



# ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

## CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO –CALTANISSETTA–A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:

TECHNITAL s.p.a. (mandataria)

S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.

DELTA Ingegneria s.r.l.

INFRATEC s.r.l Consulting Engineering

PROGIN s.p.a.

I RESPONSABILI DI PROGETTO

*Dott. Ing. M. Raccosta*

Ordine Ing. Verona n° A1665

*Prof. Ing. A. Bevilacqua*

Ordine Ing. Palermo n° 4058

*Dott. Ing. M. Carlino*

Ordine Ing. Agrigento n° A628

*Dott. Ing. N. Troccoli*

Ordine Ing. Potenza n° 836

*Dott. Ing. S. Esposito*

Ordine Ing. Roma n° 20837

IL GEOLOGO

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE

*Dott. Ing. M. Raccosta*

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi*

VISTO:IL RESPONSABILE DEL  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. Antonio Valente*

DATA

PROTOCOLLO

## INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

ANALISI DI SICUREZZA

Tratta Svincolo S.S.626 – Svincolo A.19

CODICE PROGETTO

L0407B D 0501

NOME FILE

L0407B-D-0501-P01-EG01-GEN-RE05-A.DOC

REVISIONE

A

FOGLIO

01 di 01

SCALA:

--

CODICE  
ELAB.

P01EG01GENRE05

D

C

B

A

EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS DEL 19/03/2007

Aprile 2007

G. Fusani

F. Arciuli

C. Marro

REV.

DESCRIZIONE

DATA

VERIFICATO  
RESP. TECNICO

CONTROLLATO  
RESP. D'ITINERARIO

APPROVATO  
RESP. DI SETTORE

## INDICE

<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO ESISTENTE TRA LO SVINCOLO CON LA SS 626 E LO SVINCOLO CON LA A/19.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO TRA LO SVINCOLO CON LA SS 626 E LO SVINCOLO CON LA A/19.....</b>	<b>4</b>
2.1. CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO .....	5
2.1.1. Andamento planimetrico.....	5
2.1.2. Andamento altimetrico.....	8
2.1.3. Organizzazione della sezione di piattaforma .....	10
<b>3. ANALISI DEGLI ASPETTI CONNESSI LA SICUREZZA INTRINSECA DELLA STRADA .....</b>	<b>11</b>
3.1. VERIFICHE GLOBALI SUL TRACCIATO .....	11
3.1.1. Coordinamento plano-altimetrico.....	11
3.1.2. Verifica di omogeneità.....	12
3.1.3. Verifiche di visibilità .....	15
3.1.4. Considerazioni sulle verifiche di visibilità .....	17
3.2. CONDIZIONI DI DEFLUSSO E LIVELLI DI SERVIZIO .....	28
3.3. BARRIERE DI SICUREZZA.....	30
3.4. PAVIMENTAZIONE .....	30
3.5. LIVELLI DI INCIDENTALITA' ATTUALE E MIGLIORAMENTI APPORTATI DAL PROGETTO.....	31
3.6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROGETTUALI.....	33
<b>4. CONCLUSIONI.....</b>	<b>35</b>

## PREMESSA

La presente relazione, redatta in ottemperanza all'art. 4 del D.M. 22/06/04, che integra il D.M. 6792 del 5/11/2001 "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade", analizza degli aspetti connessi con la sicurezza nel tratto in adeguamento della SS 640 "di Porto Empedocle" compreso tra il Km. 26+434 (progressiva di progetto), in corrispondenza dello svincolo con la SS 626, ed il Km. 27+850 (sempre progressiva di progetto) in prossimità dello svincolo con l'autostrada A19 Palermo-Catania.

Nel citato tratto, che si sviluppa per 1420 m. circa, l'ammodernamento dell'itinerario Agrigento-Caltanissetta avviene mediante l'adeguamento a quattro corsie della strada esistente.

In ossequio al D.M. 22/06/2004, tale adeguamento in sede della piattaforma esistente, è stato progettato avendo come riferimento le prescrizioni normative del D.M. 5/11/2001. Rispetto a quest'ultimo decreto, il progetto presenta alcune difformità che saranno meglio precisate nel seguito, e che richiedono per l'appunto una specifica analisi di sicurezza.

L'analisi di sicurezza è stata sviluppata prendendo in esame tutti gli aspetti puntuali e globali che caratterizzano la nuova infrastruttura al fine di poter valutare, proprio nello spirito richiesto dal D.M. del 22/04/2004, l'innalzamento del livello di sicurezza che l'intervento nel suo complesso realizza, rispetto alla situazione esistente.

## **1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO ESISTENTE TRA LO SVINCOLO CON LA SS 626 E LO SVINCOLO CON LA A/19**

Tra lo svincolo con la SS 626 e quello con la A/19 PA-CT la SS 640 di Porto Empedocle si sviluppa totalmente in viadotto lungo un tracciato mediamente tortuoso caratterizzato dalla presenza di due curve di raggio rispettivamente pari a 662 m e 549 m.

Allo stato attuale la piattaforma presenta una larghezza di circa 9,0 m ed è così suddivisa: due corsie di marcia da 3,75 m e due banchine laterali entrambe da 0,75 m. Ai margini della sede stradale ci sono due cordoli da 0,40 m rialzati di 0,20 m rispetto all'estradosso della soletta, su cui è fissato il quad-rail.

La pavimentazione presente è di tipo tradizionale con manto di usura chiuso.

Nel tratto tra i due svincoli, la concentrazione di incidenti per il perpetrarsi di scorretti comportamenti di guida, tipicamente sorpasso in debito di visibilità, ha indotto l'ANAS già da qualche anno a separare le due corsie di marcia opposte con una barriera di tipo New Jersey con elementi in plastica, al fine di impedire fisicamente tale manovra. Resta, comunque il problema dei veicoli in accodamento nelle ore di punta, allorquando le densità veicolari risultano più elevate.

Per quanto sopra, la criticità di questo tratto sotto l'aspetto della sicurezza è, dunque, ampiamente acclarata.

In queste condizioni l'intervento di progetto, ossia l'adeguamento della sede stradale alla tipologia a doppia carreggiata di categoria B è in grado di produrre certamente un miglioramento funzionale, rispetto allo stato attuale, ma anche un sensibile miglioramento della performance di sicurezza.

## 2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO TRA LO SVINCOLO CON LA SS 626 E LO SVINCOLO CON LA A/19

Il tronco oggetto di analisi di sicurezza si sviluppa per 1420 m e si colloca tra lo svincolo con la SS 626, alla progressiva di progetto Km 26+434, e lo svincolo con l'autostrada A/19, alla progressiva Km 27+850. In tale tratto l'infrastruttura in progetto segue l'andamento plano-altimetrico dell'attuale sede stradale.

Superata in viadotto la linea ferroviaria Palermo-Catania alla progressiva 25+525,00 circa, l'asse di progetto attraversa in galleria un costone roccioso per poi disporsi, in corrispondenza dello svincolo con la SS 626, sull'attuale sede della SS 640 fino allo svincolo con l'autostrada A/19. Nel tratto tra i due svincoli la strada si svolge tutta in viadotto.

La scelta progettuale effettuata a seguito di approfondite valutazioni tecniche ed economiche è propesa per il riutilizzo, in questo tratto, del viadotto Salso esistente per la direzione Agrigento – Autostrada A/19 (pista DX) affiancandone in parallelo uno nuovo per l'altra direzione Autostrada A/19 - Agrigento (Pista SX). Tale scelta si giustifica, oltre che per motivi economici, anche per la limitazione degli impatti ambientali che questa soluzione permette di conseguire, soprattutto vista la presenza, in questa porzione di territorio, di criticità ambientali legate alla presenza del bacino di esondazione del fiume Salso.

Tale soluzione, infatti, consente di limitare al minimo l'interferenza che l'adeguamento in progetto ha sull'equilibrio istauratosi fra l'infrastruttura esistente e il territorio attraversato, garantendo nel complesso standard di comfort e sicurezza accettabili.

E' ovvio che l'uso della sede esistente condiziona il progetto plano-altimetrico della nuova infrastruttura, la quale resta fortemente vincolata alla geometria dell'attuale SS 640, dal momento che la nuova pista si muoverà parallelamente alla pista esistente e quindi seguendo sostanzialmente le stesse curvature planimetriche e le stesse livellette altimetriche.

Per quanto attiene alle dimensioni trasversali della piattaforma, la larghezza dell'esistente impalcato del viadotto Salso è all'incirca pari a 9,50 m. Tale dimensione è inferiore alla sezione trasversale minima di carreggiata prevista dalle Norme del D.M. 5/11/2001 per strade di categoria B, che è pari a 9,75 m. ed a quella prevista per l'intero itinerario, dove, per problemi di visibilità, si è optato per una sezione di piattaforma maggiorata e pari a 10,50 m per effetto dell'ampliamento della banchina in sinistra da 0,50 m a 1,25 m.

La scelta progettuale individuata prevede la rimozione dell'intero impalcato e la sua sostituzione con una struttura mista acciaio-calcestruzzo, in linea con la tipologia di viadotti che caratterizza la nuova S.S. 640; in tal modo è possibile assegnare alla due semipiattaforme (pista destra e pista sinistra) la larghezza prevista per tutto il resto del tracciato e cioè quella di 10,50 m.

## 2.1. CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO

### 2.1.1. Andamento planimetrico

Tra la progressiva chilometrica 25+479 e la progressiva 28+850 di fine progetto, le caratteristiche degli elementi planimetrici del tracciato per la pista destra, direzione AG-A/19, e sinistra, direzione A/19-AG, sono riportate nelle Tabelle 2.1 e 2.2.

**Tabella 2.1 – Elementi planimetrici del tracciato pista destra (dir. AG-A/19)**

Elemento geometrico	Progressiva		Sviluppo [m]	Parametro		
	inizio	fine		R [m]	L [m]	A [m]
Curva sx	25479,064	26375,230	896,16	950		
Clotoide	26375,230	26567,970	192,74			427,90
Rettifilo	26567,970	26659,480	91,51		91,51	
Clotoide	26659,480	26789,070	129,60			292,90
Curva sx	26789,070	27015,080	226,01	662		
Clotoide	27015,080	27184,270	169,19			334,66
Rettifilo	27184,270	27343,150	158,88		158,88	
Clotoide	27343,150	27454,150	111,00			246,86
Curva dx	27454,150	27728,990	274,84	549		
Clotoide	27728,990	27853,240	124,26			261,18

**Tabella 2.2 – Elementi planimetrici del tracciato pista sinistra (dir. A/19-AG)**

Elemento geometrico	Progressiva		Sviluppo [m]	Parametro		
	inizio	fine		R [m]	L [m]	A [m]
Curva sx	26399,080	26714,710	315,63	1500		
Clotoide	26714,710	26924,680	209,97			500,83
Curva sx	26924,680	27010,640	85,96	665		
Clotoide	27010,640	27183,340	172,70			338,89
Rettifilo	27183,340	27325,300	141,96		141,96	
Clotoide	27325,300	27420,230	94,93			232,00
Curva dx	27420,230	27717,890	297,66	567		
Clotoide	27717,890	27837,110	119,22			260,00

Sulla base dei parametri geometrici pertinenti i vari elementi si analizzano i requisiti di omogeneità e coerenza del tracciato, evidenziando le difformità rispetto a quanto previsto dalla Norme del D.M. 6792 del 5/11/2001. L'analisi è distinta per pista destra e pista sinistra.

## **PISTA DESTRA (AG –A/19)**

### ***Curve circolari***

Le tre curve circolari presenti nel tratto in adeguamento sono caratterizzate da un valore del raggio superiore ad  $R_{min}$ . In particolare, il raggio delle curve e le relative velocità di progetto sono:

$$R_1 = 950 \text{ m, } V_p = 120 \text{ Km/h;}$$

$$R_2 = 662 \text{ m, } V_p = 120 \text{ Km/h;}$$

$$R_3 = 549 \text{ m, } V_p = 110 \text{ Km/h.}$$

Le curve circolari presentano un rapporto tra i valori dei raggi che si colloca in zona buona (Cfr. Fig. 5.2.2.a delle Norme del D.M. 6792/2001) ed inoltre lo sviluppo delle stesse è tale da richiedere un tempo di percorrenza, alla velocità di progetto, superiore a 2,5 sec, il che garantisce una corretta percezione dell'elemento geometrico.

### ***Clotoidi***

Le curve circolari sono raccordate ai rettifili per mezzo di clotoidi. In particolare nel tratto oggetto di analisi di sicurezza, le clotoidi presenti sono

tutte di transizione tra curva circolare e rettilo e viceversa. Il parametro di tutte le clotoidi presenti è tale da soddisfare i tre criteri ottico, del contraccolpo e della sopraelevazione del ciglio esterno.

### **Rettili**

Nel tratto di tracciato in studio sono presenti due rettili di lunghezza inferiore al valore di 250 m indicato dalle Norme del D.M. 6792/2001 come lo sviluppo minimo per consentire una corretta percezione di tale elemento geometrico alla velocità di progetto di 120 Km/h.

Per quanto riguarda l'aspetto delle coerenza tra elementi geometrici è sempre rispettato il criterio secondo cui:

per  $L < 300$  m      $R > L$ ,

con L ed R rispettivamente lunghezza del rettilo e raggio della curva circolare contigua.

Tenuto conto di ciò, la difformità riscontrata rispetto al dettato delle Norme del D.M. 6792/2001, pur potendo influire sull'aspetto percettivo del tracciato e dunque sul confort ottico, non è tale tuttavia da compromettere i requisiti di sicurezza.

## **PISTA SINISTRA (A/19 – AG)**

### **Curve circolari**

Le tre curve presenti nel tratto di nuova costruzione compreso tra lo svincolo con la SS 626 e lo svincolo con la A/19 presentano tutte un valore del raggio superiore ad  $R_{min}$ . In particolare, il raggio delle curve e le relative velocità di progetto sono:

$R_1 = 1500$  m,  $V_p = 120$  Km/h;

$R_2 = 665$  m,  $V_p = 120$  Km/h;

$R_3 = 567$  m,  $V_p = 112$  Km/h.

Il rapporto tra i valori dei raggi si colloca in zona buona (Cfr. Fig. 5.2.2.a delle Norme del D.M. 6792/2001) ed inoltre lo sviluppo delle stesse è tale da richiedere un tempo di percorrenza, alla velocità di progetto, superiore a 2,5 sec, il che garantisce sulla corretta percezione dell'elemento geometrico.

### **Clotoidi**

Le curve circolari sono collegate ai rettili per mezzo di clotoidi. Nel tratto oggetto di analisi oltre alle clotoidi di transizione tra curva circolare e retti-

filo è presente pure una clotoide di continuità che unisce due curve sinistrorse. Il parametro di tutte le clotoidi presenti è tale da soddisfare i tre criteri ottico, del contraccolpo e della sopraelevazione del ciglio esterno, così per come prescritto dalle Norme del D.M. 6792/2001.

### ***Rettifili***

Nel tratto di tracciato in studio è inserito un rettifilo di lunghezza inferiore al valore di 250 m, indicato dalle Norme del D.M. 6792/2001 come lo sviluppo minimo per consentire una corretta percezione dell'elemento geometrico alla velocità di progetto di 120 Km/h.

Per quanto riguarda l'aspetto delle coerenza tra elementi geometrici è sempre rispettato il criterio secondo :

per  $L < 300 \text{ m}$       $R > L$ ,

con L ed R rispettivamente lunghezza del rettifilo e raggio della curva circolare contigua.

Come già asserito per la pista destra, la difformità riscontrata rispetto al dettato delle Norma del D.M. 6792 del 5/11/2001, pur potendo influire sull'aspetto percettivo del tracciato e dunque sul confort ottico, non è tale tuttavia da compromettere i requisiti di sicurezza.

### **2.1.2. Andamento altimetrico**

Dal punto di vista altimetrico le livellette ed i raccordi verticali nelle due piste del tracciato sono caratterizzati dai parametri riportati nelle tabelle 2.3 e 2.4.

**Tabella 2.3 – Elementi altimetrici del tracciato pista destra (dir. AG-A/19)**

Elemento geometrico	Progressiva		Sviluppo [m]	Pendenza [%]	Raggio [m]
	Inizio	Fine			
Livelletta 1	26380,87	26676,55	295,68	0,44	
Raccordo concavo 1	26676,55	27074,58	398,03		18000
Livelletta 2	27074,58	27188,44	113,86	2,7	
Raccordo concavo 2	27188,44	27252,13	63,69		8000
Livelletta 3	27252,13	27559,54	307,41	3,57	
Raccordo concavo 3	27559,54	27681,20	121,66		20000
Livelletta 4	27681,20	27851,01	169,81	3,16	

**Tabella 2.4 – Elementi altimetrici del tracciato pista sinistra (dir. A/19-AG)**

Elemento geometrico	Progressiva		Sviluppo [m]	Pendenza [%]	Raggio [m]
	Inizio	Fine			
Livelletta 1	26359,65	26669,48	309,83	0,38	
Raccordo concavo 1	26669,48	27142,26	472,78		15000
Livelletta 2	27142,26	27462,34	320,08	3,53	
Raccordo concavo 2	27462,34	27680,30	217,96		50000
Livelletta 3	27680,30	27837,58	157,28	3,1	

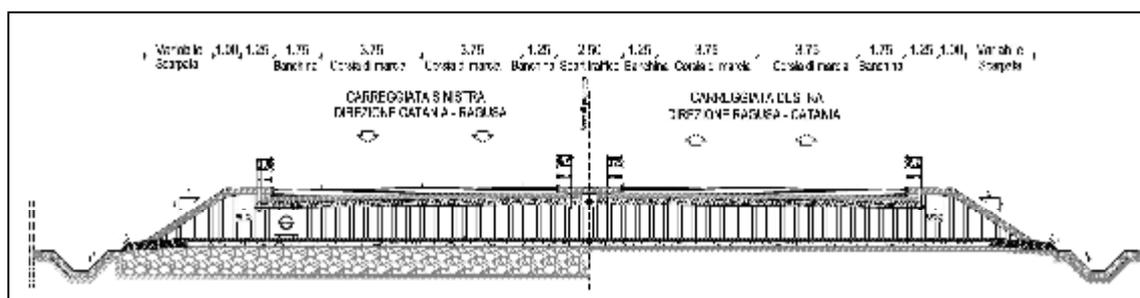
Le pendenze delle livellette, sia per pista destra che per pista sinistra, sono assolutamente conformi al dettato delle Norme del D.M. 6792/2001 che prescrivono per la categoria stradale "B" una pendenza massima non superiore al 6%.

Il raggio dei raccordi verticali concavi e convessi è sempre tale da garantire la visibilità per l'arresto.

### 2.1.3. Organizzazione della sezione di piattaforma

Nella configurazione di progetto, la piattaforma dell'infrastruttura viaria è di tipo "B" a doppia carreggiata, ciascuna costituita da due corsie da 3,75 m, affiancate sulla destra da una banchina pavimentata di 1,75 m e sulla sinistra da una banchina pavimentata di 1,25 m, con spartitraffico minimo di 2,50 m. Rispetto alla piattaforma minima di Norma (D.M. 6792 del 5/11/2001) si prevede un allargamento della banchina in sinistra di 0,75 m (passando da 0,50 m a 1,25 m) allo scopo di garantire lungo tutto il tracciato migliori requisiti di visibilità, in relazione alle curvature presenti ed alle velocità di progetto assegnate.

Fig. 2.1 - Sezione tipo di progetto



### **3. ANALISI DEGLI ASPETTI CONNESSI LA SICUREZZA IN-TRINSECA DELLA STRADA**

#### **3.1. VERIFICHE GLOBALI SUL TRACCIATO**

##### **3.1.1. Coordinamento plano-altimetrico**

La verifica del coordinamento plano-altimetrico evidenzia l'assenza di rilevanti problematiche che possano compromettere la chiara e corretta percezione delle caratteristiche del nastro stradale, in entrambe le piste destra e sinistra. In particolare, la corrispondenza tra elementi planimetrici ed altimetrici risulta come di seguito descritto.

##### **PISTA DESTRA (AG - A/19)**

Il raccordo concavo alla progressiva chilometrica 26+676,55 avente raggio  $R = 18.000$  m si colloca all'interno della curva planimetrica di 662 m di raggio. Il rapporto tra raggio verticale e raggio planimetrico maggiore di 6 mitiga l'eventuale difetto di continuità che si potrebbe presentare per il ciglio sinistro.

Il raccordo concavo alla progressiva chilometrica 27+188,44 di raggio  $R = 8000$  ricade all'interno di un rettilineo, mentre il raccordo concavo di raggio  $R = 20.000$  si inserisce all'interno della curva di raggio  $R = 549$  m ed interessa in parte anche le clotoidi di transizione iniziale e finale. Questa mutua posizione, anche per il rapporto tra i raggi verticali ed orizzontali non determina difetti di coordinamento.

##### **PISTA SINISTRA (A/19 - AG)**

Il raccordo ltimetricoconcavo alla progressiva 26+669,48 di raggio pari a 1500,00 m interessa un tratto all'interno del quale ricade la curva planimetrica di raggio pari a 665 m e le curva di continuità e di transizione che precedono e seguono, mentre il secondo raccordo di raggio pari a  $R = 50.000$  m ricade tutto all'interno della curva di raggio pari a 567 m. Queste mutue posizioni, anche in relazione ai rapporti dimensionali degli elementi geometrici considerati, non determinano difetti di coordinamento.

### 3.1.2. Verifica di omogeneità

La corretta progettazione di una infrastruttura stradale richiede la verifica dell'omogeneità ("consistency" con termine anglosassone) del tracciato planimetrico, ossia del controllo della regolarità di marcia, che si consegue assegnando ristretti limiti alla variazione di velocità nel passaggio da un elemento al successivo con curvatura diversa.

L'opportunità di verificare la congruenza delle variazioni di velocità tra un elemento e l'altro del tracciato, oltre ad essere suggerita dalle normative più evolute (DM 6792/2001, Norma Svizzera SN 640 080 b), scaturisce da molteplici studi nel campo della sicurezza stradale, che hanno indagato la relazione tra incidentalità e caratteristiche dell'asse stradale. Emerge, infatti, che l'incidentalità non è semplicemente legata alla pericolosità intrinseca degli elementi geometrici, ma risulta piuttosto connessa alla mancanza di coerenza tra gli elementi stessi. Sintomatiche condizioni di rischio sono state riscontrate nel caso di una sequenza planimetrica di elementi non coordinati; in particolare, un tratto curvilineo di raggio ridotto risulta molto più pericoloso quando è preceduto da un lungo rettilineo rispetto a quando è inserito all'interno di una successione di curve di raggio simile.

Sulla base di quanto sopra riportato, si è proceduto a determinare sia per il tracciato di progetto che per il tracciato esistente il diagramma delle velocità (rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale).

La determinazione del modello semplificato di variazione della velocità lungo il tracciato si basa sulle ipotesi contenute al paragrafo 5.4. delle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" considerando come intervallo di velocità per la strada esistente (strada extraurbana secondaria) 60-100 Km/h mentre per la strada di progetto (Strada extraurbana principale – categoria B) si è assunto l'intervallo 70-120 Km/h.

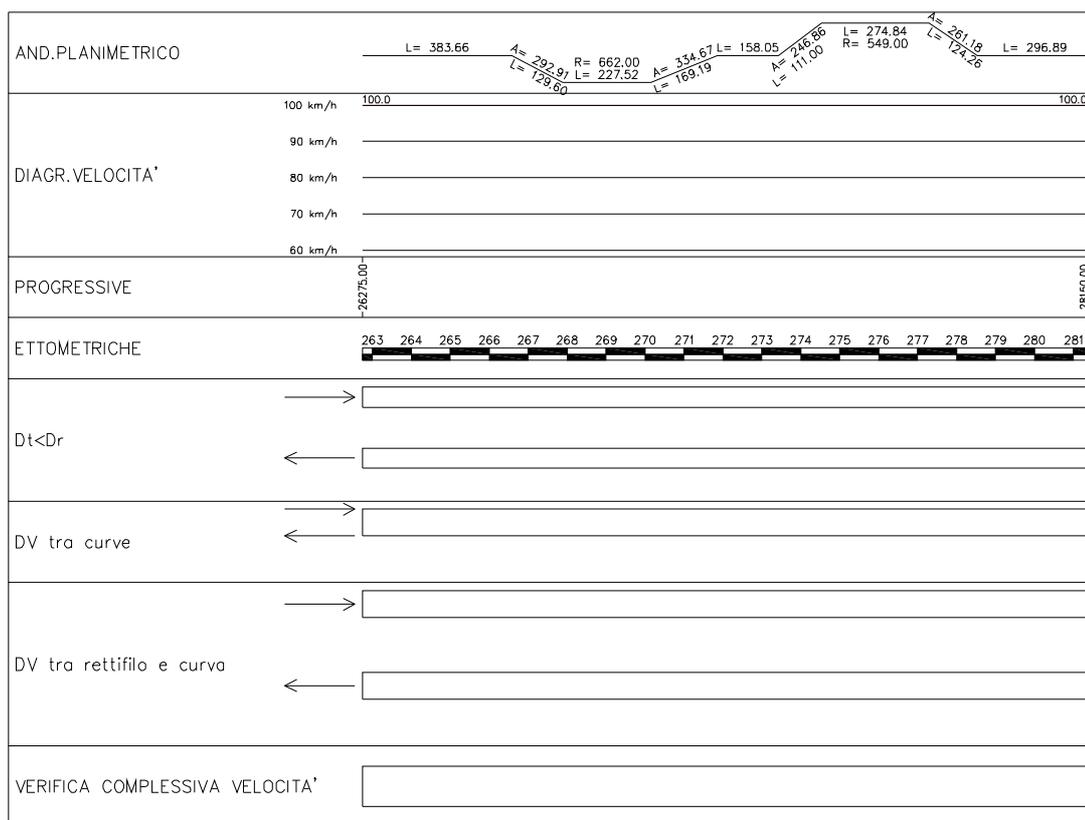
In particolare la Norma stabilisce, che nel passaggio da un elemento con  $V_{pmax}$  a curve con velocità inferiore la variazione di velocità  $\Delta V \leq 10$  Km/h sia per le strade extraurbane principali che per quelle secondarie, essendo  $V_{max} \geq 100$  Km/h.

Inoltre, fra due curve successive è consigliabile che la differenza di velocità sia non superiore a 15 Km/h, anche se può essere tollerato, eccezionalmente, che  $\Delta V$  raggiunga il valore massimo di 20 Km/h.

## STRADA ESISTENTE

La velocità di progetto lungo tutto il tronco è di 100 Km/h per cui nelle condizioni attuali la verifica di coerenza è soddisfatta come è possibile e vincere dal grafico di Fig. 3.1.

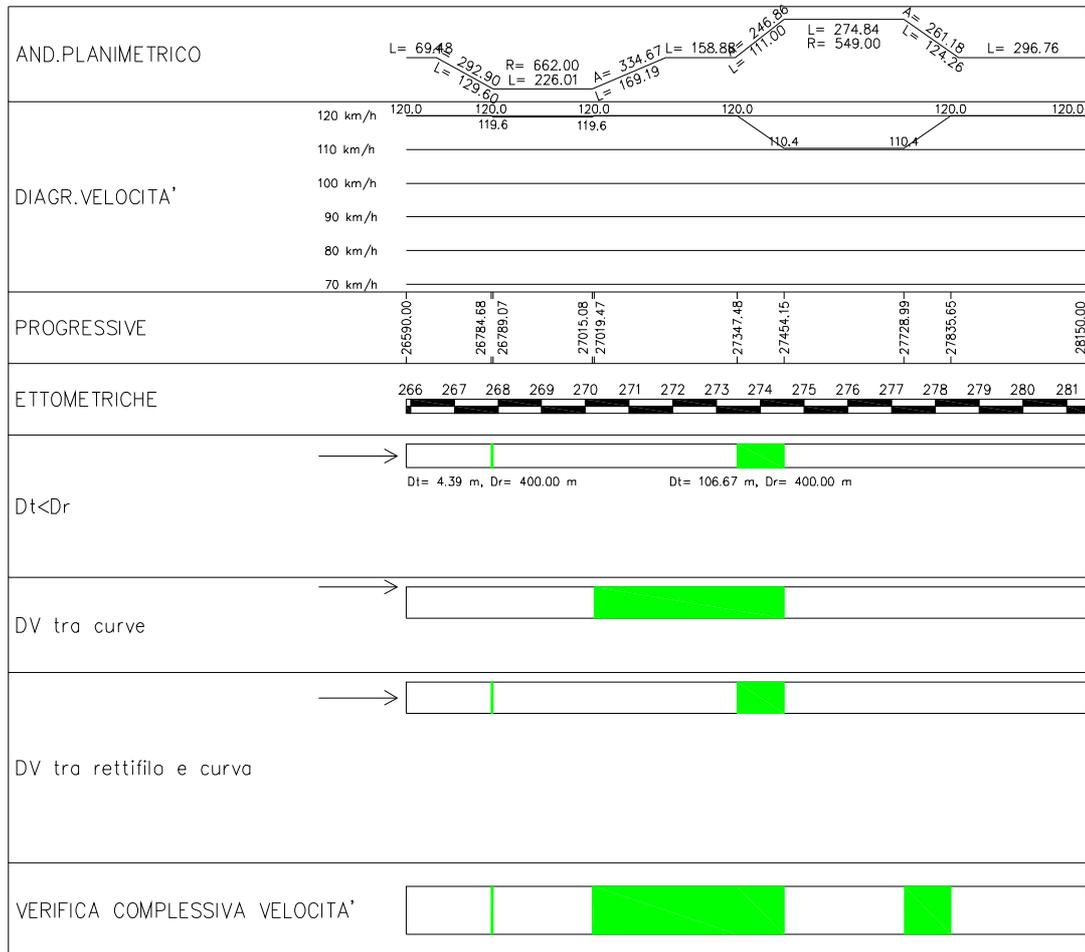
**Fig. 3.1 – Diagramma delle velocità pista destra**



Nel tratto di infrastruttura stradale considerata la velocità di progetto, determinata secondo Norma, assume sempre il massimo valore pari a 120 Km/h ad eccezione della curva planimetrica di raggio pari a 549,00 m, fra la progressiva 27+454,15 e 27+228,99, in cui è pari 110 Km/h (Cfr. Fig. 3.2).

La differenza di velocità di progetto, nel passaggio fra il rettilo e la citata curva, pari a 10 Km/h è in perfetto accordo con quanto stabilito dalla Norma e quindi la verifica di omogeneità è soddisfatta.

**Fig. 3.2 – Diagramma delle velocità pista destra**



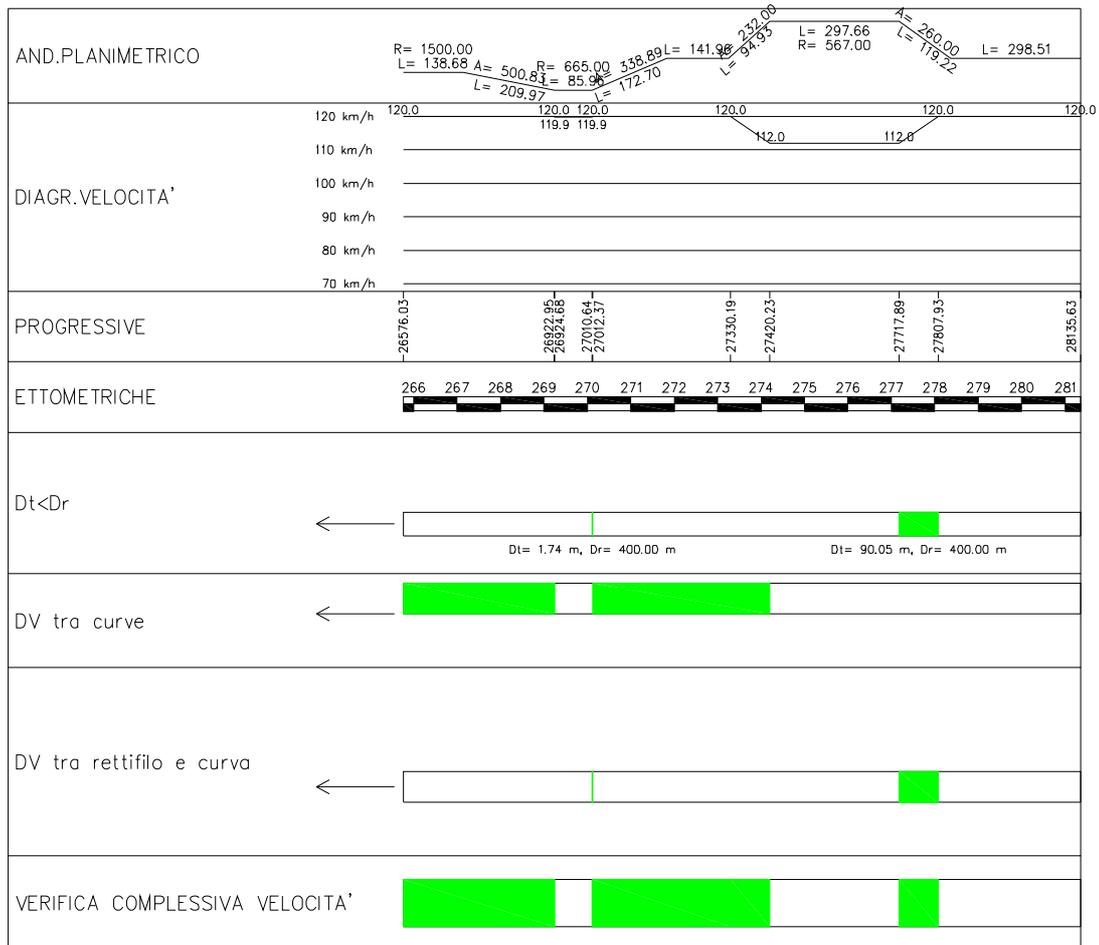
**PISTA SINISTRA (AG –A/19)**

Anche in questo caso la variazione delle velocità di progetto, da un elemento planimetrico al successivo, è conforme ai limiti stabiliti dalla Norma.

Infatti, la velocità di progetto assume quasi sempre il valore massimo di 120 Km/h, ad eccezione della curva planimetrica di raggio pari a 543,00 m, fra le progressive 27+460,96 e 27+674,11, dove si riduce al valore di 110 km/h (Cfr. Fig. 3.2).

La differenza di velocità è quindi, anche in questo caso, inferiore o uguale al limite imposto dalla Norma ( $\Delta V \leq 10$  Km/h) e pertanto la verifica di omogeneità è assicurata.

**Fig. 3.3 – Diagramma di velocità e verifiche pista sinistra**



### 3.1.3. Verifiche di visibilità

Un ulteriore elemento di valutazione del livello di sicurezza offerto dal progetto di ammodernamento a quattro corsie è rappresentato dal confronto tra i requisiti di visibilità del progetto stesso rispetto a quelli dell'infrastruttura esistente.

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione. Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Per tale motivo, lungo la porzione di tracciato stradale oggetto di analisi di sicurezza, la distanza di visuale libera è stata confrontata con lo spazio di arresto, pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizioni di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto.

Lo spazio di arresto, calcolato in base ad ipotesi semplificative sul moto del veicolo, sulla posizione dell'occhio del conducente (1,10 m dal piano stradale), sull'altezza dell'ostacolo (0,10 m) e sulla capacità di percezione e reazione del guidatore, è legato ad alcuni parametri fondamentali quali la velocità, il coefficiente di aderenza longitudinale della pavimentazione e

$$D_a = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} x t - \frac{1}{3,6} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g x \left[ f_1(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [\text{m}]$$

la pendenza della livelletta nel tratto di strada considerato attraverso la seguente relazione:

dove :

$D_1$  = spazio percorso nel tempo  $\tau$

$D_2$  = spazio di frenatura

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

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

$i$  = pendenza longitudinale del tracciato  
[%]

$\tau$  = tempo complessivo di reazione  
[s]

$g$  = accelerazione di gravità  
[m/s<sup>2</sup>]

$R_a$  = resistenza aerodinamica  
[N]

$m$  = massa del veicolo  
[kg]

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

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

I valori di  $f_l$  considerati sono quelli riferiti alle autostrade, poiché secondo progetto le qualità del piano viabile saranno paragonabili a quelle delle strade di tipo A e saranno mantenute tali nel tempo (Cfr. par 5.1.2 D.M. 6792/2001). Detti valori risultano:

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Il calcolo delle distanze di arresto lungo tutti i punti del tratto oggetto di analisi di sicurezza è stato indispensabile al fine di procedere all'analisi dei requisiti di visibilità del tracciato ed accertare che lungo tutti i punti della strada fossero garantite visuali libere non inferiori alla distanza necessaria per l'arresto.

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

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

### 3.1.4. Considerazioni sulle verifiche di visibilità

#### **STRADA ESISTENTE**

L'analisi di visibilità per l'arresto lungo la strada esistente ha fornito i risultati illustrati graficamente nelle figure 3.4 e 3.5.

In particolare lungo la direzione Agrigento-A19 la verifica di visibilità non è soddisfatta tra le progressive chilometriche 27+325 circa e 27+675 in corrispondenza della curva sinistrorsa di raggio  $R = 549$  m. In tale tratto, le visuali libere disponibili sono compatibili con una distanza di arresto calcolata con riferimento ad una velocità di 80 Km/h. Pertanto in tale tratto la velocità di sicurezza risulta di 70 Km/h.

Lungo la direzione A19-Agrigento la verifica di visibilità alla velocità di progetto di 100 Km/h non è soddisfatta in due tratti compresi tra le progressive 26+825 e 27+175 circa il primo e 27+525 e 27+775 circa il secondo. In particolare nel primo tratto le visuali libere sono compatibili con una distanza di arresto calcolata con riferimento alla velocità di 80 Km/h, mentre nel secondo tratto la velocità compatibile è di poco inferiore a 100 Km/h (circa 97 Km/h).

Fig. 3.4 – Diagramma di visibilità strada esistente direzione AG/A19

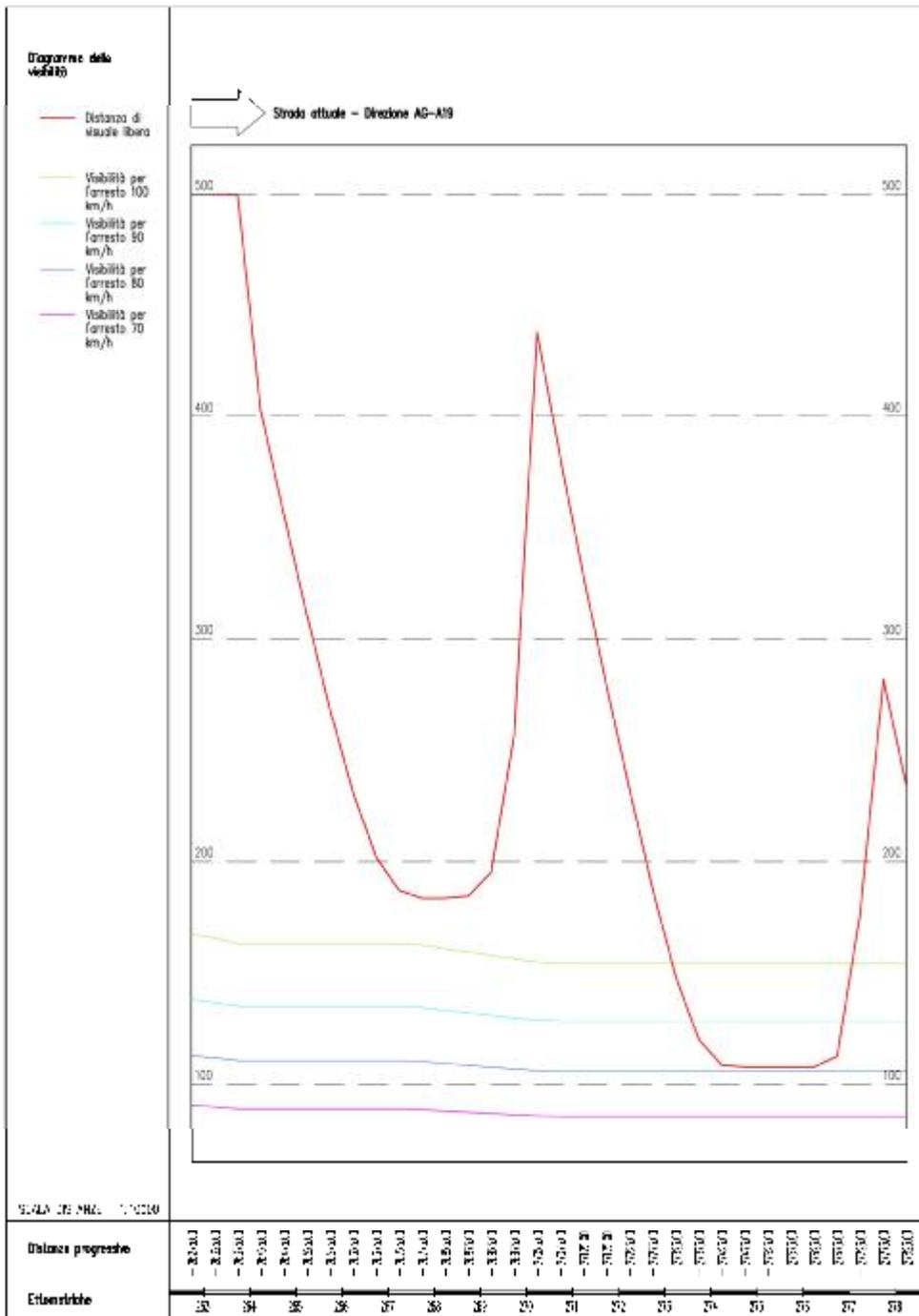
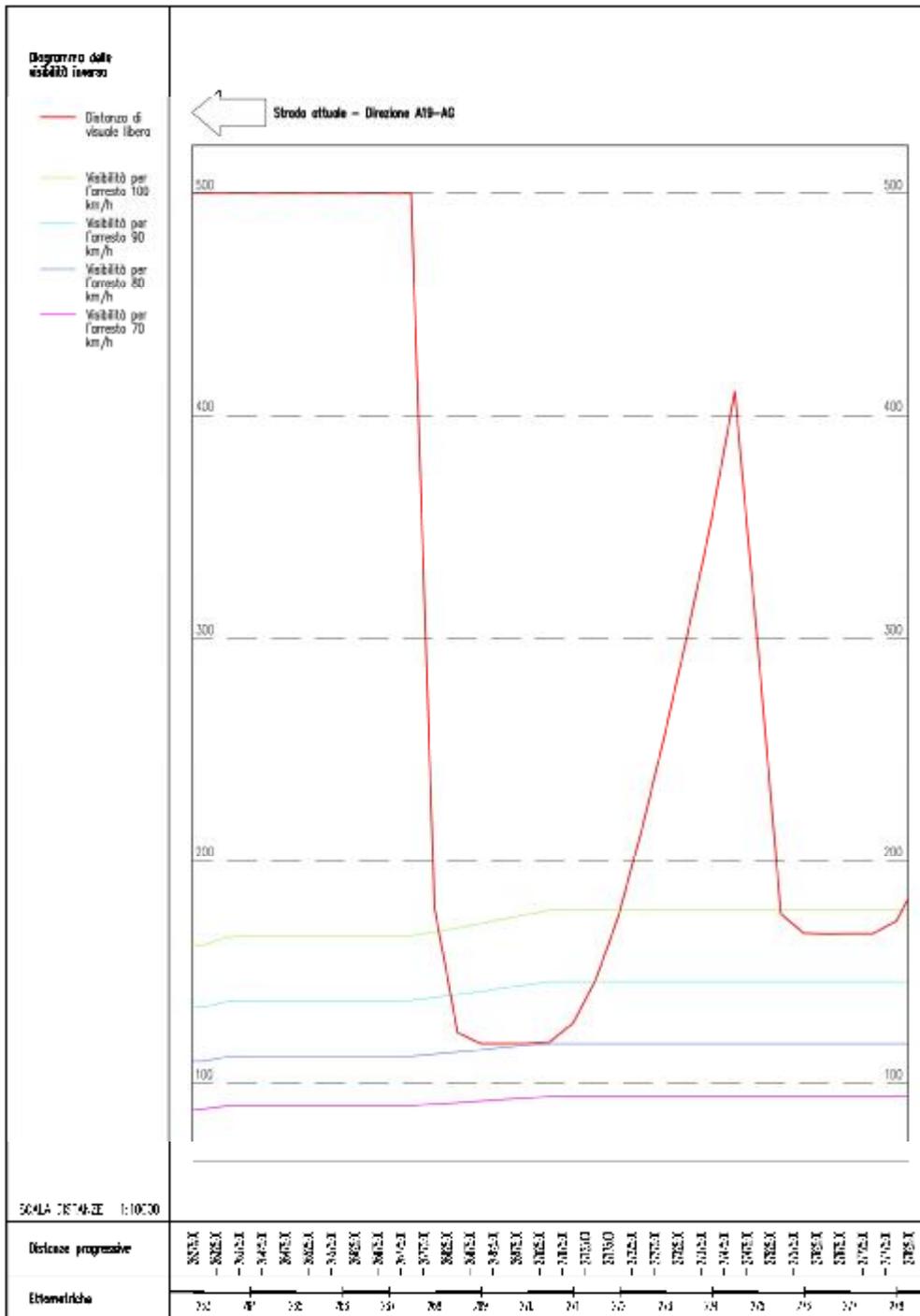


Fig. 3.5 – Diagramma di visibilità strada esistente direzione A19/AG



## **STRADA DI PROGETTO**

### **Pista destra (AG –A/19)**

L'analisi di visibilità effettuata con riferimento alle velocità desunte dal diagramma delle velocità ha evidenziato alcuni problemi in curva derivanti dalla considerazione che i margini stradali vanno protetti con dispositivi di sicurezza conformi al D.M. 18/02/1992 e s.m.i., che prescrive per la tipologia di strada B, in funzione del traffico previsto, una barriera conforme al tipo H4 (altezza = 1,20 m) per spartitraffico e bordo ponte.

Certamente più critica per la visibilità è la configurazione di curva a sinistra nell'ipotesi di conducente sulla corsia di sorpasso, in quanto in questa condizione l'ostacolo costituito dalla barriera dello spartitraffico si trova a 3,125 m. (1,25 + 3,75/2 m.); nella configurazione di curva a destra, invece, la distanza della barriera bordo laterale o bordo ponte è maggiore ed è pari a 3,625 m (1,75 + 3,75/2 m).

Il confronto tra le distanze necessarie per l'arresto, calcolate con riferimento alle velocità desunte dal diagramma delle velocità e considerando anche le condizioni altimetriche del tracciato, e le distanze di visuale libera (cfr. Fig. 3.6), mette in luce una carenza delle condizioni di visibilità nella configurazione di piattaforma utilizzata, verificandosi la condizione critica, per cui le distanze di visibilità necessarie per l'arresto in alcuni casi sono maggiori rispetto alle visuali libere.

In particolare, ciò accade per le due curve di raggio rispettivamente pari 662,00 m ed 549,00. Nello specifico, per la curva sinistrorsa di raggio R = 662 m sono soddisfatti i requisiti di visibilità per veicolo in corsia di marcia alla velocità di progetto di 120 Km/h, mentre per veicolo in corsia di sorpasso la velocità compatibile con le esistenti visuali libere è di 100 Km/h.

Viceversa per la curva destrorsa di raggio R = 549 m è soddisfatta la verifica di visibilità alla velocità di progetto di 110 Km/h per veicolo in corsia di sorpasso, mentre per veicolo in corsia di marcia la velocità compatibile con le condizioni di visibilità è di 100 Km/h.

Alla luce di ciò, tenuto conto delle condizioni più restrittive nonché della lunghezza del tronco stesso (circa 1,5 Km), si ritiene che globalmente la **velocità di sicurezza**, ossia il valore della velocità ammissibile con cui, in condizioni di flusso libero, il tratto stesso può essere percorso in funzione delle distanze di visuale libera disponibili, del valore delle caratteristiche geometriche del tracciato, delle regole di comportamento alla guida considerate dal D.M. 5.11.2001, dalla composizione della sezione trasversale e dalle dimensioni dei suoi singoli elementi componenti è di 100 Km/h

(cfr. par 7.2 della Bozza della norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti 21/03/2006).

**In definitiva, al fine di mitigare questa difformità ed eliminare i rischi di incidentalità che ne potrebbero conseguire dovrà imporsi un limite localizzato di velocità** pari al valore della velocità di sicurezza del tronco, arrotondato per eccesso o per difetto alla prima decina, ridotta di 10 km/h, **ossia nel caso specifico pari a 90 Km/h.** (cfr. par 7.32 della Bozza della norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti 21/03/2006).



### **Pista sinistra (A/19 – AG)**

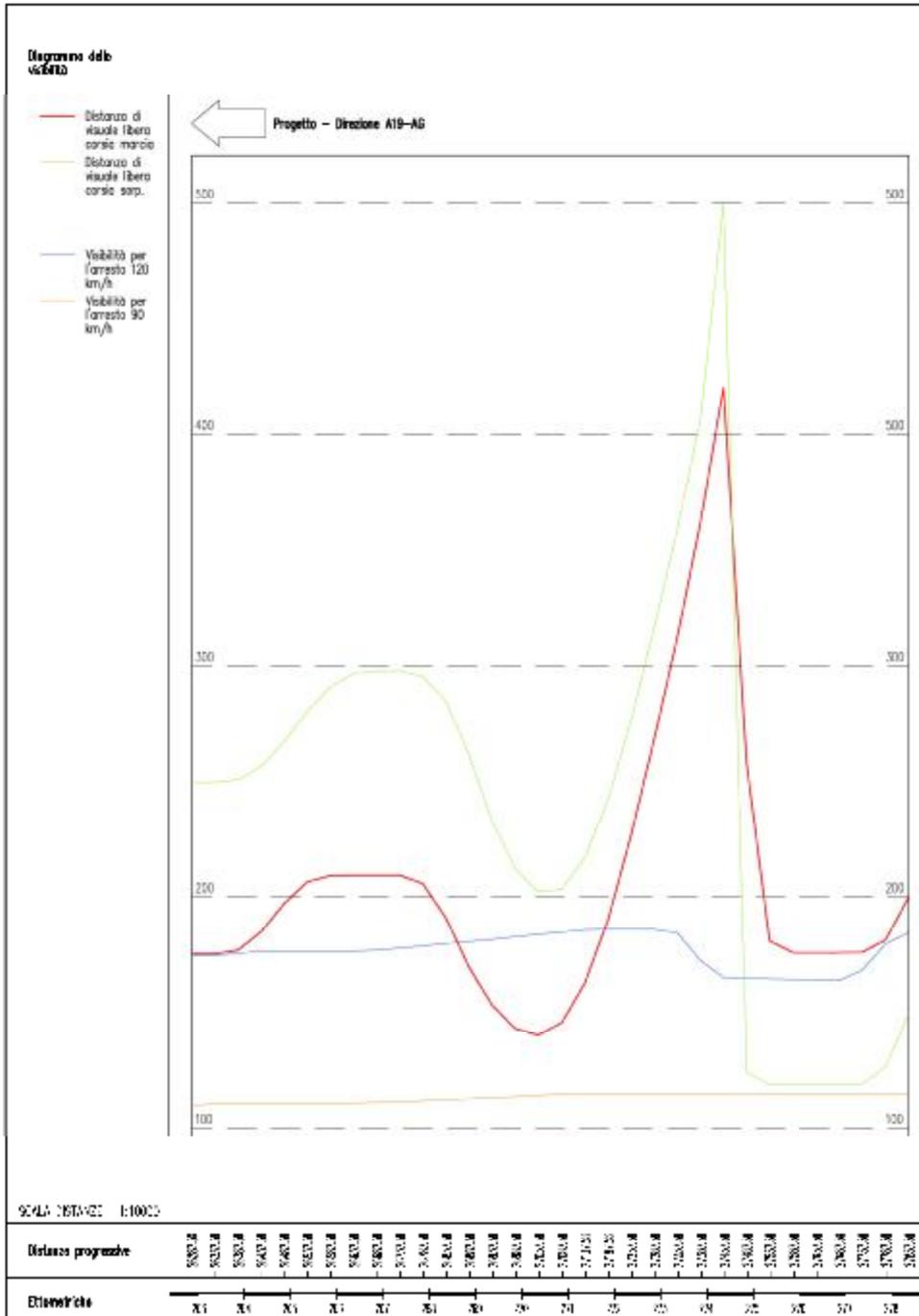
Anche in questo caso il confronto tra le distanze necessarie per l'arresto e le distanze di visuale libera hanno evidenziato una insufficienza delle condizioni di visibilità relativamente alle due curve di raggio  $R = 665$  m e  $R = 567,00$  m. In questa pista le condizioni risultano più critiche a causa della pendenza negativa della livellette che genera un aumento della distanza di arresto. Infatti per la curva destrorsa di raggio  $R = 665$  m le condizioni di visibilità alla velocità di progetto di 120 Km/h è garantita per veicolo in corsia di sorpasso, mentre per veicolo in corsia di marcia la velocità compatibile con le visuali presenti è di 100 Km/h (Cfr. Fig. 3.7)

Per la curva sinistrorsa di raggio  $R = 567$  m sono soddisfatti i requisiti di visibilità per veicolo in corsia di marcia alla velocità di progetto di 110 Km/h, mentre per veicolo in corsia di sorpasso la velocità compatibile con le esistenti visuali libere è di 90 Km/h.

**In analogia a quanto detto per la pista destra, la velocità di sicurezza per il tronco della pista sinistra compreso tra gli svincoli con la SS 626 e la A19 è di 90 Km/h, mentre il limite localizzato di velocità dovrà fissarsi in 80 Km/h.**

Dal confronto tra la situazione esistente e quella di progetto si deduce quanto riportato in tab 3.1 e Fig. 3.8

Fig. 3.7 – Diagramma di visibilità strada esistente direzione A19/AG



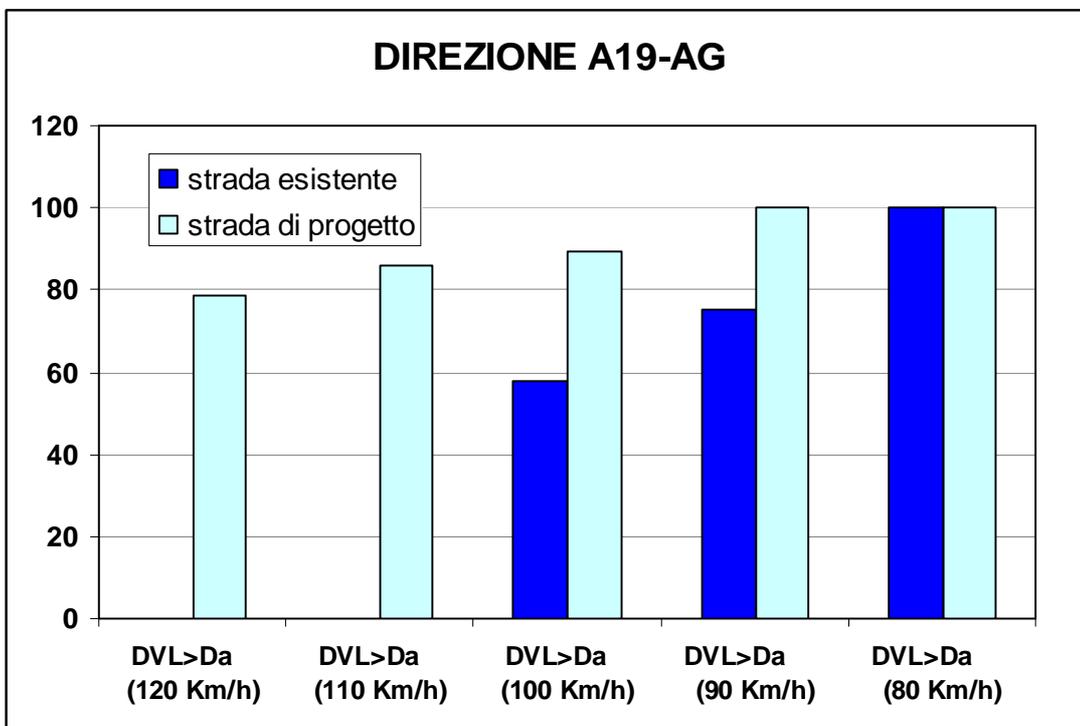
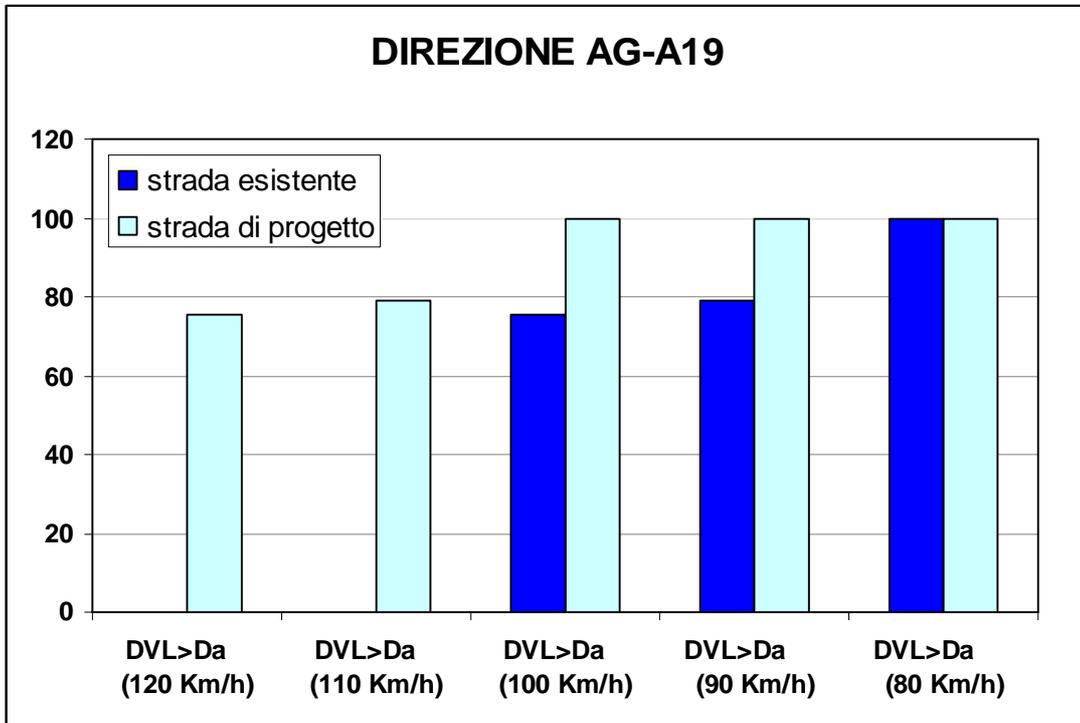
Tab. 3.1 – Confronto DVL- Da strada esistente e di progetto

<b>STRADA ESISTENTE (Sviluppo 1416 m)</b>						
	DVL>Da (100 Km/h)		DVL>Da (90 Km/h)		DVL>Da (80 Km/h)	
	Dir AG - A19	Dir A19 - AG	Dir AG - A19	Dir A19 - AG	Dir AG - A19	Dir A19 - AG
<b>Sviluppo</b>	1066	816,00	1116	1066,00	1416	1416,00
<b>Sviluppo Dir AG-19 +A19-AG</b>	1882,00		2182,00		2832	
<b>%</b>	75,3	57,6	78,80	75,3	100	100
<b>% Dir AG-A19 +A19-AG</b>	66,45		77,05		100	

<b>STRADA DI PROGETTO CARREGGIATA DIR . AG-A19 (Sviluppo 1416 m)</b>						
	DVL>Da (120 Km/h)		DVL>Da (110 Km/h)		DVL>Da (100 Km/h)	
	CM	CS	CM	CS	CM	CS
<b>Sviluppo</b>	1066	1066	1116	1116	1416	1416
<b>Sviluppo CM+CS</b>	2132		2232		2832	
<b>%</b>	75,3	75,3	78,80	78,80	100	100
<b>% CM+CS</b>	75,3		78,80		100	

<b>STRADA DI PROGETTO CARREGGIATA DIR . A19-AG (Sviluppo 1416 m)</b>								
	DVL>Da (120 Km/h)		DVL>Da (110 Km/h)		DVL>Da (100 Km/h)		DVL>Da (90 Km/h)	
	CM	CS	CM	CS	CM	CS	CM	CS
<b>Sviluppo</b>	1116	1116	1216	1216	1416	1116	1416	1416
<b>Sviluppo CM+CS</b>	2232		2432		2532		2832	
<b>%</b>	78,80	78,80	85,87	85,87	100	78,80	100	100
<b>% CM+CS</b>	78,80		85,87		89,4		100	

Fig. 3.8 – Confronto DVL- Da



### 3.2. CONDIZIONI DI DEFLUSSO E LIVELLI DI SERVIZIO

Il miglioramento delle condizioni di deflusso che si conseguono con l'adeguamento della strada ha effetti certamente positivi sulla sicurezza.

Infatti a livelli di servizio più elevate si associano condizioni di circolazione caratterizzate da un minor condizionamento reciproco tra i veicoli ed una maggior libertà dell'utente nella scelta del comportamento di guida; fattori questi che determinano un maggior confort di guida ed un minor carico di lavoro (workload) a tutto vantaggio della riduzione della probabilità di accadimento di un incidente stradale.

Nelle condizioni attuali di strada ad unica carreggiata con le due corsie separate dallo spartitraffico, il parametro che interviene nella definizione del livello di servizio è la densità veicolare: ad elevate densità veicolari corrispondono più bassi livelli di servizio e in generale condizioni più critiche della circolazione sotto il profilo della sicurezza.

Infatti in condizioni di elevata densità veicolare aumentano le interazioni che i veicoli ed aumenta la probabilità di tamponamento in quanto se il veicolo che precede (leader) effettua una decelerazione anomala, il veicolo che segue (follower) non ha il tempo sufficiente per riconoscere la situazione di pericolo ed effettuare la manovra di frenatura in sicurezza.

Nella configurazione di progetto, e cioè di strada a doppia carreggiata tipo "B" si riduce la densità veicolare nonché le interferenze tra correnti veicolari che procedono in senso opposto. Le prerogative di sicurezza migliorano significativamente.

Al fine di valutare le condizioni di funzionalità dell'infrastruttura nelle configurazioni ante e post-operam è stata eseguita una approfondita analisi dei flussi di traffico e sulla base di questi si è proceduto al calcolo dei livelli di servizio.

L'assegnazione della domanda di trasporto (matrice O/D 2006) all'offerta (grafo dello stato di fatto 2006) ha permesso di definire la rete rappresentativa dello stato di fatto e la stima dei volumi di traffico all'anno 2006 ante-operam.

Per quanto attiene lo stato di fatto, valutato all'anno 2006, le verifiche di capacità sulla S.S. 640 sono state realizzate nella direzione più caricata che risulta essere la direzione Agrigento - A19 e nell'ora di punta 8:00-9:00 (la procedura di calcolo implementata dall'HCM considera comunque l'entità del traffico nella direzione opposta). Diversamente per quanto attiene lo stato post-operam 2011 le specificità della sezione tipo di proget-

to (tipo B) hanno reso necessario estendere le verifiche per entrambe le direzioni di marcia.

Per il tronco in questione il livello di servizio allo stato attuale è D mentre nella configurazione di progetto è A.

I risultati dello Studio di Traffico consentono di evidenziare come l'adeguamento a quattro corsie della strada produca un notevole miglioramento in termini di Livello di Servizio; tale miglioramento è dovuto non solo all'aumento della Capacità della nuova infrastruttura (su quella attuale il rapporto flusso/capacità è comunque basso, quasi sempre largamente inferiore a 0,5) quanto alla nuova tipologia di piattaforma utilizzata (si passa da una sezione tipo "C1" ad una "B") che permette il sorpasso del veicolo più lento in condizioni di sicurezza diminuendo il tempo perso nell'accodamento.

### 3.3. BARRIERE DI SICUREZZA

Il progetto definitivo prevede l'impiego di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Nel tratto in questione è prevista una barriera bordo ponte di tipo H4.

I margini della carreggiata autostradale sono state inoltre dimensionati in modo da consentire il regolare funzionamento del sistema rappresentato dalla barriere di sicurezza e dal supporto o fondazione alla quale questa si collega.

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

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

### 3.4. PAVIMENTAZIONE

Il progetto prevede l'impiego di pavimentazioni drenanti, in linea con quanto suggerito dal "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale" che impone "la progressiva sostituzione delle pavimentazioni attuali con asfalti drenanti". L'adozione di usure drenanti garantisce un incremento del livello di sicurezza complessivo offerto dal progetto di ammodernamento della SS 640.

L'impiego di usure in conglomerato bituminoso aperto, associato ad una corretta pendenza trasversale della piattaforma e al corretto dimensionamento degli impianti idraulici per lo smaltimento delle acque, permette di ridurre l'altezza del velo idrico in condizione di precipitazione, in quanto l'acqua non scorre più sulla superficie stradale ma penetra all'interno dello strato d'usura, e di conseguenza permette di limitare l'accadimento di e-

venti incidentali per sbandamento dei veicoli a seguito della perdita di contatto tra pneumatico e pavimentazione (aquaplaning).

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

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

### 3.5. LIVELLI DI INCIDENTALITA' ATTUALE E MIGLIORAMENTI APPORTATI DAL PROGETTO

In assenza di riferimenti cogenti con i quali effettuare valutazioni relative all'incidentalità che caratterizza l'infrastruttura in oggetto, è stata adottata la procedura riportata nell'Allegato 2 della bozza delle "Norme per la classificazione funzionale delle strade esistenti" (già D.P.CNR N. 13465 del 11/09/1995 - Criteri per la classificazione della rete delle strade esistenti ai sensi dell'Art. 13, comma 4 e 5 del Nuovo Codice della Strada").

In particolare si è suddivisa la SS 640 in tronchi omogenei per ciascuno dei quali si è calcolato il tasso di incidentalità mediante l'espressione:

$$T_i = \frac{10^6 \cdot N_i}{365 \cdot L_i \cdot \sum_t TGM_{i,t}}$$

dove:

- $N_i$  è il numero di incidenti occorsi nella sezione i-esima nell'arco temporale di riferimento;
- $L_i$  è la lunghezza (in km) della sezione omogenea i-esima;
- $TGM_{i,t}$  è il TGM osservato nella sezione i-esima nell'anno "t".

Per la definizione dei livelli incidentali (alto/medio/basso) la procedura proposta prevede la definizione di due valori di controllo ovvero:

$$T_{inf}^* = T_m - K \cdot \sqrt{\frac{T_m}{M_i}} - \frac{1}{2M_i}$$

$$T_{sup}^* = T_m + K \cdot \sqrt{\frac{T_m}{M_i}} + \frac{1}{2M_i}$$

con:

- $T_m$  = valore medio di riferimento del tasso di incidentalità
- $M_i = 365 \cdot 10^{-6} \cdot l_i \cdot \sum_t TGM_{i,t}$  momento di traffico
- $K$  = costante di probabilità della distribuzione di Poisson (per  $K=1,645$  la probabilità di errore è pari al 10%).

Il livello di incidentalità viene definito basso/medio/alto in base al confronto tra il tasso caratteristico di una data sezione ( $T_i$ ) ed i valori di controllo ( $T_{inf}^*$  e  $T_{sup}^*$ ) secondo la classificazione:

- Bassa incidentalità  $T_i < T_{inf}^*$
- Media incidentalità  $T_{inf}^* < T_i < T_{sup}^*$
- Alta incidentalità  $T_i > T_{sup}^*$

In assenza di precise indicazioni normative, come valore medio di riferimento ( $T_m$ ) per il tasso di incidentalità si è assunto il tasso medio calcolato sulla rete delle strade statali siciliane.

Nel caso in questione quale tronco omogeneo è stato considerato tutto il tratto che va dallo svincolo di Caltanissetta Nord allo svincolo con la A19, in virtù delle caratteristiche geometriche e di piattaforma esistenti lungo tutto il tratto, nonché del fatto che tutti gli accessi alla SS 640 sono regolati ed avvengono in corrispondenza delle intersezioni presenti.

In tale tratto è stata eseguita una analisi chilometrica dei tassi di incidentalità che ha portato ai risultati illustrati in tab. 1.

**Tabella 3.1 - Tasso di incidentalità e livello di incidentalità per le diverse sezioni.**

Km	Numero Incidenti (4 anni)	Ti	Tinf	Tsup	Livello Incidentalità
63	3	0,205	0,043	0,600	M
64	5	0,342	0,043	0,600	M
65	17	1,164	0,043	0,600	A
66	2	0,137	0,043	0,600	M
67	2	0,137	0,043	0,600	M
68	0	0,000	0,043	0,600	B
69	1	0,068	0,043	0,600	M
70	1	0,068	0,043	0,600	M
71	2	0,137	0,043	0,600	M
72	2	0,137	0,043	0,600	M
73	1	0,068	0,043	0,600	M

Dall'analisi di incidentalità emerge che il tasso medio per la tratta in oggetto tra il Km 72 e il Km 73, pari a 0,137 incidenti/10<sup>6</sup> veicoli x km è inferiore al valore medio del tratto compreso tra gli svincoli di Caltanissetta Nord – A19 e che pertanto l'intervento di ampliamento a quattro corsie si confronta con una situazione esistente che non è certamente la più critica da un punto di vista dell'incidentalità e della sicurezza stradale.

### 3.6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROGETTUALI

L'analisi degli interventi progettuali e del beneficio che apporteranno alla sicurezza del tratto considerato rispetto alle situazione esistente è qui illustrata per mezzo di una matrice di valutazione delle prestazioni previste per il progetto rispetto a quelle offerte dall'infrastruttura esistente.

In seguito si elencano gli interventi progettuali che sono stati indagati in quanto ritenuti indicatori direttamente ed indirettamente correlati al fenomeno della sicurezza stradale:

- a. Installazione di barriera bordo laterale (o bordo ponte) omologata e adeguamento dello spazio di funzionamento e del supporto o fondazione alla quale il dispositivo si collega.
- b. Impiego di pavimentazione drenante.
- c. Variazione del raggio delle curve planimetriche;
- d. Raggio delle curve.
- e. Inserimento di curve a raggio variabile (racordi clotoidici) e adeguamento del parametro A.
- f. Innalzamento delle pendenze trasversali.
- g. Variazione della distanza di visuale libera per l'arresto.

Per ogni indicatore si sono associati tre livelli di intervento rispetto all'esistente: Migliorato (verde), Invariato (giallo), Peggiorato (rosso).

Barriera di sicurezza	Pavimentazione	Curve planimetriche	Curve a raggio variabile	Pendenze trasversali	Distanza visuale libera
-----------------------	----------------	---------------------	--------------------------	----------------------	-------------------------

**Dir. AG-A19**

Liv. Inc.	Progr. Iniz.	Progr. Iniz.						
medio	26+434	27+850						

**Dir. A19-AG**

Liv. Inc.	Progr. Iniz.	Progr. Iniz.						
medio	26+434	27+850						

## 4. CONCLUSIONI

L'analisi delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato e gli esiti delle verifiche globali di coordinamento plano-altimetrico, di omogeneità e di visibilità offrono gli elementi per valutare la performance di sicurezza dalla nuova infrastruttura.

A conclusione dell'analisi puntuale svolta si ritiene che gli aspetti di carattere generale in grado di elevare il livello di sicurezza dell'arteria ammodernata sono:

- § Miglioramento delle condizioni di deflusso associate a livelli di servizio più elevati, caratterizzati da traffico scorrevole con condizionamenti reciproci tra veicoli molto ridotti, confort di guida elevati e carichi di lavoro (workload) molto bassi;
- § Impiego di pavimentazioni drenanti;
- § Installazione di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;
- § Analisi delle performance in termini di visibilità per l'arresto e adozione di provvedimenti mitigativi (limitazione di velocità) nel tratto in cui si è riscontrata tale carenza;

L'azione combinata di tutti questi fattori porta a concludere che, nello spirito di quanto richiesto dal DM n. 67/S del 22.04.2004, l'intervento configurato in progetto migliora complessivamente la sicurezza del sistema rispetto all'infrastruttura attuale.