

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VIABILITA'

NV07 - Variante SP64 (pk 17+500)

Relazione di Sicurezza stradale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3T 30 D 26 RH NV0700 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	F.Coppini	Gen-2020	A.Barreca	Gen-2020	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	F.Coppini	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	

ITM/FERR - UO INFRASTRUTTURE NORD
Aut. n. 100/2019 del 12/03/2019
Ordine n. 100/2019 del 12/03/2019

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
3	ANALISI DELLO STATO ATTUALE	9
4	SOLUZIONE PROGETTUALE	10
4.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI DELL'INTERVENTO DI PROGETTO.....	10
4.2	ANALISI DELLA SICUREZZA DELL'ASSE IN PROGETTO – PREMESSA METODOLOGICA	11
4.3	ANALISI COMPLESSIVA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	12
4.4	ANALISI DI DETTAGLIO DELLE CARATTERISTICHE DEL PROGETTO RISPETTO AI REQUISITI DELLA NORMATIVA D'INDIRIZZO.....	16
5	CONCLUSIONI.....	18
6	ALLEGATI	18

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO VIABILITA'					
	NV07 – VARIANTE SP64 (da pk 17+500) RELAZIONE DI SICUREZZA STRADALE	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0700 002	REV. B

1 PREMESSA

La linea ferroviaria Palermo – Catania, facente parte del Corridoio n.5 “Helsinki – La Valletta” della Rete Trans-Europea di trasporto, è interessata da un ampio progetto di investimento denominato “Nuovo Collegamento Palermo – Catania” che prevede una serie di interventi sulla tratta Fiumetorto – Bicocca.

Allo stato attuale sono già in corso i lavori finalizzati al raddoppio della tratta Catenanuova – Bicocca mentre la restante tratta, Fiumetorto – Catenanuova (tratto rosso nella figura), è oggetto di appositi incarichi di progettazione definitiva, affidati ad ITALFERR dalla Committente RFI.

La tratta suddetta Fiumetorto – Catenanuova risulta suddivisa nei seguenti lotti funzionali

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione di circa 30 km;
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi di circa 47 km;
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova di circa 27 km;
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino di circa 15 km;
- Lotto 5: tratta Dittaino – Catenanuova di circa 22 km.

Nell’ambito del LOTTO 3A, sono previsti interventi riferiti alle viabilità riguardanti:

- 1. adeguamento delle viabilità esistenti interferite dalla nuova linea ferroviaria di progetto;
- 2. realizzazione di deviazioni provvisorie;
- 3. realizzazione di nuove viabilità per il collegamento della rete stradale esistente /di progetto alle fermate della linea ferroviaria di progetto;
- 4. realizzazione di nuove viabilità per il collegamento della rete stradale esistente/di progetto con le aree di soccorso/sicurezza previste in progetto;
- 5. viabilità di ricucitura e ripristino dei collegamenti stradali esistenti.

Le viabilità ricadenti nel lotto in oggetto sono le seguenti:

WBS	L [km]	Classificazione stradale	Vp max [km/h] PD	Viabilità esistenti interessate (SS, SP, SC, ...)	Finalità intervento (soppressione PL, accesso stazione, piazzale, ...)	Ambito territoriale (Prov. – Comune)
NV01 – Adeguamento SP41 (da pk 2+200 a pk 8+400)	6.5	F1 (Adeguamento esistente)	70/60	SP41	Continuità provinciale	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV02 – Ricucitura viabilità locale (pk 2+8509)	0.4	L=4.0m	-		Ricucitura strada locale a destinazione particolare	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV03A - Ricucitura viabilità locale (pk 2+150)	0.15	L=4.0m	-		Ripristino accessi	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV03B - Ricucitura viabilità locale (pk 2+400)	0.17	L=4.0 m	-		Ripristino accessi	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV04B - Ricucitura viabilità locale (pk 4+500)	0.6	L=6.50 m	-		Ricucitura strada locale a destinazione particolare	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV06B - Variante innesto SP41 (pk 8+000)	0.15	F1 (Adeg. Esistente)	50	SP41	Modifica innesto su strada provinciale	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)

NV07 - Variante SP64 (pk 17+500)	0.53	F1 (Adeg. Esistente)	50	SP64	Continuità provinciale	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV08 - Viabilità accesso Stazione Vallelunga (pk 18+350)	0.2	F1 (Adeg. Esistente)	60		Accesso alla Stazione di Vallelunga	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV08A - Variante innesto SP64 su rotonda di progetto	0.09	F1 (Adeg. Esistente)	60	SP64	Modifica provinciale per inserimento rotonda	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV09 - Ricucitura viabilità locale Vallelunga (pk 18+400)	0.9	L=6.50 m	-		Ripristino accessi	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV10 - Variante SP228 (pk 19+040)	0.2	F1 (Adeg. Esistente)	40	SP228	Continuità provinciale	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV11A - Viabilità di accesso Area sicurezza BD Santa Catena Ovest GN01	0.11	L=8.0 m (cantiere)	-	-	Accesso ad area di sicurezza (strada a destinazione particolare)	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)

NV11B - Viabilità di accesso Area sicurezza BP Santa Catena Ovest GN01	0,3	L=8.0 m (cantiere)	-	-	Accesso ad area di sicurezza (strada a destinazione particolare)	PALERMO (Castronuovo di Sicilia)
NV12A - Viabilità di accesso Area sicurezza BD Santa Catena Est GN01	0,7	L=6.50 m	-	-	Accesso ad area di sicurezza e ripristino accessi (strada a destinazione particolare)	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV12B - Viabilità di accesso Area sicurezza BP Santa Catena Est GN01	0,3	L=4.0 m	-	-	Accesso ad area di sicurezza (strada a destinazione particolare)	CALTANISSETTA (Vallelunga Pratameno)
NV13 - Adeguamento viabilità esistente SP64	0,8	F1 (Adeg. Esistente)	70	SP64	Continuità provinciale	PALERMO (Comune di Sclafagni Bagni)

Oggetto della presente relazione è l'intervento di viabilità denominata NV07 che ricade nel caso 5: **viabilità di ricucitura e ripristino dei collegamenti stradali esistenti per adeguamento della viabilità esistente SP64.**

L'intervento riferito alla viabilità in oggetto riguarda l'adeguamento della strada esistente "SP64", interferente con la linea ferroviaria di progetto, e si rende necessaria al fine di mantenere i collegamenti stradali, attualmente consentiti attraverso la SP64, a seguito della realizzazione della nuova linea ferroviaria.

Il riferimento normativo vigente per la progettazione stradale è costituito dal DM n. 6792 del 5.11.2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, il cui ambito applicativo è stato precisato con il successivo DM n. 67/S del 22.04.2004 di “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Ai sensi del DM del 22.04.2004:

- (art. 1) le norme di cui al DM 5.11.2001 *sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per esse di una specifica normativa.*
- (art. 4) *i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura.*

Nel caso specifico, trattandosi di adeguamenti di strade esistenti, il progetto è stato sviluppato in accordo al dettato normativo, adottando a riferimento i criteri di progettazione della geometria d'asse stradale del citato DM 5.11.2001 (v. art. 1 del DM 22.04.2004 riportato al primo punto in elenco).

Laddove la presenza di vincoli di contesto non ha consentito di rispettare a pieno i criteri di progettazione contenuti del DM 5.11.2001, è stata svolta un'analisi di sicurezza volta a dimostrare che gli interventi sono in grado di produrre comunque un innalzamento del livello di sicurezza rispetto alla configurazione attuale (v. art. 4 del DM 22.04.2004 riportato al secondo punto in elenco).

Nell'ambito dell'analisi di sicurezza vengono anche definite le misure di mitigazione del rischio da introdurre in progetto allo scopo di compensare le eventuali incongruenze della configurazione di progetto con i requisiti indicati dal DM 5.11.2001, con lo scopo di ottenere in esercizio prestazioni di sicurezza equivalenti a quelle ottenibili con la piena rispondenza alla più recente normativa, d'indirizzo alla progettazione per il caso in esame, a pieno adempimento delle prescrizioni del DM 22.04.2004.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO VIABILITA'					
	NV07 – VARIANTE SP64 (da pk 17+500) RELAZIONE DI SICUREZZA STRADALE	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0700 002	REV. B

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Documenti normativi

- DM 2/5/2012 "*Linee Guida per la gestione della Sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legislativo 11 marzo 2011, n. 35*";
- D.Lgs. 15 Marzo 2011, n. 35, "*Attuazione della Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza stradale*";
- DM 19.4.2006, "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*";
- DM 22 aprile 2004, n. 67S recante la disciplina in regime transitorio per gli adeguamenti delle strade esistenti;
- D.M. 5.11.2001 n. 6792, "*Norme funzionali e geometriche per la Costruzione delle strade*";
- D.Lgs 30 Aprile 1992 n.285, "*Nuovo Codice della Strada*";
- DPR 16 dicembre 1992 n. 495, "*Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada*";
- DM 01/04/2019 – "*Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)*";
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 (“Ponti e strutture”) - RFIDTCSIPSMAIFS001C e s.m.i.
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 3 (“Corpo stradale”) - RFIDTCSICSMAIFS001C e s.m.i.
- Manuale di Progettazione delle opere civili – parte II – sezione 4 (“Gallerie”) - RFIDTCSIGAMAIFS001C e s.m.i

Documenti tecnici

- AASHTO "*Highway Safety Manual*", 1st Edition, Washington DC 2010;
- P. Ryns, M. Vandehey, L. Elefteriadou, R. G. Dowling, B. K. Ostrom, "*Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010)*", TRB, 2010.

3 ANALISI DELLO STATO ATTUALE

L'intervento in esame costituisce un adeguamento in sede dell'attuale strada provinciale SP 64 in approccio al sovrappasso con la linea ferroviaria esistente, in conseguenza della realizzazione di un nuovo sovrappasso e della modifica dell'intersezione esistente a raso della SP 64 con la viabilità di accesso alla stazione ferroviaria di Vallelunga.

La sede stradale attuale è costituita da una carreggiata bidirezionale di larghezza circa 4.50m. Si tratta di una strada ad uso locale priva di segnaletica e senza indicazione del limite amministrativo di velocità (v. Figura 1).



Figura 1: Vista della SP 64 esistente in approccio al sovrappasso della ferrovia

La pavimentazione presenta forti segni di usura, risultando spesso sconnessa e con la presenza di numerose e profonde buche. In molti tratti manca la regimentazione delle acque, sia esterne alla sede stradale che di piattaforma; tale mancanza provoca importanti problemi di sicurezza e una grande accelerazione dei fenomeni di deterioramento.

4 SOLUZIONE PROGETTUALE

4.1 Caratteristiche geometriche e funzionali dell'intervento di progetto

L'intervento è da considerarsi come un rifacimento parziale della viabilità esistente.

L'infrastruttura stradale è assimilabile funzionalmente ad una Strada Locale (Categoria F1) in Ambito Extraurbano secondo le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al D.M. 05/11/2001.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche, in conformità alle indicazioni del al D.M. 05/11/2001, è stata adottata una sezione trasversale stradale composta da un'unica carreggiata a doppio senso di marcia con due corsie di larghezza pari a 3.50 m, banchine laterali pari a 1.00 m, per una larghezza della piattaforma stradale pari a 9.00 m (v. Figura 2).

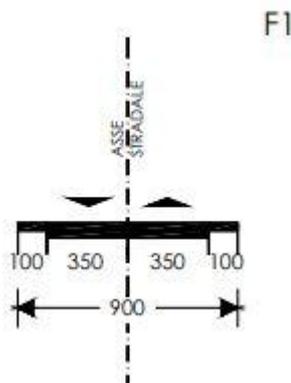


Figura 2: Sezione tipo di progetto, Tipo F1

L'intervento di adeguamento in oggetto, di sviluppo 430 m circa, interessa sia la riorganizzazione della piattaforma stradale (modifica della composizione della sezione tipo e della dimensione trasversale dei suoi elementi) che la modifica dell'andamento plano-altimetrico.

L'intervento di adeguamento definisce, in corrispondenza della connessione alla viabilità esistente, tratti di transizione tra tratti di strada adeguati e tratti che non sono oggetto di adeguamento (strada esistente) di sviluppo correlato al gradiente di velocità di progetto della strada in adeguamento rispetto a quella attribuita alla strada esistente secondo i criteri dettagliati nella relazione tecnica di progetto stradale (cui si rimanda per dettagli).

Nel caso specifico si ha un solo tratto di transizione di collegamento con la SP 64 esistente a Nord dell'intervento, di lunghezza 25 m.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO VIABILITA'					
	NV07 – VARIANTE SP64 (da pk 17+500) RELAZIONE DI SICUREZZA STRADALE	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0700 002	REV. B

4.2 Analisi della sicurezza dell'asse in progetto – Premessa metodologica

Ai sensi dell'art. 4 del DM 22.04.2004, l'analisi di sicurezza da redigere a corredo del progetto di interventi di adeguamento delle strade esistenti deve analizzare *gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza.*

Questa dimostrazione può avvenire secondo una procedura quantitativa, semiquantitativa o qualitativa.

L'analisi quantitativa della sicurezza di un intervento viene comunemente svolta mediante la stima dell'incidentalità attesa nella configurazione di adeguamento proposta in progetto ad un definito orizzonte temporale ed il confronto con l'incidentalità attesa allo stesso orizzonte temporale per la strada nella configurazione esistente.

L'adozione di questa procedura richiede l'uso di opportuni modelli previsionali per la stima dell'incidentalità nella nuova configurazione di progetto, adeguatamente calibrati per consentire il confronto dei dati previsionali con i dati di incidenti osservati sulla rete esistente. In alternativa, è necessario conoscere le caratteristiche geometriche, di traffico e di incidenti storici della rete esistente interessata dall'intervento¹, per poter operare un confronto su dati previsionali applicati alle due configurazioni infrastrutturali allo studio (rete in progetto e rete esistente).

Uno dei criteri più avanzati per questo tipo di analisi considera l'adozione del metodo pubblicato nel "Highway Safety Manual" americano (HSM, v. § 2), con l'approccio Empirico-Bayesiano (EB).

Tuttavia, il progetto in esame presenta particolari elementi di complessità nell'applicazione di questo criterio, per la necessità d'impiego di modelli previsionali, prevalentemente di origine internazionale e di cui non risulta ancora disponibile una calibrazione a livello nazionale, e per l'assenza di dati diffusi sulle caratteristiche della rete esistente interessata dall'intervento in forma diretta o indiretta.

Tenuto conto di questi elementi, ostativi all'adozione di un approccio di analisi puramente quantitativa, si è optato per un approccio semi-quantitativo, mediante:

¹ Nei casi in cui l'intervento prevede anche realizzazione di nuovi assi stradali, oltre all'adeguamento di assi esistenti (come nel caso in questione), è necessario conoscere anche le caratteristiche geometriche e funzionali delle tratte stradali non direttamente oggetto d'intervento, ma attualmente interessate dal traffico degli itinerari che saranno serviti in futuro dagli assi di nuova realizzazione.

Gli incidenti dovrebbero essere localizzati, per poterli attribuire ai diversi segmenti oggetto d'intervento.

Contestualmente bisognerebbe anche acquisire le regole di circolazione in vigore nell'intervallo di tempo per cui si esaminano i dati di incidenti.

- individuazione degli elementi caratterizzanti l'intervento in esame ed individuazione degli effetti attesi sulla sicurezza, sulla base delle evidenze sperimentali riportate nella letteratura tecnica internazionale;
- analisi di dettaglio degli elementi di incongruenza del progetto rispetto alla normativa d'indirizzo, finalizzata ad individuare i fattori di vulnerabilità del progetto, potenzialmente forieri di abbassamento del livello di sicurezza atteso rispetto all'obiettivo cui deve tendere la progettazione;
- individuazione delle possibili misure di mitigazione del rischio utili a contrastare i fattori di vulnerabilità del progetto.

L'analisi al primo punto (trattata al successivo § 4.3) ha lo scopo di verificare che il progetto, nel suo complesso, sia in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza rispetto alla condizione esistente.

L'analisi al secondo e terzo punto (trattata al successivo § 4.4) ha lo scopo di evidenziare l'entità del discostamento della soluzione di progetto dalle prestazioni ottenibili con un progetto pienamente aderente ai requisiti della norma d'indirizzo cui deve tendere la progettazione, e le misure di integrazione al progetto, raccomandabili per ridurre o (meglio) annullare questo discostamento.

4.3 Analisi complessiva dell'intervento in progetto

Per quanto rappresentato nel § 4.1, l'intervento in progetto comprende la realizzazione di un nuovo asse stradale parzialmente realizzato in variante e parzialmente in sede rispetto alla strada esistente, con adeguamento della sezione stradale mediante revisione delle dimensioni della piattaforma stradale con adeguamento (ampliamento) delle dimensioni delle banchine laterali e delle corsie di marcia.

Nella successiva Tabella 1 sono riportati i valori di CMF indicati dal HSM al variare della larghezza di banchina laterale in strade extraurbane a due corsie (equivalenti alle strade tipo C o F) rispetto alla condizione di riferimento ("base condition") di circa 2,0 m (6 ft), in diverse condizioni di traffico.

Tabella 1: CMF per interventi sulle banchine laterali (HSM 2010)

CMF for Shoulder Width on Rural Two-Lane Roadway Segments

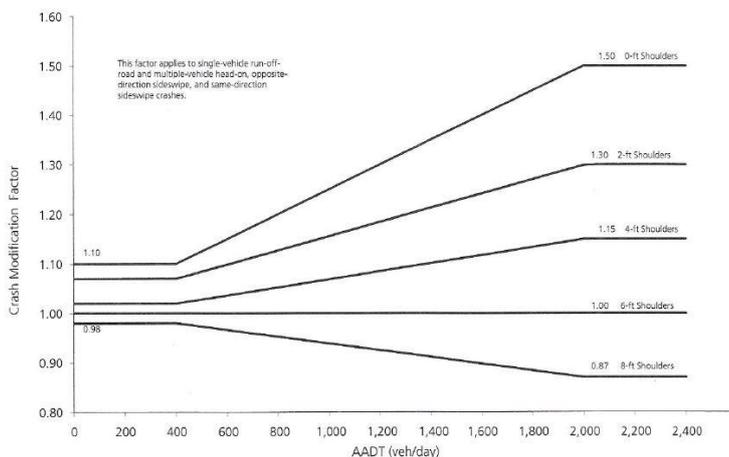
Shoulder Width	Average Annual Daily Traffic (AADT) (vehicles/day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
0 ft	1.10	$1.10 + 2.5 \times 10^{-4} (\text{AADT} - 400)$	1.50
2 ft	1.07	$1.07 + 1.43 \times 10^{-4} (\text{AADT} - 400)$	1.30
4 ft	1.02	$1.02 + 8.125 \times 10^{-5} (\text{AADT} - 400)$	1.15
6 ft	1.00	1.00	1.00
8 ft or more	0.98	$0.98 - 6.875 \times 10^{-5} (\text{AADT} - 400)$	0.87

NOTE: The collision types related to shoulder width to which this CMF applies include single-vehicle run-off-the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes.

Standard error of the CMF is unknown.

To determine the CMF for changing paved shoulder width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.

In Figura 3 viene fornita una rappresentazione grafica dei dati di Tabella 1, evidenziando come l'incidentalità decresca con l'aumento delle dimensioni della banchina (CMF decrescenti per larghezza banchina crescente), con effetto che viene amplificato con il crescere del traffico.



NOTE: Standard error of CMF is unknown.

Potential Crash Effects of Paved Shoulder Width on Rural Two-Lane Roads Relative to 6-ft Paved Shoulders

Figura 3: Variazione dei CMF per interventi sulle banchine laterali al variare del traffico (HSM 2010)

In ogni caso, l'incremento della larghezza della banchina stradale ha effetti sempre benefici fino al raggiungimento della larghezza limite di 2,4 m (8 ft), oltre il quale non si rilevano benefici apprezzabili dall'ulteriore incremento della larghezza di banchina.

Analogamente a quanto riportato per la larghezza della banchina laterale, nella successiva Tabella 2 sono riportati i valori di CMF indicati dal HSM al variare della larghezza delle corsie di marcia in strade extraurbane a due corsie rispetto alla condizione di riferimento ("base condition") di circa 3,7 m (12 ft), in diverse condizioni di traffico.

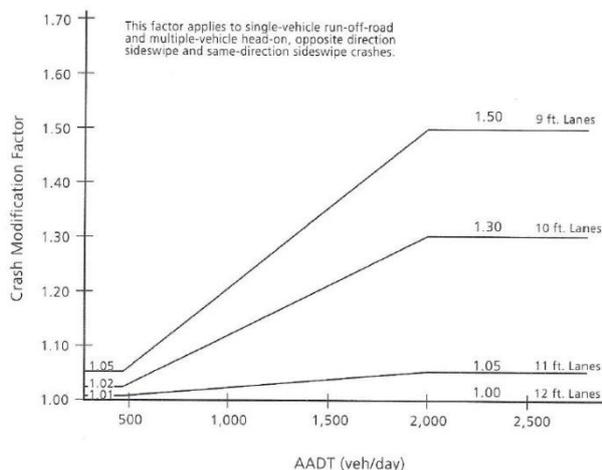
Tabella 2: CMF per interventi sulla larghezza delle corsie di marcia (HSM 2010)

CMF for Lane Width on Rural Two-Lane Roadway Segments			
Lane Width	Average Annual Daily Traffic (AADT) (vehicles/day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
9 ft or less	1.05	$1.05 + 2.81 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.50
10 ft	1.02	$1.02 + 1.75 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.30
11 ft	1.01	$1.01 + 2.5 \times 10^{-5}(AADT-400)$	1.05
12 ft or more	1.00	1.00	1.00

NOTE: The collision types related to lane width to which these CMFs apply are single-vehicle run-off-the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes.
Standard error of the CMF is unknown.

To determine the CMF for changing lane width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.

In Figura 4 viene fornita una rappresentazione grafica dei dati di Tabella 2, evidenziando come l'incidentalità decresca all'aumentare delle dimensioni delle corsie (CMF decrescenti per larghezza delle corsie crescente) entro l'intervallo 2,74 m (9 ft) – 3,7 m (12 ft), con effetto che viene amplificato con il crescere del traffico.



NOTE: Standard error of the CMF is unknown.
To determine the CMF for changing lane width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.
Potential Crash Effects of Lane Width on Rural Two-Lane Roads Relative to 12-ft Lanes

Figura 4: Variazione dei CMF per interventi sulla larghezza delle corsie di marcia (HSM 2010).

Anche in questo caso, l'incremento della larghezza delle corsie di marcia ha effetti sempre benefici nell'intervallo indicato.

L'intervento in progetto comprende, oltre al netto miglioramento della geometria dell'asse stradale, anche la realizzazione della nuova pavimentazione, della segnaletica e delle barriere di sicurezza. Questi interventi, realizzati in coerenza con la normativa vigente, contribuiscono al miglioramento del livello di sicurezza della strada rispetto allo stato esistente.

I risultati delle verifiche svolte dal progettista stradale indicano che parte degli elementi geometrici sottoposti a verifica risulta coerente con le prescrizioni della normativa di riferimento e tale, quindi, da garantire prestazioni di sicurezza coerenti con lo standard di progettazione attuale.

Parte degli elementi geometrici, invece, presenta incongruenze con i requisiti della norma, per le quali è possibile individuare misure di mitigazione volte a compensare l'incongruenza rilevata in modo da offrire comunque prestazioni di sicurezza coerenti con quelle ottenibili da una geometria d'asse pienamente coerente con il dettato normativo.

Il dettaglio dell'analisi delle caratteristiche del progetto rispetto ai requisiti della normativa d'indirizzo è illustrato nel successivo § 4.4.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO VIABILITA'					
	NV07 – VARIANTE SP64 (da pk 17+500) RELAZIONE DI SICUREZZA STRADALE	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0700 002	REV. B

In conclusione, dall'esame della tipologia d'intervento previste in progetto e dalle caratteristiche delle soluzioni proposte risulta che questo è in grado di produrre, nel suo complesso, un miglioramento delle condizioni di sicurezza della rete viaria oggetto d'intervento rispetto alla configurazione esistente, secondo quanto richiesto dal DM 22.04.2004.

4.4 Analisi di dettaglio delle caratteristiche del progetto rispetto ai requisiti della normativa d'indirizzo

Verifica di rispondenza del progetto ai requisiti della normativa d'indirizzo

Gli interventi in progetto, come detto in premessa, sono tutti adeguamenti di strade esistenti, e pertanto la norma cogente è il DM 22.04.2004. Ciò consente, sotto controllate condizioni, di potersi discostare dalle indicazioni della norma valida per la costruzione di nuove strade, rappresentata dal DM 5.11.2001, con l'unico vincolo di raggiungere comunque un miglioramento della sicurezza della strada esistente. Il progetto pertanto è stato sottoposto a verifica ed esaminato sotto il punto di vista della sicurezza della circolazione stradale, individuando gli elementi non congruenti con le indicazioni del DM 5.11.2001 e suscettibili di miglioramento.

A causa dei numerosi vincoli al contesto presenti e al fine di non discostarsi eccessivamente dal tracciato esistente, è stato deciso di limitare la massima velocità di progetto sull'asse a $V_{pmax} = 50\text{km/h}$.

Data la breve estensione dell'intervento, l'abbassamento della velocità di progetto massima comporta solamente un piccolo aumento dei tempi di percorrenza ma permette il soddisfacimento della totalità delle verifiche prescritte dal DM2001, come si evince dai tabulati dei capitoli 7 e 8 della relazione tecnica (RS3T.30.D.26.RH.NV0700.001).

La limitazione della V_{pmax} comporta l'adozione di un limite di velocità massima, definita in $V_{limite} = V_{pmax} - 10\text{km/h} = 50\text{km/h} - 10\text{km/h} = 40\text{km/h}$.

Qualora invece si utilizzasse l'intervallo di velocità di progetto indicato dalla norma ($V_p = 40\div 100\text{km/h}$) molte verifiche non sarebbero soddisfatte e quindi sarebbe necessario modificare pesantemente tutta la geometria dell'asse (cfr. tabulati in allegato)

L'analisi di rispondenza della geometria dell'asse in progetto alle indicazioni del DM 5.11 è stata replicata assumendo la limitazione della V_{pmax} , risultando integralmente verificato.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO VIABILITA'					
	NV07 – VARIANTE SP64 (da pk 17+500) RELAZIONE DI SICUREZZA STRADALE	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV0700 002	REV. B

Da ciò risulta che l'adozione del limite di velocità di 40km/h consente di risolvere le incongruenze indotte dai vincoli manifestati in progetto, consentendo di ottenere per la viabilità in progetto prestazioni di sicurezza assimilabili a quelle implicitamente corrispondenti ad un tracciato pienamente rispondente al DM 5.11.2001.

Tenuto conto che la coerenza delle prestazioni di sicurezza della strada in progetto con lo standard definito dal DM 5.11.2001 dipende dal rispetto da parte degli utenti del limite di velocità imposto e che questo è estremamente basso per una strada di ambito extraurbano, nella successiva fase progettuale dovranno essere condotte precise valutazioni su se e dove posizionare delle postazioni di rilevamento delle velocità praticate, con sanzionamento delle infrazioni.

Il sistema di rilevazione delle velocità potrà essere utilmente integrato con pannelli luminosi di segnalazione agli utenti della velocità praticata.

Risulta inoltre raccomandabile, laddove non già previsto, di adottare in progetto i seguenti provvedimenti di segnaletica:

- nelle curve in cui risultano incongruenze con i criteri di cui al DM 5.11.2001, ancorché risolte con l'adozione del limite di velocità
 - ✓ inserimento lungo il margine esterno della curva di delineatori modulari di curva al fine di aumentare la capacità di riconoscimento del tratto in approccio alla curva;
 - ✓ installazione di segnale di pericolo per curva a destra o curva a sinistra (v. Figura II 4 Art. 86 e Figura II 5 Art. 86);
- in approccio al tratto terminale di collegamento con la strada SP 64 esistente
 - ✓ installazione di segnale di strettoia (v. Figura II 17 Art. 90, Figura II 18 Art. 90e Figura II 19 Art. 90);
 - ✓ adozione di segnaletica orizzontale con rallentatori ottici di velocità ai sensi dell'art. 179 commi da 1 a 3 del regolamento di attuazione del Codice della strada.

5 CONCLUSIONI

L'analisi di sicurezza del progetto nel suo insieme ha valutato tutti gli interventi facendo emergere che il progetto è in grado di produrre, nel suo complesso, un netto miglioramento delle condizioni di sicurezza della rete viaria oggetto d'intervento rispetto alla configurazione esistente, sulla base delle evidenze sperimentali riportate in letteratura.

L'analisi di dettaglio ha verificato che, assumendo una velocità di progetto massima ridotta, gli elementi geometrici planimetrici e altimetrici dell'asse sono conformi ai requisiti del DM 5.11.2001 (che costituisce normativa d'indirizzo per il progetto in esame).

L'adozione di una velocità di progetto ridotta viene accompagnata da interventi di segnaletica che contribuiscono al miglioramento della sicurezza stradale e che consentono di ottenere in progetto prestazioni di sicurezza coerenti con quelle ottenibili con una piena rispondenza ai requisiti della norma d'indirizzo, in ossequio a quanto richiesto dall'art. 1 del DM 22.04.2004.

6 ALLEGATI

Tabulati contenenti i risultati dell'analisi di rispondenza della geometria dell'asse in progetto alle indicazioni del DM 5.11.2001.

Dati generali	Minimo	Massimo			
Asse: NV07					
Tipo di strada: F1 - Locali Extraurbane					
Larghezza semicarreggiata (m)	3.50				
Velocità progetto (Km/h)	25	100			

Rettilo n°1 - Lunghezza (m):67.19	Lung. Min	Lung. Max			Parametri
					0.00
Lunghezza minima (m)	30.00				
Lunghezza massima (m)		2200.00			
Valori minimi/massimi da normativa	30.00	2200.00			
Rettilo in normativa	67.19				

Clotoide n°1 - Parametro A:52.500 - Lunghezza (m):36.75	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
						67.19
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						36
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	24.514					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	32.037					
Criterio ottico	25.000					
Criterio ottico		75.000				
Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	32.037	75.000				
Clotoide in normativa	52.500		36.75		1.000	

Raccordo n°1 - Raggio (m):75.00 - Lunghezza (m):51.85	Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
						103.94
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						45
Raggio minimo in funzione della velocità	17.58					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo precedente	67.19					
Raggio minimo calcolato rispetto al rettilo successivo	44.27					
Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione			31.08			
Valori minimi/massimi da normativa	67.19		31.08			
Raccordo in normativa	75.00		51.85			

Clotoide n°2 - Parametro A:52.500 - Lunghezza (m):36.75	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
						155.80
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						51
Fattore di forma					1.000	
Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo	49.251					
Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	44.980					
Criterio ottico	25.000					
Criterio ottico		75.000				
Clotoide rettilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000		
Valori minimi/massimi da normativa	49.251	75.000				
Clotoide in normativa	52.500		36.75		1.000	

Rettilo n°2 - Lunghezza (m):44.27	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
						192.55
Lunghezza minima (m)	48.76					
Lunghezza massima (m)		2200.00				
Valori minimi/massimi da normativa	48.76	2200.00				
Rettilo fuori normativa	44.27					

 Clotoide n°3 - Parametro A:52.500 - Lunghezza (m):21.20		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							236.82
 Fattore di forma						1.000	62
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		71.709					
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		65.222					
 Criterio ottico		43.333					
 Criterio ottico			130.000				
 Clotoide rettilfo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza					1.000		
 Valori minimi/massimi da normativa		71.709	130.000				
 Clotoide fuori normativa		52.500		21.20			1.000
 Raccordo n°2 - Raggio (m):130.00 - Lunghezza (m):35.14		Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							258.02
 Raggio minimo in funzione della velocità		17.58					62
 Raggio minimo calcolato rispetto al rettilfo successivo		63.74					
 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				43.06			
 Valori minimi/massimi da normativa		63.74		43.06			
 Raccordo fuori normativa		130.00		35.14			
 Clotoide n°4 - Parametro A:52.500 - Lunghezza (m):21.20		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							293.16
 Fattore di forma						1.000	65
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		78.319					
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		66.634					
 Criterio ottico		43.333					
 Criterio ottico			130.000				
 Clotoide rettilfo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza					1.000		
 Valori minimi/massimi da normativa		78.319	130.000				
 Clotoide fuori normativa		52.500		21.20			1.000
 Rettilfo n°3 - Lunghezza (m):63.74		Lung. Min	Lung. Max				Parametri
 Lunghezza minima (m)		72.18					314.36
 Lunghezza massima (m)			2200.00				
 Valori minimi/massimi da normativa		72.18	2200.00				
 Rettilfo fuori normativa		63.74					
 Clotoide n°5 - Parametro A:70.000 - Lunghezza (m):15.31		A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)							378.10
 Fattore di forma						1.000	75
 Criterio dinamico: limitazione del contraccolpo		102.877					
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli		102.131					
 Criterio ottico		106.667					
 Criterio ottico			320.000				
 Clotoide rettilfo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza					1.000		
 Valori minimi/massimi da normativa		106.667	320.000				
 Clotoide fuori normativa		70.000		15.31			1.000
 Raccordo n°3 - Raggio (m):320.00 - Lunghezza (m):41.38		Raggio Min	Raggio Max	Lung. Min			Parametri

 km 						393.41
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						80
 Raggio minimo in funzione della velocità	17.58					
 Raggio minimo calcolato rispetto al rettifilo successivo	79.10					
 Lunghezza minima del raccordo per una corretta percezione				55.65		
 Valori minimi/massimi da normativa	79.10			55.65		
 Raccordo fuori normativa	320.00			41.38		

 Clotoide n°6 - Parametro A:70.000 - Lunghezza (m):15.31	A Min	A Max	Lung. Min	Rapporto	FF	Parametri
 km 						434.80
 Velocità utilizzata per la verifica (km/h)						82
 Fattore di forma					1.000	
 Criterio dinamico: limitazione del contraccollo	122.223					
 Criterio cigli: limitazione della pendenza longitudinale dei cigli	113.008					
 Criterio ottico	106.667					
 Criterio ottico		320.000				
 Clotoide rettifilo-raccordo. $2/3 \leq A1/A2 \leq 3/2$. A1/A2 in tolleranza				1.000		
 Valori minimi/massimi da normativa	122.223	320.000				
 Clotoide fuori normativa	70.000		15.31		1.000	

 Rettifilo n°4 - Lunghezza (m):79.10	Lung. Min	Lung. Max				Parametri
 km 						450.11
 Lunghezza minima (m)	122.75					
 Lunghezza massima (m)		2200.00				
 Valori minimi/massimi da normativa	122.75	2200.00				
 Rettifilo fuori normativa	79.10					

Dati generali	Minimo	Massimo	
Tipo di strada:F1 - Locali Extraurbane			
Larghezza semicarreggiata (m)	3.50		
Velocità progetto (Km/h)	25	100	

Livellotta n°1 - Pendenza (h/b):1.652%	Pend. Max	Parametri
Progressiva		0.00
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%	
Livellotta in normativa	1.652%	

Parabola n°1 - Raggio (m):2000.00 - Lunghezza (m):133.045 - K:20.000 (Convesso)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			165.12
Distanza utilizzata			77.00
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			63
Raggio minimo da visibilità	1591.06		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	504.70		
Parabola in normativa	2000.00		

Livellotta n°2 - Pendenza (h/b):-5.000%	Pend. Max	Parametri
Progressiva		298.16
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%	
Livellotta in normativa	-5.000%	

Parabola n°2 - Raggio (m):1200.00 - Lunghezza (m):105.154 - K:12.000 (Concavo)	Raggio Min	Lung. Min	Parametri
Progressiva			378.48
Distanza utilizzata			128.19
Velocità utilizzata per la verifica (km/h)			86
Raggio minimo da visibilità	2212.86		
Raggio minimo comfort accelerazione verticale	959.67		
Parabola fuori normativa	1200.00		

Livellotta n°3 - Pendenza (h/b):3.763%	Pend. Max	Parametri
Progressiva		483.63
Pendenza massima (+/- h/b):	10.000%	
Livellotta in normativa	3.763%	