (Bolognetta).

La lunghezza della AS\_E157 è pari a  $L \cong 186.00$  m. con una carreggiata di 4.00 m. e una banchina di 0.25 m. in destra ed in sinistra rispettivamente (Tipo 1).

### **8.19 AS\_E160\_S - AS\_E160\_D**

Gli assi della AS\_E160\_S e della AS\_E160\_D consentono il collegamento di differenti viabilità campestri con annesse proprietà private. Anche queste viabilità si sviluppano in affiancamento all'ultimo tratto in adeguamento del nuovo itinerario, immediatamente a seguito della rotatoria di progetto a Bolognetta.

La AS\_E160\_S avrà uno sviluppo di  $L \cong 148.00$  m, mentre la AS\_E160\_D avrà una lunghezza pari a  $L \cong 44.00$  m. Entrambe le viabilità secondarie si sviluppano con una carreggiata pari a 4.00 m. e una banchina di 0.25 m. in destra ed in sinistra (Tipo 1).

### **8.20 AS\_E161**

Il tracciato della AS\_E161 è stato predisposto in affiancamento all'adeguamento in sede del nuovo collegamento, nello specifico nel tratto terminale dello stesso nei pressi di Bolognetta. In questo specifico tratto sono presenti diversi accessi privati che devono essere riconnessi al territorio circostante, altrimenti risulterebbero isolati.

La lunghezza della AS\_E161 sarà pari a  $L \cong 445.00$  m. Il tracciato ha una carreggiata di 4.00 m. con banchina in destra ed in sinistra pari a 0.25 m. ognuna (Tipo 1).

### **8.21 AS\_E163**

L'asse della AS\_E163, come la precedente AS\_E161, è stato studiato per permettere il ricollegamento di alcune viabilità con i relativi accessi e fondi privati. Tale viabilità riconnette le viabilità presenti nel tratto finale della nuova infrastruttura in prossimità della Contrada Culinazzo (Bolognetta).

La lunghezza della AS\_E163 avrà estensione pari a  $L \cong 125.00$  m. con carreggiata pari a 4.00 m. e banchina pari a 0.25 m. (Tipo 1).

SS 121 "Catanese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

## 9 SOVRASTRUTTURA STRADALE

---

### 9.1 PREMESSA

Nel presente capitolo sarà sviluppato il dimensionamento delle pavimentazioni stradali previste nel progetto. Il calcolo è finalizzato a verificare che le pavimentazioni abbiano una resistenza a fatica tale da rimanere in efficienza durante tutta la vita utile prevista e che se ne debba prevedere il rifacimento integrale solo al termine di quest'ultima.

Le verifiche sono state eseguite con la metodologia semi-empirica dell'AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.

### 9.2 METODO AASHTO

Il metodo AASHTO permette di ricavare il numero totale di passaggi di assi equivalenti da 8.2t ( $N_{8,2max}$  [ESALS]) che una pavimentazione di assegnate caratteristiche meccaniche riesce a sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità accettabile, in relazione alla "Affidabilità" richiesta.

Il numero ricavato è confrontato con quello dei passaggi di assi standard alla fine della "Vita utile" ( $N_{8,2}$ ), calcolati attraverso lo spettro di traffico indicato nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali CNR.

L'obiettivo si sostanzia attraverso la definizione dei seguenti parametri:

- La "Vita utile", intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite;
- Lo "stato limite", cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario intervenire. Nel metodo empirico si fa riferimento al PSI (Present Serviceability Index);
- L'"affidabilità", cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile.

#### 9.2.1 Valutazione del traffico veicolare

Il traffico veicolare è stato desunto dallo studio di traffico prodotto da ANAS.

Ai fini del dimensionamento della pavimentazione, il TGM considerato è quello al primo anno di apertura (2027), di cui al prospetto seguente, dal quale sono anche desumibili percentuali di traffico pesante e split:

<b>SS 121 "Catanesa"</b> <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> <b>Progetto definitivo</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>UP62</b>	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

VIABILITA'		direzione EST			direzione OVEST			TOTALI		SPLIT	
		TGM		% P	TGM		% P	TGM	% P		
Categoria	Tratta	L	P			L		P			L+P
AE	A19 (PA-Bagheria)	23703	1123	4.52%	22730	1051	4.42%	48607	4.47%	51.07%	48.93%

VIABILITA'		direzione SUD			direzione NORD			TOTALI		SPLIT	
		TGM		% P	TGM		% P	TGM	% P		
Categoria	Tratta	L	P			L		P			L+P
C1	Bagheria - A19	4543	54	1.17%	6645	32	0.48%	11274	0.76%	40.78%	59.22%
B	A19 - Misilmeri Nord	5161	50	0.96%	8610	37	0.43%	13858	0.63%	37.60%	62.40%
	Misilmeri Nord - Misilmeri Sud	5467	50	0.91%	8274	37	0.45%	13828	0.63%	39.90%	60.10%
	Misilmeri Sud - Bolognetta Nord	7388	289	3.76%	8368	160	1.88%	16205	2.77%	47.37%	52.63%
C1	Bolognetta Nord - Bolognetta Sud	2602	119	4.37%	3299	104	3.06%	6124	3.64%	44.43%	55.57%

In base ai dati dello studio di traffico, il tasso annuo d'incremento del traffico pesante è pari al 1.55% circa, con una vita utile pari a 25 anni.

Nel seguito sono riportati i dati di riferimento che saranno successivamente utilizzati per le verifiche:

Categoria di strada	<b>AE</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
TGM al primo anno di apertura della strada (veic/giorno)	48607	16205	11274
Numero giorni commerciali per settimana	7	7	7
Numero settimane commerciali per anno	52	52	52
Aliquota di traffico per direzione più carica	52%	53%	60%
Percentuale veicoli commerciali	4.50%	2.80%	1.00%
Aliquota veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale	90%	90%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	0.80	0.80	0.80
Numero medio di assi per veicolo commerciale	2.73	2.53	2.12
Tasso di crescita annuale traffico durante la vita utile	1.55%	1.55%	1.55%
Vita utile (anni)	25	25	25

### 9.2.2 Numero dei passaggi di veicoli commerciali previsto alla fine della "Vita utile"

La vita utile della pavimentazione è pari a 25 anni per tutti i pacchetti di pavimentazione previsti.

Il numero di passaggi cumulati di veicoli commerciali alla fine della Vita utile è fornito dalla seguente espressione:

$$T^N = N_{vca} \cdot \frac{(1 + R)^N - 1}{R}$$

N è la vita utile della sovrastruttura espressa in anni;

R è il tasso di incremento annuo del traffico commerciale;

$N_{vca}$  è il numero dei passaggi di veicoli commerciali che si prevede transiterà durante il primo anno successivo all'apertura della strada, ed è definito da:

$$N_{vca} = TGM_{tot} \cdot p_c \cdot p_{sm} \cdot p_{corsia} \cdot d \cdot gg_{comm}$$

$TGM_{tot}$  il traffico giornaliero medio TGM in veicoli/giorno, che transita o si presume che transiterà nell'infrastruttura durante il primo anno di vita utile;

$p_c$  la percentuale di veicoli commerciali di peso non inferiore a 3 ton sul traffico totale;

$p_{sm}$  aliquota di traffico nella direzione più carica;

$p_{corsia}$  la percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale;

d coefficiente di dispersione delle traiettorie;

gg<sub>comm</sub> numero di giorni commerciali per anno.

Noto il numero dei veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta alla fine della vita utile, il calcolo del numero di assi standard equivalenti è stato eseguito ricorrendo ai coefficienti di equivalenza definiti da AASHTO e agli spettri di traffico suggeriti nel Catalogo delle Pavimentazioni Stradali:

Tipologie di veicoli commerciali		Numero totale	Tipi di veicoli commerciali, numero d'assi, distribuzione dei carichi per asse														
			Numero di assi distribuiti per peso	Peso assi (kN)													
				10	20	20	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
1	Autocarri leggeri	2	1	1													
2	Autocarri leggeri	2		1	1												
3	Autocarri medi e pesanti	2				1					1						
4	Autocarri medi e pesanti	2					1							1			
5	Autocarri pesanti	3				1				2							
6	Autocarri pesanti	3						1				2					
7	Autotreni e autoarticolati	4				1				2	1						
8	Autotreni e autoarticolati	4						1				3					
9	Autotreni e autoarticolati	5				1				4							
10	Autotreni e autoarticolati	5						1			2	2					
11	Autotreni e autoarticolati	5				1				3		1					
12	Autotreni e autoarticolati	5						1			3		1				
13	Mezzi d'opera	5						1						1		1	3
14	Autobus	2				1				1							
15	Autobus	2							1				1				
16	Autobus	2						1		1							

Veicoli commerciali, numero di assi, distribuzione dei carichi per asse (Catalogo Pavimentazioni CNR)

Tipo di strada		Categoria strada	Spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada															
			Tipo di veicolo															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Autostrade extraurbane	AE	12.20	0.00	24.40	14.60	2.40	12.20	2.40	4.90	2.40	4.90	2.40	4.90	0.10	0.00	0.00	12.20
2	Autostrade urbane	AU	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00
3	Strade extraurbane principali e secondarie	B	0.00	13.10	39.50	10.50	7.90	2.60	2.60	2.50	2.60	2.50	2.60	2.60	0.50	0.00	0.00	10.50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	0.00	0.00	58.80	29.40	0.00	5.90	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.90
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	24.50	0.00	40.80	16.30	0.00	4.15	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	12.20
6	Strade urbane di scorrimento	D	18.20	18.20	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	18.20	27.30	0.00
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
	Strade urbane locali	FU	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00
8	Corsie preferenziali	PR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00	53.00	0.00

Tipici spettri di traffico di veicoli commerciali per ciascun tipo di strada (Catalogo Pavimentazioni CNR)

In definitiva, si pone:

$$N_{8,2} = T^N \cdot C_{SN} \cdot n_a$$

in cui  $n_a$  è il numero medio di assi per veicolo commerciale;  $C_{SN}$  un coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, di peso  $P_i$  e tipologia  $T_i$ , e l'asse singolo standard da 8,2 ton, ed è definito dalla seguente espressione:

$$C_{SNi} = C_{SN} (P_i, T_i, PSF_f) = 10^{-A}$$

$$A = \left\{ 4.79 \cdot [\log(18 + 1) - \log(0.225 \cdot P_i + T_i)] + 4.33 \cdot \log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\}$$

$$G = \log \frac{PSI_i - PSI_f}{2.7}$$

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081 \cdot (0.225 \cdot P_i + T_i)^{3.23}}{\left( \frac{SN}{2.54} + 1 \right)^{5.19} \cdot T_i^{3.23}}$$

$PSI_i$  è il Present Serviceability Index all'apertura della strada, assunto pari a 4.2 per tenere conto delle inevitabili imperfezioni costruttive;

$PSI_f$  è il Present Serviceability Index al termine della vita utile, assunto in funzione del tipo di strada e scelto in base alle indicazioni del Catalogo delle Pavimentazioni CNR;

SN è l'Indice Strutturale relativo alla sovrastruttura, meglio definito nel seguito.

Tipo di strada		Cat. strada	Affidabilità	PSI
1	Autostrade extraurbane	AE	90%	3,00
2	Autostrade urbane	AU	95%	3,00
3	Strade extraurbane principali e secondarie a forte traffico	B	90%	2,50
4	Strade extraurbane secondarie ordinarie	C	85%	2,50
5	Strade extraurbane secondarie turistiche	FE	80%	2,50
6	Strade urbane di scorrimento	D	95%	2,50
7	Strade urbane di quartiere e locali	E	90%	2,00
	Strade urbane locali	FU	90%	2,00
8	Corsie preferenziali	PR	95%	2,50

### 9.2.3 Indice Strutturale (o Structural Number) SN della pavimentazione

Lo "Structural Number" SN è un parametro che tiene conto della "resistenza strutturale" della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati  $s_i$ , della "resistenza" dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i "coefficienti strutturali di strato"  $a_i$ , e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i "coefficienti di drenaggio"  $m_i$ . L'espressione analitica dello Structural Number è:

$$SN = \sum_i a_i \cdot s_i \cdot m_i$$

- $i$  è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- $a_i$  è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e proprietà del materiale;
- $s_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo della sovrastruttura in pollici (inch);
- $m_i$  è un coefficiente funzione della qualità del drenaggio e della percentuale di tempo durante il quale la pavimentazione è esposta a livelli di umidità prossimi alla saturazione.

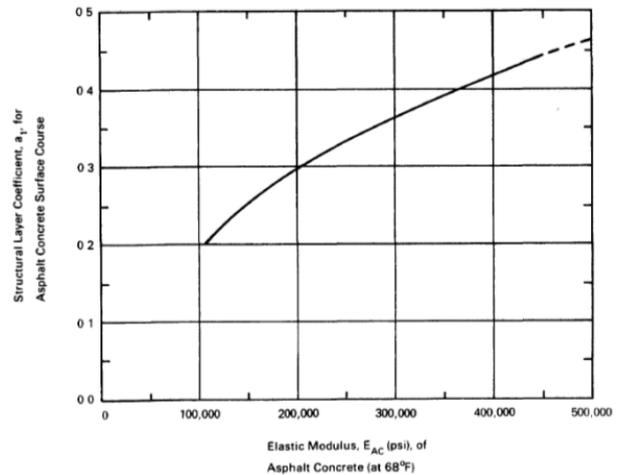
I coefficienti di struttura per gli strati di usura ( $a_1$ ) e di base ( $a_3$ ) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti nell'AASHTO Guide. Il valore del coefficiente dello strato di collegamento (binder) ( $a_2$ ), invece, si ricava per interpolazione lineare tra i parametri  $a_1$  e  $a_3$  (poiché negli Stati Uniti non è previsto tale strato), utilizzando il corrispondente valore della stabilità Marshall. Il coefficiente di struttura dello strato di fondazione  $a_4$  in misto granulare si ricava utilizzando l'apposito nomogramma dell'AASHTO Guide in funzione del CBR della fondazione.

Il metodo AASHTO caratterizza i conglomerati bituminosi per mezzo della stabilità Marshall a 50 colpi.

Nella tabella a lato sono riportati i valori della stabilità a 75 colpi (secondo la normativa italiana), espressi in daN e della corrispondente a 50 colpi, espressa in libbre.

	Stabilità Marshall			
	Strato	S <sub>75</sub> (daN)	S <sub>50</sub> (daN)	S <sub>50</sub> (lb)
usura		1100	916.67	2060.67
binder		1000	833.33	1873.33
base		800	666.67	1498.67

A questo proposito si deve rilevare che la procedura AASHTO consente la valutazione del coefficiente  $a_1$  per mezzo di un apposito diagramma, che mette però in relazione detto parametro con il *modulo resiliente del conglomerato bituminoso*. Non essendo disponibili correlazioni dirette tra la stabilità Marshall e il modulo resiliente del conglomerato bituminoso, tali da consentire l'utilizzo diretto del diagramma di cui alla figura, le valutazioni sono state eseguite utilizzando i dati contenuti nel prospetto seguente, prendendo a riferimento e mediando i parametri evidenziati, tipici dei conglomerati bituminosi per usura, da cui risulta:



$$a_1 = 0.50 * (0.425 + 0.450) \cong 0.43$$

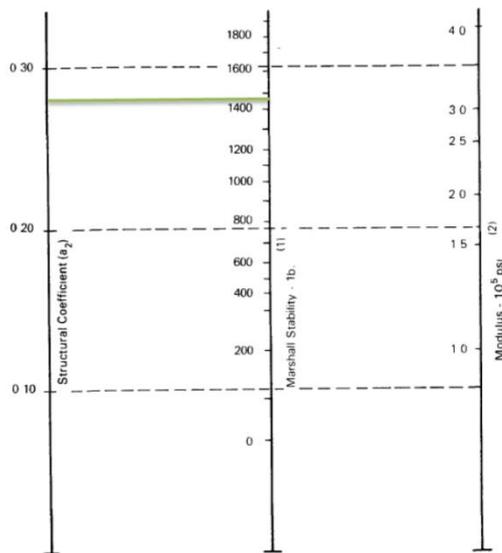
Pavement Layer	Layer Strength Coefficient $a_i$				
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRR1 (1993b)	Cenek and Patrick (1994)
<i>Surface Courses</i>					
Surface Treatment (ST)			0.20 - 0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)	0.200		0.200		0.200
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 68F, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 68F, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 68F, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 68F, E = 400,000 psi		0.425			
<i>Base Courses</i>					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam (WBM)				0.140	0.140
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100		
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
Bituminous Base Material			0.320		
Dense Bituminous Macadam/ Built-Up Spray Grout (BUSG)				0.200	
Thin Bituminous Layer, BT				0.160	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120			
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
<i>Sub-base Courses</i>					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett (1994)

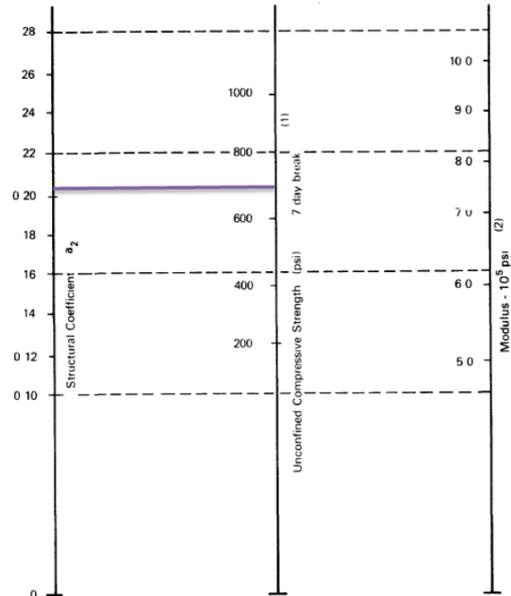
Il coefficiente di struttura  $a_3$  per lo strato di base (che corrisponde ad  $a_2$  nella metodologia AASHTO, dato che nei paesi anglosassoni non si usa distinguere il binder) è stato desunto dall'apposito nomogramma, valutato con riferimento alla specifica stabilità Marshall ( $S_{50} \cong 1498$  lb), da cui risulta  $a_3 = 0.28$ .

Per quanto detto in precedenza, il coefficiente di struttura dello strato di collegamento (binder) è stato calcolato per interpolazione lineare tra  $a_1$  e  $a_3$ , ognuno con il proprio valore di stabilità Marshall, da cui risulta  $a_2 = 0.38$ .

Il coefficiente di struttura per lo strato in misto cementato è stato ottenuto utilizzando l'apposito nomogramma AASHTO, che in questo caso mette in relazione questo parametro con la resistenza a compressione a 7 gg. Il capitolato ANAS indica un range 2.5 – 5.5 MPa ed è stato scelto il valore di 5.00 Mpa. Pertanto, risulta  $a_4 = 0.20$ .



(1) Scale derived by correlation obtained from Illinois  
 (2) Scale derived on NCHRP project (3)  
 Nomogramma per il calcolo di  $a_3$

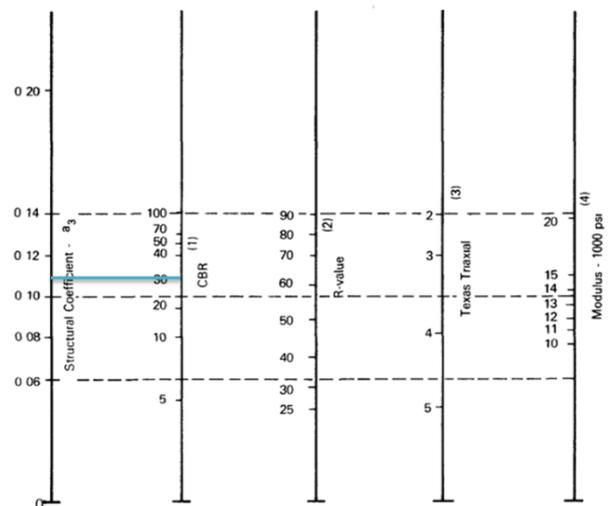


Nomogramma per il calcolo di  $a_4$

Il coefficiente di struttura  $a_5$  per lo strato in misto granulare stabilizzato granulometricamente è stato ricavato ancora mediante un nomogramma AASHTO in funzione del CBR. Il bollettino CNR sulle pavimentazioni richiede che, per questo strato, debba essere  $CBR \geq 30\%$ , da cui  $a_5 = 0.11$ .

In sintesi, i coefficienti di struttura sono i seguenti:

STRATO	COEFFICIENTE DI STRUTTURA
Usura	$a_1 = 0.43$
Binder	$a_2 = 0.38$
Base	$a_3 = 0.28$
Sub - base	$a_4 = 0.20$
Fondazione	$a_5 = 0.11$



(1) Scale derived from correlations from Illinois  
 (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming  
 (3) Scale derived from correlations obtained from Texas  
 (4) Scale derived on NCHRP project (3)

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

#### 9.2.4 Affidabilità percentuale R1 e fattore di Affidabilità Zr

Per "Affidabilità" s'intende la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile. L'affidabilità percentuale R1 è stata desunta dalla tabella, tratta dal Catalogo delle Pavimentazioni CNR, riportata al paragrafo 0. Definita R1, si determina il fattore di affidabilità Zr da inserire nella formula per il calcolo del numero massimo di passaggi di assi equivalenti (paragrafo 9.2.6):

Fattore di Affidabilità Zr				
R1	80%	85%	90%	95%
Zr	-0.841	-1.037	-1.282	-1.645

Fattore di affidabilità Zr

#### 9.2.5 Portanza del sottofondo

La "portanza" di un terreno è la sua capacità di sopportare i carichi senza che si verifichino eccessive deformazioni, che risultano essere di tipo elasto – plastico - viscoso.

Il parametro d'interesse da impiegare nel calcolo della pavimentazione con il metodo empirico è il Modulo Resiliente  $M_R$ . Per la sua valutazione sono state utilizzate le seguenti correlazioni:

$$M_d = \frac{CBR_{LAB}}{0.20}$$

$$M_R = 2555 \cdot (CBR_{LAB})^{0.64} \text{ (psi)}$$

in cui:

- $M_d$  Modulo di deformabilità, ottenuto attraverso prove di carico su piastra di 300 mm;  
 CBR Indice di CBR del sottofondo.

Tenuto conto che il CSA ANAS prescrive che: "L'ultimo strato di 30 cm, costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, dovrà presentare un grado di costipamento pari, o superiore, al 95%; il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a 50 MPa, nell'intervallo compreso tra 50÷150 kPa (0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>) sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato", nei calcoli si è assunto un valore del modulo di deformazione del sottofondo pari a  **$M_D = 50 \text{ MPa}$** .

#### 9.2.6 Numero massimo di passaggi di assi equivalenti da 8,2 ton.

Il numero massimo di passaggi di assi equivalenti che la pavimentazione può sopportare ( $N_{8,2max}^*$ ) è ricavabile dalla seguente espressione:

$$\log(N_{8,2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

essendo:

- $\Delta PSI$  la differenza tra l'indice di funzionalità della pavimentazione e al termine della vita utile;

SS 121 "Cataneese" <i>Itinerario Palermo – Agrigento – S.S. 121 Tratto A19 – Bolognetta</i> Progetto definitivo		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<b>Relazione tecnica stradale</b>	

$S_0$  la deviazione standard relativa all'aleatorietà delle previsioni di traffico e delle prestazioni della pavimentazione, assunta pari a 0.45;

$M_R$  il modulo resiliente del sottofondo, espresso in psi;

SN l'indice strutturale della pavimentazione precedentemente definito

Occorre poi valutare la correzione per la temperatura ( $R$ ), al fine di considerare il diverso comportamento dei materiali che si trovano in zone climatiche differenti da quelle in cui è stato validato il modello:

$$\log(N_{8,2max}) = \log(N_{8,2max}^*) - \log R$$

### 9.2.7 Verifica della pavimentazione – Fattore di sicurezza a fatica FS

I risultati delle verifiche sono espressi attraverso il "fattore di sicurezza a fatica FS", dato dal rapporto tra il numero massimo ( $N_{8,2max}$ ) di passaggi di assi equivalenti sopportabili dalla struttura nell'arco della vita utile e il numero di assi effettivamente transitanti sulla pavimentazione  $N_{8,2}$  nel medesimo intervallo temporale:

$$FS = \frac{N_{8,2max}}{N_{8,2}}$$

## 9.3 ASSE PRINCIPALE E RAMPE DI SVINCOLO

Dati i volumi di traffico e le relative mix di progetto, sono stati scelti i seguenti pacchetti di pavimentazione semi-rigida:

#### Autostrada A19 - Categoria AE – Spessore totale 70 cm.

- Usura in CB chiuso: 4 cm.
- Binder CB caldo: 7 cm.
- Base CB caldo. 15 cm.
- Sub base in misto cementato 20 cm.
- Fondazione in misto granulare: 24 cm.

#### SS127 - Categoria B/C1– Spessore totale 55 cm.

- Usura in CB chiuso: 4 cm.
- Binder CB caldo: 6 cm.
- Base CB caldo. 10 cm.
- Sub base in misto cementato 20 cm.
- Fondazione in misto granulare: 15 cm.

Tra lo strato d'usura e il binder è prevista una mano d'attacco con bitume modificato hard, mentre tra lo strato di binder e la base sarà stesa una mano d'attacco con emulsioni bituminose non modificate.

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzati i dati utilizzati per le verifiche:

Le verifiche, come risulta dai prospetti seguenti, hanno dato tutte esito positivo, con un coefficiente di sicurezza a fine vita utile sempre  $FS \gg 1$ .

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA AE

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	Var	unità	
Tipo di strada di progetto	Cat.		AE
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			1
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PSI) iniziale	PSI <sub>i</sub>		4.2
Present Serviceability Index (PSI) finale	PSI <sub>f</sub>		2.5

Portanza del sottofondo	Var	unità	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	77
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	11168

Structural Number caratteristico della pavimentazione	sp (cm)	(inch)	ai	mi	SN (inch)
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	7	2.76	0.38	1.0	1.05
Strato di Base	15	5.91	0.28	1.0	1.65
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	24	9.45	0.11	1.0	1.04
	70			Totale	5.99

<b>Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo</b>	SN	inch	5.99
---	----	------	------

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	Var	unità	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	48607
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p <sub>c</sub>	%	4.50%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p <sub>sm</sub>	%	52%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p <sub>corsia</sub>	%	90%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg <sub>sett</sub>	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s <sub>anno</sub>	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N <sub>vco</sub>	num.	298,091
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n <sub>a</sub>	num.	2.73
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.55%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM <sub>f</sub>	veicoli/giorno	71400
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T <sup>N</sup>	num.	9,018,115

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	Var	unità	
Coefficiente di equivalenza	C <sub>sN</sub>		2.727
<b>Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: n<sub>a</sub>xT<sup>N</sup> x C<sub>sN</sub></b>	<b>N<sub>8.2</sub></b>		<b>67,130,379</b>

Affidabilità di progetto	Var	unità	
Affidabilità percentuale di progetto	R <sub>1</sub>	%	90%
fattore di affidabilità	Z <sub>R</sub>		-1.282
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S <sub>0</sub>		0.45

Condizioni climatiche	Var	unità	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - N <sub>8.2max</sub>	Var	unità	
---	-----	-------	--

$$\log(N_{8.2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	8.00
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup>	99,699,260

<b>Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti</b>	<b>N<sub>8.2max</sub></b>	<b>99,699,260</b>
---	---------------------------	-------------------

<b>Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2</b>	<b>FS</b>	<b>1.49</b>
<b>Status Check</b>	<b>Ch</b>	<b>OK</b>

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA B

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	Var	unità	
Tipo di strada di progetto	Cat.		B
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PSI) iniziale	PSI <sub>i</sub>		4.2
Present Serviceability Index (PSI) finale	PSI <sub>f</sub>		2.5

Portanza del sottofondo	Var	unità	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	77
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	11168

Structural Number caratteristico della pavimentazione	sp (cm)	(inch)	ai	mi	SN (inch)
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	6	2.36	0.38	1.0	0.90
Strato di Base	10	3.94	0.28	1.0	1.10
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	15	5.91	0.11	1.0	0.65
	55			Totale	4.90

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	4.90
--	----	------	------

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	Var	unità	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	16205
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p <sub>c</sub>	%	2.80%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p <sub>sm</sub>	%	53%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p <sub>corsia</sub>	%	90%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg <sub>sett</sub>	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s <sub>anno</sub>	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N <sub>vco</sub>	num.	63,026
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n <sub>a</sub>	num.	2.53
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.55%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM <sub>f</sub>	veicoli/giorno	23804
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T <sup>N</sup>	num.	1,906,707

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	Var	unità	
Coefficiente di equivalenza	C <sub>sN</sub>		1.958

Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: n <sub>a</sub> xT <sup>N</sup> x C <sub>sN</sub>	N <sub>8.2</sub>		9,445,306
---	------------------	--	-----------

Affidabilità di progetto	Var	unità	
Affidabilità percentuale di progetto	R <sub>1</sub>	%	90%
fattore di affidabilità	Z <sub>R</sub>		-1.282
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S <sub>0</sub>		0.45

Condizioni climatiche	Var	unità	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - N <sub>8.2max</sub>	Var	unità	
---	-----	-------	--

$$\log(N_{8.2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	7.37
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup>	23,226,835

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N <sub>8.2max</sub>	23,226,835
--	---------------------	------------

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	FS	2.46
Status Check	Ch	OK

LAVORO: PAVIMENTAZIONI PER STRADE DI CATEGORIA C

VERIFICA PAVIMENTAZIONE STRADALE - AASHTO GUIDE DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES

Parametri fondamentali	Var	unità	
Tipo di strada di progetto	Cat.		C
Tipo di strada di progetto (Catalogo Pavimentazioni Stradali CNR)			3
Vita utile della pavimentazione	Vu	anni	25
Present Serviceability Index (PSI) iniziale	PSI <sub>i</sub>		4.2
Present Serviceability Index (PSI) finale	PSI <sub>f</sub>		2.5

Portanza del sottofondo	Var	unità	
Modulo deformabilità da prove di carico su piastra D300	Md	MPa	50
Valore del CBR del sottofondo	CBR	%	10
Modulo resiliente del sottofondo in MPa	Mr	MPa	77
Modulo resiliente del sottofondo in psi	Mr	psi	11168

Structural Number caratteristico della pavimentazione	sp (cm)	(inch)	ai	mi	SN (inch)
Strato di Usura drenante	4	1.57	0.43	1.0	0.68
Strato di Binder	6	2.36	0.38	1.0	0.90
Strato di Base	10	3.94	0.28	1.0	1.10
Sub-base in misto cementato	20	7.87	0.20	1.0	1.57
Fondazione in misto granulare stabilizzato	10	3.94	0.11	1.0	0.43
	50			Totale	4.69

Structural Number caratteristico della pavimentazione + sottofondo	SN	inch	4.69
--	----	------	------

Numero di passaggi di veicoli commerciali previsto nella Vita utile	Var	unità	
Traffico giornaliero medio all'attualità	TGM	veicoli/giorno	11274
Percentuale di veicoli commerciali di peso superiore a 3 ton	p <sub>c</sub>	%	1.00%
Percentuale di traffico nel senso di marcia	p <sub>sm</sub>	%	60%
Percentuale dei veicoli commerciali sulla corsia di calcolo	p <sub>corsia</sub>	%	100%
Coefficiente di dispersione delle traiettorie	d	%	80%
Numero giorni commerciali per settimana	gg <sub>sett</sub>	gg	7
Numero settimane commerciali per anno	s <sub>anno</sub>	sett.	52
numero di veicoli commerciali in transito durante il primo anno di vita utile	N <sub>vco</sub>	num.	19,698
Numero medio di assi per veicolo commerciale	n <sub>a</sub>	num.	2.12
incremento annuo di traffico commerciale	R	%	1.55%
Traffico giornaliero medio al termine della vita utile	TGM <sub>f</sub>	veicoli/giorno	16561
numero di veicoli commerciali transitanti nell'arco della vita utile	T <sup>N</sup>	num.	595,920

Numero di passaggi di assi standard equivalenti alla fine della Vita utile	Var	unità	
Coefficiente di equivalenza	C <sub>sN</sub>		1.946
<b>Numero di passaggi di assi equivalenti da 8.2 ton: n<sub>a</sub>xT<sup>N</sup> x C<sub>sN</sub></b>	<b>N<sub>8.2</sub></b>		<b>2,458,791</b>

Affidabilità di progetto	Var	unità	
Affidabilità percentuale di progetto	R <sub>1</sub>	%	85%
fattore di affidabilità	Z <sub>R</sub>		-1.037
deviazione standard relativa all'aleatorietà delle prev. Di traffico e prest. Pav.	S <sub>0</sub>		0.45

Condizioni climatiche	Var	unità	
Coefficiente di correzione	R		1.00

Calcolo del traffico sopportabile - N <sub>8.2max</sub>	Var	unità	
---	-----	-------	--

$$\log(N_{8.2max}^*) = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log(M_r) - 8.07$$

log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	log(N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup> )	7.34
traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N <sub>8.2max</sub> <sup>*</sup>	21,958,166

Traffico sopportabile in termini di assi standard da 8.2 ton equivalenti	N <sub>8.2max</sub>	21,958,166
--	---------------------	------------

Coefficiente di sicurezza N8.2max / N8.2	FS	8.93
Status Check	Ch	OK