

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO  
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO  
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO  
NV02 - ADEGUAMENTO VIABILITA' ESISTENTE VIA WENNER**

Relazione di sicurezza stradale

SCALA:

-

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

NN1X 00 D 78 RH NV0200 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	V.Viro 	Feb-2021	G.Maurino 	Feb-2021	M.D'Avino 	Feb-2021	D.Tiberti Feb-2021  ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato UO Infrastrutture Sud Prof. Luca Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10776

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3.1	CONSIDERAZIONI SUL QUADRO NORMATIVO PER INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SULLE STRADE ESISTENTI .....	8
4	ANALISI DELLA CONDIZIONE ESISTENTE .....	11
4.1	RICOSTRUZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO ESISTENTE .....	12
4.2	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E DIMENSIONI DELLA PIATTAFORMA STRADALE ESISTENTE .....	13
4.3	FLUSSI DI TRAFFICO ASSOCIATI ALL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	13
4.4	DATI DI INCIDENTALITÀ.....	15
4.5	FATTORI CONTRIBUTIVI DEGLI INCIDENTI STRADALI .....	16
5	ANALISI DELLA CONDIZIONE DI PROGETTO.....	19
5.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO DI PROGETTO.....	19
5.2	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E DIMENSIONI DELLA PIATTAFORMA STRADALE DI PROGETTO.....	20
5.3	FLUSSI DI TRAFFICO ASSOCIATI ALLA CONDIZIONE DI PROGETTO .....	20
5.4	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA STRADA ESISTENTE .....	20
6	STIMA DELL'INCIDENTALITA' .....	23
6.1	IL METODO DELL'HIGHWAY SAFETY MANUAL (HSM).....	23
6.2	INDICATORI DI SICUREZZA STRADALE PER STRADE URBANE .....	26
6.2.1	<i>Frequenza media prevista di incidenti relativa ai veicoli .....</i>	<i>27</i>
6.2.2	<i>Frequenza media prevista di incidenti con pedoni.....</i>	<i>33</i>
6.2.3	<i>Frequenza media prevista di incidenti con ciclisti .....</i>	<i>34</i>
6.2.4	<i>Crash Modification Factors Considerati (CMF).....</i>	<i>35</i>
6.3	STIMA DELLA FREQUENZA MEDIA PREVISTA DI INCIDENTI.....	38

6.3.1	<i>Frequenza media prevista di incidenti in condizione di non intervento .....</i>	38
6.3.2	<i>Frequenza media prevista di incidenti in condizione di progetto.....</i>	39
6.3.3	<i>Confronto degli indicatori di sicurezza stradale tra condizione di non intervento e condizione di progetto.....</i>	40
7	<b>CONCLUSIONI.....</b>	41

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto nell'ambito dello sviluppo del Progetto Definitivo del Completamento della Metropolitana di Salerno, tratta Arechi - Aeroporto di Salerno "Costa D'Amalfi".

L'intervento in oggetto è finalizzato al potenziamento dei sistemi di trasporto nell'ambito dell'area urbana di Salerno, nell'ottica dell'aumento dell'offerta di servizi ferroviari metropolitani per il collegamento con i comuni dell'hinterland meridionale, migliorando i collegamenti con l'Ospedale, l'Università, l'Aeroporto (inserito nel nuovo piano industriale delle Rete Aeroportuale Campana tra gli aeroporti di interesse nazionale per i quali è necessario adeguare l'accessibilità stradale e ferroviaria) e l'Area Industriale riducendo, di conseguenza, il traffico veicolare privato.

Nell'ambito del Progetto Definitivo sono pertanto previsti interventi riferiti alle viabilità riguardanti:

1. Progettazione di nuove viabilità in variante rispetto ai tracciati attuali, per il collegamento di viabilità esistenti con intersezioni di progetto;
2. Progettazione di nuove intersezioni;
3. Riprofilatura viabilità esistente per consentire il collegamento con le nuove intersezioni di progetto;
4. Adeguamento delle viabilità esistenti, interferite dalla nuova linea metropolitana di progetto;
5. Realizzazione di nuove viabilità per il collegamento della rete stradale esistente /di progetto alle nuove stazioni della linea metropolitana;
6. Progettazione di nuovi parcheggi a servizio della linea metropolitana e/o ferroviaria

Oggetto della presente relazione è l'analisi degli aspetti relativi la sicurezza stradale nell'ambito degli interventi di progetto previsti su Via Roberto Wenner (NV02), ricadenti negli interventi di tipo 4 tra quelli precedentemente elencati, ovvero "Adeguamento di viabilità esistenti".

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Come descritto nel precedente paragrafo, gli interventi di progetto relativi a via R. Wenner (NV02) si configurano come “adeguamento di viabilità esistente” per il quale la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004, secondo cui le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 sono limitate alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l’adeguamento di quelle esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Con riferimento ai contenuti dell’art.4 del DM 22/04/2004, nella presente relazione sono analizzati gli aspetti connessi alle esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l’intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza ed un miglioramento delle caratteristiche funzionali, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura.

Nel seguito, dopo aver riportato l’analisi dell’infrastruttura esistente in termini di caratteristiche geometrico-funzionali, di traffico e di incidentalità (Cap. 4), vengono descritti gli interventi di adeguamento previsti in progetto (Cap. 5). Successivamente, viene descritta la metodologia applicata (HSM) al fine di valutare, attraverso indicatori quantitativi, gli effetti che gli interventi di progetto previsti comportano rispetto alla condizione esistente, in termini di sicurezza stradale (Cap. 6).

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'ambito del seguente studio sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs.30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/2004: “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”;
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- D. L.vo n.35/11: “Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali”;
- D.M. 02/05/2012: “Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell’articolo 8 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n.35”.
- D.M. 18/02/1992: “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D.M. 03/06/1998: “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle 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 delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Direttiva Ministero 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”;

- CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - Anno XXIX – N.178: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”.
- UNI EN 1317-1-2-3-4 Barriere di sicurezza stradali
- Direttiva Ministeriale Prot. 3065 del 25/08/2004 “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI;
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

Ad integrazione dei riferimenti normativi di cui sopra, sono stati presi in considerazione i contenuti riportati nei seguenti documenti tecnici:

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Safety Manual 1st edition – Supplement 2014;
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Capacity Manual fourth edition (HCM2000);
- PIARC – World Road Association – Road Safety Manual – Update 2019;
- Autoroads publications and guide – Guide to Road Safety;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Dipartimento per I trasporti, la navigazione ed I sistemi informative e statistici – Direzione Generale per la Sicurezza Stradale – Monitoraggio del PNSS – Linee Guida per la valutazione dei risultati degli interventi di sicurezza stradale – ID Documento: Rapporto –PA3.3 – Data: 15/05/2012;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade (D.P. CNR N. 13465 del 11/09/1995) – Criteri per la classificazione della rete delle strade esistente ai sensi dell’art.13, comma 4 e 5 del nuovo codice della strada – Roma, 13 marzo 1998.

### 3.1 Considerazioni sul quadro normativo per interventi di adeguamento sulle strade esistenti

L'atto di regolamentazione normativa per la costruzione delle strade, che trova le sue origini nell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n.285, è il D.M. 05/11/2001 con le allegate "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade". Tali norme, inizialmente predisposte, come recita l'art. 2 dello stesso D.M. 05/11/2001, sia per la costruzione di nuovi tronchi stradali sia per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti, sono state limitate, con il successivo D.M. 22/04/2004 ("Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»"), alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti, prevedendo l'emanazione di specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Nonostante il D.M. 22/04/2004 prevedesse che nell'arco temporale di sei mesi venissero emanate le specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, ad oggi non è stato emanato alcun Decreto in merito.

Ad oggi continua, quindi, a valere quale disciplina transitoria quanto previsto dall'art. 4 del D.M. 22/04/2004, ovvero che "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 dell'infrastruttura". Si evidenzia che tale disposizione, derivante dalla necessità di coprire il periodo necessario per l'emanazione delle specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, essendo di carattere generale, non fornisce regole utili per la dimostrazione richiesta.

Tuttavia, nel Marzo 2006 è stata predisposta una bozza delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" (Bozza di "Norma per gli interventi delle strade esistenti", Ministero Infrastrutture e Trasporti – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale – 21 marzo 2006). Tale bozza del Marzo 2006 non ha conseguito il previsto parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il quale ha affermato che in assenza della formale emanazione delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", la suddetta bozza può assumere unicamente valore di letteratura tecnica e pertanto, a legislazione vigente, i riferimenti normativi per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti rimangono il D.M. 05/11/2001 e l'art. 4 del D.M. del 22/04/2004 (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, parere del 7 marzo 2013).

Più recentemente è stato emanato il D.M. 02/05/2012 "Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n.35", il quale introduce azioni e procedure finalizzate al miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali. In linea con il principio



generale delle Direttive dell'Unione Europea, il D.M. 02/05/2012 ha previsto che tali procedure si applichino da subito sulla rete stradale transeuropea, e poi si estendano progressivamente a tutte le altre strade con i tempi previsti dall'art. 1 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n.35.

Si evidenzia che il nuovo corpo normativo introdotto dal D.M. 02/05/2012, non va a modificare in alcun modo quanto previsto dal precedente D.M. 22/04/2004 che quindi mantiene la sua piena validità. Ne consegue che i progetti di interventi di adeguamento di strade esistenti devono comunque contenere la specifica relazione di sicurezza stradale prevista dall'art. 4 del D.M. 22/04/2004.

Alla luce dell'attuale quadro normativo che disciplina gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, si ritiene che in linea con l'art. 1 del D.M. 22/04/2004, la definizione di un intervento di adeguamento sia il risultato del giusto equilibrio tra il pieno rispetto delle norme del D.M. 05/11/2001 e l'adozione di soluzioni tecniche diverse dovute a vincoli di natura oggettiva (riutilizzo di manufatti esistenti, presenza di vincoli ambientali/antropici non facilmente eliminabili, costi di costruzione, dilazioni temporali dovute alle procedure approvative, ecc.).

Inoltre, in linea con l'art. 4 del D.M. 22/04/2004, il progetto di adeguamento di una strada esistente deve contenere, attraverso una specifica relazione, una analisi degli aspetti di sicurezza stradale con dimostrazione che l'intervento complessivo di adeguamento comporta un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura di progetto rispetto all'infrastruttura esistente.

In merito alla relazione richiesta dall'art. 4 de D.M. 22/04/2004, si evidenzia che il regime transitorio, definito dallo stesso Decreto, non fornisce al progettista regole e metodologie per la redazione della relazione richiesta.

Si ritiene, pertanto, che la relazione di sicurezza stradale che deve dimostrare che l'intervento sulla strada esistente è in grado di produrre un innalzamento del suo livello di sicurezza, sia predisposta con criteri razionali, ovvero sulla base delle conoscenze scientifiche di settore.

All'attualità in Italia non esiste un metodo univoco di valutazione della sicurezza stradale. Tuttavia, un approccio, che può essere utilmente applicato nell'adeguamento delle reti stradali, inteso anche come miglioramento delle condizioni di sicurezza, è quello che fa uso di modelli predittivi di incidentalità.

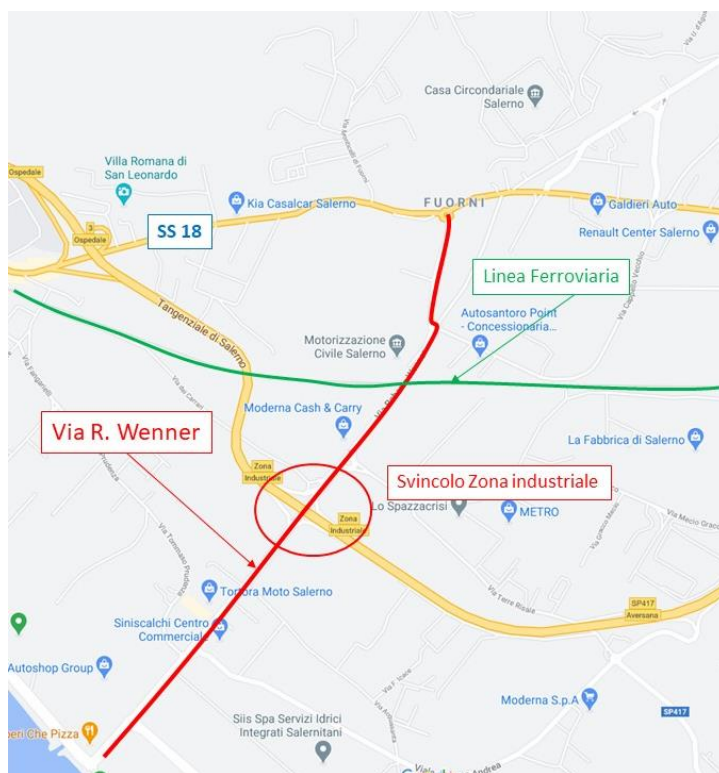
I modelli predittivi correlano il numero di incidenti a parametri geometrici e funzionali delle strade, consentendo di stimare in termini numerici i benefici, intesi come riduzione del numero di incidenti, che i differenti interventi possibili possono apportare.

Tra i vari modelli predittivi presenti in letteratura, la ricerca scientifica fa riferimento al metodo dell'Highway Safety Manual (HSM), attualmente utilizzato negli USA. L'HSM contiene informazioni e metodologie applicabili ai fini della misurazione, stima e valutazione della sicurezza stradale relativa alle infrastrutture stradali, attraverso il calcolo della frequenza media prevista di incidenti (numero di incidenti per anno).

Nel presente studio, la metodologia HSM è stata adottata per valutare la frequenza media prevista di incidenti nella condizione esistente di Via R. Wenner (NV02), e nella condizione di progetto. La frequenza media prevista di incidenti è stata assunta quale indicatore di sicurezza stradale al fine di valutare, in maniera quantitativa, gli effetti provocati dagli interventi di adeguamento previsti nell'ambito del presente progetto definitivo relativi al tratto stradale in esame. Per ulteriori approfondimenti sulla metodologia adottata (HSM), si rimanda al Capitolo 6.

#### 4 ANALISI DELLA CONDIZIONE ESISTENTE

L'infrastruttura esistente (Via Roberto Wenner) nel quale ricadono gli interventi di progetto è situata nel Comune di Salerno. Via R. Wenner (NV02) si connette a nord con la Strada Statale S.S. 18 e a sud con Via Salvatore Allende attraverso intersezioni a rotatoria. Lungo la strada in oggetto, inoltre, sono presenti le rampe di immissione e di uscita dello svincolo "Zona Industriale" della Tangenziale di Salerno, per entrambe le direzioni della stessa.



Gli interventi di adeguamento di via Roberto Wenner (NV02) sono relativi ad un tratto di sviluppo pari a 385m circa, in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, ed interessano prevalentemente l'altimetria dell'infrastruttura esistente.

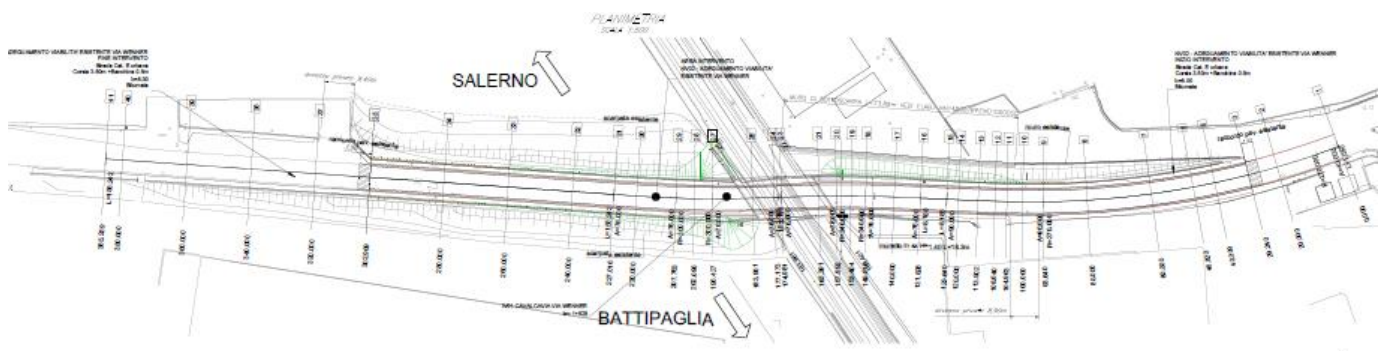
Nei seguenti paragrafi, relativamente al tratto stradale in cui ricadono gli interventi di progetto, si descrivono le caratteristiche geometriche, funzionali e prestazionali della strada in oggetto. È possibile sintetizzare l'iter procedurale adottato per l'analisi della strada esistente nelle seguenti fasi operative:

- Ricostruzione delle caratteristiche geometriche del tracciato;

- Analisi delle caratteristiche funzionali e dimensioni della piattaforma stradale;
- Analisi dei flussi di traffico associati all'infrastruttura;
- Dati di incidentalità;
- Possibili fattori contributivi degli incidenti stradali.

#### 4.1 Ricostruzione delle caratteristiche geometriche del tracciato esistente

La ricostruzione dell'andamento plano-altimetrico delle condizioni esistenti del tratto stradale oggetto di intervento è avvenuta sulla base di rilievi, studi ed indagini condotte nell'ambito delle attività di progettazione.



L'andamento planimetrico della condizione esistente si compone di curve circolari e rettili collegati da curve di transizione (clotoidi). Le curve circolari presentano valori compresi tra 270m e 340m, mentre il rettilo più lungo si sviluppa per un'estensione pari a 158m circa. Altimetricamente, l'infrastruttura esistente è caratterizzata da pendenze longitudinali contenute tra l'1.26% e il 4.90%. Si riporta, nella seguente tabella, la successione degli elementi planimetrici dello stato attuale del tratto stradale oggetto di intervento, ed i valori di pendenza longitudinale massima lungo ciascun elemento planimetrico.

ID	Elemento Planimetrico	Sviluppo (m)	Raggio (m)	A	Pend. Long. max
1	Rettifilo	1,05	-	-	1,40%
2,1	Clotoide	5,30	-	40,00	1,40%
2,2	Curva	86,66	270,00	-	2,60%
2,3	Clotoide	30,00	-	90,00	2,90%
3	Rettifilo	8,19	-	-	1,66%
4,1	Clotoide	16,99	-	76,00	1,42%
4,2	Curva	9,18	340,00	-	1,42%
4,3	Clotoide	16,99	-	76,00	1,26%
5	Rettifilo	2,19	-	-	1,26%
6,1	Clotoide	19,25	-	76,00	1,94%
6,2	Curva	11,34	300,00	-	1,94%
6,3	Clotoide	19,25	-	76,00	2,30%
7	Rettifilo	158,24	-	-	4,90%

#### 4.2 Caratteristiche funzionali e dimensioni della piattaforma stradale esistente

Allo stato esistente, il tratto di strada in cui ricadono gli interventi di progetto è caratterizzato da una piattaforma a carreggiata unica ad una corsia per senso di marcia, con marciapiedi pedonali lungo entrambi i cigli della piattaforma stradale.

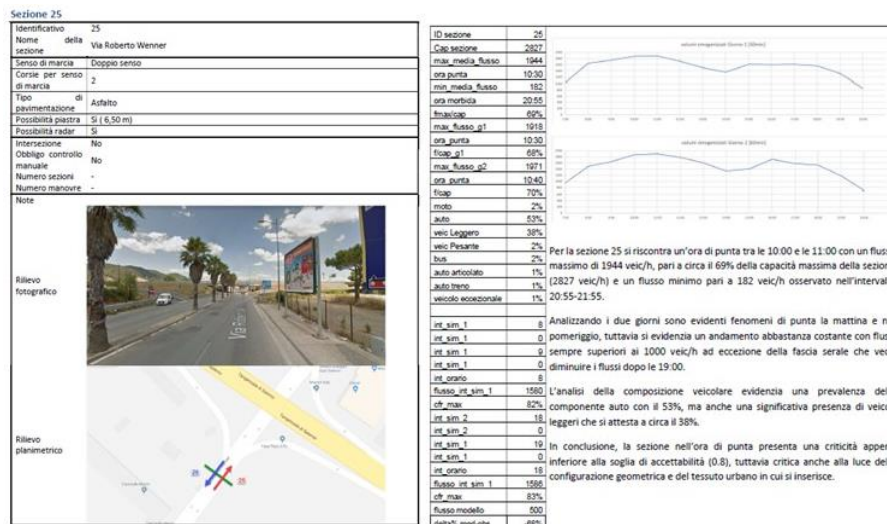
Si riportando di seguito le dimensioni degli elementi costituenti la piattaforma stradale esistente:

- Larghezza Corsie = 3.50m;
- Larghezza Banchine = 0.50m;
- Larghezza Marciapiedi = 1.50m circa.

In considerazione al contesto di rete stradale in cui la viabilità in esame si inserisce, e tenuto conto delle dimensioni degli elementi caratteristici che compongono la piattaforma stradale, il tratto di strada in cui ricadono gli interventi di progetto è associabile funzionalmente ad una strada di categoria E Urbana, secondo il DM 05/11/2001.

#### 4.3 Flussi di traffico associati all'infrastruttura esistente

Per quanto concerne i dati di traffico relativi alla condizione esistente, si è tenuto conto delle attività di rilievo e indagine svolte nell'ambito del P.G.T.U. del comune di Salerno. In particolare, nell'ambito del "Piano di Settore Trasporto Stradale – Appendice 2 Attività di indagine al cordone, redatto nell'anno 2019 dal Laboratorio di Analisi di Sistemi di Trasporto – Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Salerno", sono riportati i rilievi effettuati su Via Roberto Wenner (NV02).



I dati di traffico riportati nel P.G.T.U. sono espressi in veicoli ora, riferiti all'ora di punta. Per la corretta applicazione della metodologia HSM, i flussi di traffico riferiti all'ora di punta sono stati convertiti in Traffico Giornaliero Medio (TGM), attraverso la seguente relazione:

$$T_{phn} = \alpha \cdot TGM$$

Dove:

- $T_{phn}$  = flusso massimo all'ora di punta, espresso in veicoli/ora
- $\alpha = 0.10$

Il traffico all'ora di punta rappresenta, di fatti, una percentuale del TGM. Tale percentuale, si è assunta pari al 10% in considerazione alla letteratura tecnica di riferimento.

Nella seguente tabella si riportano i dati di traffico associati alla condizione attuale della strada in oggetto.

Direzione	Flusso massimo (veic/h)	TGM (veic/g)
SS18	1944	19440
Via Allende	2114	21140
<b>BIDIREZIONALE</b>	<b>4058</b>	<b>40580</b>

#### 4.4 Dati di incidentalità

Relativamente alle strade urbane locali risulta ad oggi non presente un database univoco da cui reperire dati incidentali riferiti alla specifica strada di riferimento. In assenza di dati incidentali specifici del tratto stradale in cui ricadono gli interventi di progetto, si sono macroscopicamente analizzati i dati nazionali riferiti al triennio 2017-2019 riportati nel report ACI/ISTAT – Incidenti Stradali.

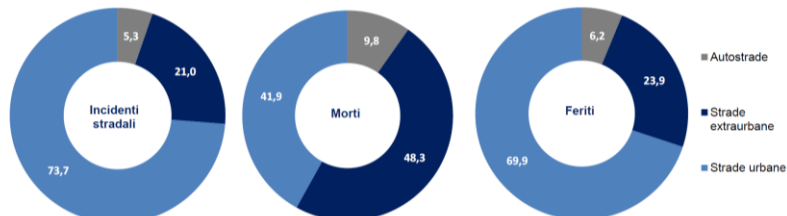
Dai dati riportati si evince che la maggior parte degli incidenti registrati sul territorio nazionale avviene in ambito urbano (73.7%), ovvero nel contesto in cui si mette la strada oggetto del presente studio. Relativamente alle conseguenze degli incidenti stradali, sulle strade urbane, inoltre, si registrano anche il maggior numero di feriti (69.9%), e una rilevante proporzione di morti per incidente stradale (41.9%).

PROSPETTO 3. INCIDENTI STRADALI CON LESIONI A PERSONE SECONDO LA CATEGORIA DELLA STRADA. Anni 2019, 2018 e 2017, valori assoluti e variazioni percentuali 2019/2018

CATEGORIA DELLA STRADA	Incidenti 2019	Incidenti 2018	Incidenti 2017	Morti 2019	Morti 2018	Morti 2017	Feriti 2019	Feriti 2018	Feriti 2017	Var.% incidenti 2019/2018	Var.% morti 2019/2018	Var.% feriti 2019/2018
Strade urbane (a)	127.000	126.744	130.461	1.331	1.401	1.467	168.794	169.607	174.612	+0,2	-5,0	-0,5
Autostrade e raccordi	9.076	9.437	9.395	310	330	296	15.009	15.545	15.844	-3,8	-6,1	-3,4
Strade extraurbane (a)	36.107	36.372	35.077	1.532	1.603	1.615	57.581	57.767	56.294	-0,7	-4,4	-0,3
<b>Totale</b>	<b>172.183</b>	<b>172.553</b>	<b>174.933</b>	<b>3.173</b>	<b>3.334</b>	<b>3.378</b>	<b>241.384</b>	<b>242.919</b>	<b>246.750</b>	<b>-0,2</b>	<b>-4,8</b>	<b>-0,6</b>

(a) Sono incluse nella categoria "Strade urbane" anche le Provinciali, Statali e Regionali entro l'abitato. Sono incluse nella categoria "Strade extraurbane", le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dall'abitato e Comunali extraurbane.

FIGURA 8. INCIDENTI STRADALI, MORTI E FERITI PER CATEGORIA DI STRADA (a). Anno 2019, valori percentuali



Nel complesso, la maggior parte degli incidenti stradali avviene tra veicoli in marcia (67,6%). Il 90,4% coinvolge due veicoli, il 7,3% tre veicoli e il 2,3% quattro e più veicoli. Gli incidenti a veicolo isolato, esclusi gli investimenti di pedone, rappresentano il 20,9%. Gli investimenti di pedone sono, invece, l'11,5% del totale.

Gli incidenti si verificano lungo un rettilineo nel 46,4% dei casi sulle strade urbane e nel 56,8% sulle extraurbane. In ambito urbano gli incidenti che si verificano in corrispondenza degli incroci rappresentano il 40,6% del totale, in curva il 6,9% e nei pressi di una rotonda il 4,8%.

Un ulteriore approfondimento sui dati incidentali è stato condotto su scala regionale e provinciale. Secondo i dati riportati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel report *“Programmazione strategica 2019 – Obiettivo operativo: Statistiche sull’incidentalità nei trasporti stradali, anche con riferimento alla tipologia di strada – Incidentalità stradale sulla rete viaria principale”*, si riportano gli indicatori relativi alla provincia di Salerno, in cui è collocata la strada oggetto di intervento.

Localizzazione degli incidenti stradali. Anno 2018									
Indicatori per Provincia									
Regione/Provincia	Estesa	Incidenti	Morti	Feriti	Incid/km	Indice mortalità %	Indice gravità %	Rischio incidente	Rischio mortalità
<b>Campania</b>	<b>3473,451</b>	<b>2050</b>	<b>87</b>	<b>3348</b>	<b>0,59</b>	<b>4,24</b>	<b>2,53</b>	<b>0,87</b>	<b>1,17</b>
Avellino	874,459	167	4	271	0,19	2,40	1,45	0,28	0,66
Benevento	346,789	68	9	131	0,20	13,24	6,43	0,29	3,66
Caserta	567,625	320	27	547	0,56	8,44	4,70	0,83	2,34
Napoli	433,131	787	23	1175	1,82	2,92	1,92	2,67	0,81
Salerno	1251,447	708	24	1224	0,57	3,39	1,92	0,83	0,94

#### 4.5 Fattori contributivi degli incidenti stradali

A seguito di sopralluoghi in sito, si sono rilevate alcune criticità che caratterizzano lo stato attuale di Via Roberto Wenner (NV02). Tali criticità possono ritenersi possibili fattori contributivi di incidenti stradali. Ovvero, condizioni dell’infrastruttura esistente che influiscono sulla probabilità di collisione. Nel seguito vengono descritti gli elementi critici rilevati, e successivamente correlati alla tipologia di collisione probabile.

Lungo lo sviluppo di infrastruttura in cui ricadono gli interventi di progetto si rileva la presenza di barriere di sicurezza su entrambi i lati della piattaforma stradale. Tuttavia, le barriere di sicurezza esistenti in corrispondenza del cavalcaferrovia, non sono adeguate agli standard di sicurezza minimi di norma.





Relativamente allo stato della pavimentazione esistente, come si evince dall'immagine seguente, Via R.Wenner (NV02) è caratterizzata da uno stato di degrado dello stato di usura e dalla presenza di ormaie. L'attuale stato della pavimentazione non garantisce requisiti prestazionali adeguati alla sicurezza stradale degli utenti, in quanto da un'analisi visiva si ritiene che le caratteristiche di aderenza dello strato di usura possono contribuire all'aumento della probabilità di incidenti per tamponamento.



Per quanto concerne la segnaletica orizzontale lungo il tratto stradale oggetto di intervento si rileva uno stato di degrado della stessa, con caratteristiche di luminosità e riflettenza che non rispondono ai requisiti prestazionali minimi tali da garantire un adeguato livello di sicurezza dell'infrastruttura.



Sulla base di studi scientifici, statistici e letteratura tecnica di riferimento, si riporta una tabella riassuntiva che indica per ciascuna criticità rilevata nella condizione attuale, le tipologie di collisione ad essa correlate.

Fattori contributivi	Tipologia di incidente	Fonti
Segnaletica orizzontale inadeguata	Incidenti con pedoni	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08
	Scontri frontali	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08, PIARC
	Scontri Fronto-Laterali	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08, PIARC
Caratteristiche prestazionali della pavimentazione inadeguate	Fuoriuscite	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08, PIARC
	Tamponamenti	Austroads, AGRS08, PIARC

## 5 ANALISI DELLA CONDIZIONE DI PROGETTO

Nel presente capitolo si descrivono gli interventi previsti nell'ambito del presente Progetto Definitivo, focalizzando gli aspetti relativi la sicurezza stradale.

Gli interventi di adeguamento di Via R. Wenner (NV02) previsti in progetto, si rendono necessari al fine di garantire l'inserimento plano-altimetrico della nuova opera di scavalco rispetto alla nuova linea ferroviaria "Metropolitana di Salerno, tratta Arechi - Aeroporto di Salerno "Costa D'Amalfi".

### 5.1 Caratteristiche geometriche del tracciato di progetto

Dal punto di vista planimetrico, li interventi di progetto non prevedono una modifica degli elementi costituenti il tracciato esistente. Mentre, relativamente all'andamento altimetrico tali interventi prevedono una modifica dell'altimetria esistente per uno sviluppo complessivo di circa 385m.

Si riporta nella seguente tabella la successione degli elementi planimetrici della configurazione di progetto, con i rispettivi valori di pendenza longitudinale massima.

ID	Elemento Planimetrico	Sviluppo (m)	Raggio (m)	A	Pend. Long. max
1	Rettifilo	1,05	-	-	1,40%
2,1	Clotoide	5,30	-	40,00	1,40%
2,2	Curva	86,66	270,00	-	4,20%
2,3	Clotoide	30,00	-	90,00	4,20%
3	Rettifilo	8,19	-	-	4,20%
4,1	Clotoide	16,99	-	76,00	4,20%
4,2	Curva	9,18	340,00	-	0,00%
4,3	Clotoide	16,99	-	76,00	0,00%
5	Rettifilo	2,19	-	-	0,00%
6,1	Clotoide	19,25	-	76,00	0,00%
6,2	Curva	11,34	300,00	-	0,00%
6,3	Clotoide	19,25	-	76,00	4,90%
7	Rettifilo	158,24	-	-	4,90%

## 5.2 Caratteristiche funzionali e dimensioni della piattaforma stradale di progetto

Gli interventi previsti per l'adeguamento di Via R. Wenner (NV02) non prevedono modifiche delle dimensioni degli elementi costituenti la piattaforma stradale. Per cui, la classificazione funzionale del tratto stradale oggetto di intervento risulta inalterata. Ovvero, la strada in esame, anche in condizione di progetto, risulta classificata come una strada urbana di categoria E, secondo il D.M. 05/11/2001.

Si riportano di seguito le dimensioni degli elementi costituenti la piattaforma stradale di progetto.

- Larghezza Corsie = 3.50m;
- Larghezza Banchine = 0.50m;
- Larghezza Marciapiedi = 1.50m.

## 5.3 Flussi di traffico associati alla condizione di progetto

In considerazione allo studio di trasporto redatto nell'ambito del progetto definitivo in cui si inseriscono gli interventi di adeguamento di Via R. Wenner (NV02), gli interventi complessivi di "*Completamento della Metropolitana di Salerno, tratta Arechi -Aeroporto Costa D'Amalfi*", comportano una riduzione del traffico veicolare a vantaggio del trasporto pubblico.

In particolare, anche per la viabilità in esame si stima una significativa riduzione dei flussi veicolari a seguito del completamento della Metropolitana. Tuttavia, tenuto conto che l'indicatore di sicurezza stradale adottato (frequenza media prevista degli incidenti) è proporzionale ai flussi di traffico associati all'infrastruttura oggetto di analisi, si sono considerati, anche per la condizione di progetto, i dati di traffico relativi alla condizione esistente.

Secondo tale approccio, si sono cautelativamente sottostimati gli effetti benefici, in termini di riduzione della frequenza media prevista di incidenti che la condizione di progetto assume rispetto alla condizione esistente. Pertanto, i flussi di traffico utilizzati nella condizione di progetto sono riportati al Paragrafo 4.3.

## 5.4 Interventi di adeguamento della strada esistente

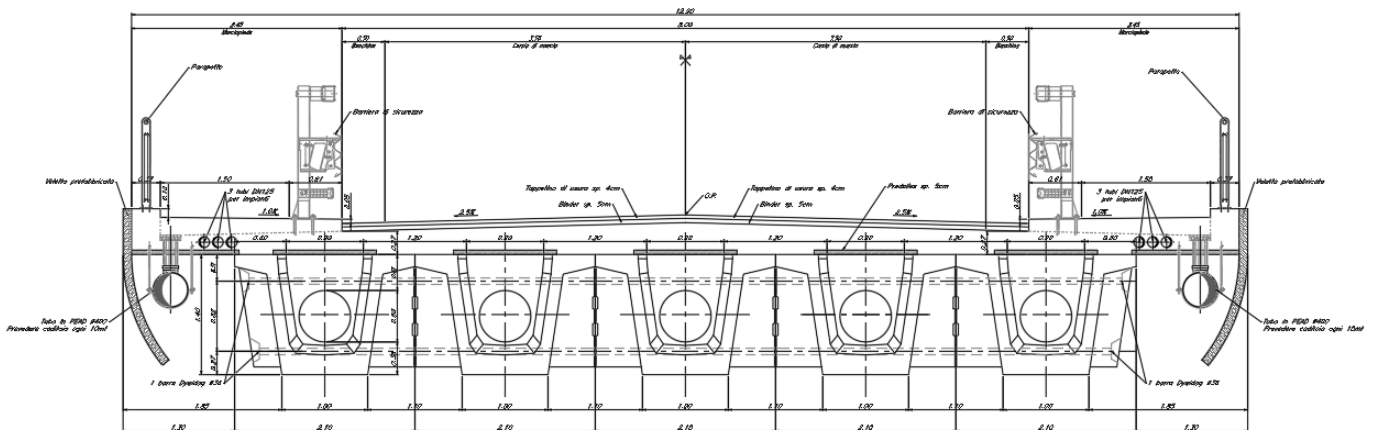
Oltre alle modifiche altimetriche descritte nei paragrafi precedenti, gli interventi di adeguamento previsti per Via R. Wenner (NV02) sono relativi a:

- Miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione;

- Installazione di barriere di sicurezza adeguate alle normative di settore;
- Miglioramento delle caratteristiche prestazionali della segnaletica stradale.

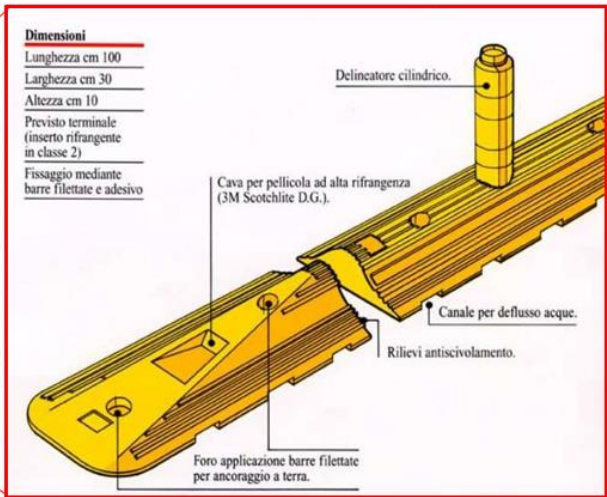
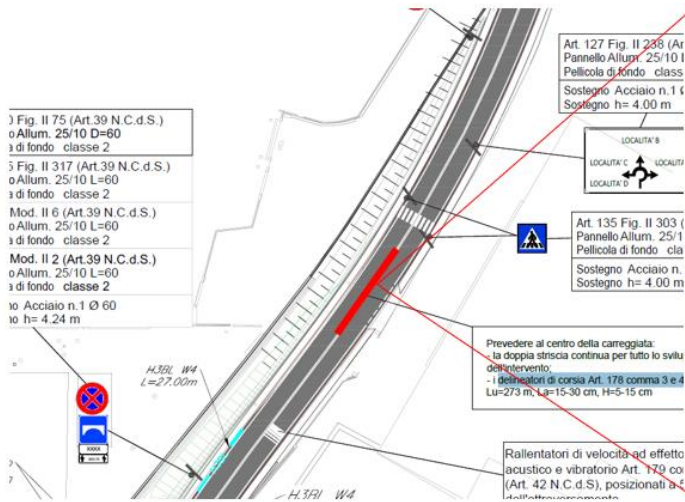
Alla luce dell'analisi delle criticità rilevate (Rif. Cap. 4.5), l'adeguamento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione, ed in particolare il miglioramento degli aspetti legati all'aderenza, contribuisce alla riduzione di probabilità di incidenti per tamponamento.


Lungo il tratto stradale relativo al cavalcaferrovia è prevista l'installazione di barriere di sicurezza di classe H4 Bordo Ponte, in corrispondenza del ciglio pavimentato. Tale configurazione, diversamente da quella esistente, consente di separare fisicamente la corrente veicolare dal flusso pedonale, eliminando, di fatti, la probabilità di collisione tra veicoli e pedoni in caso di fuoriuscita.



Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, il miglioramento della stessa attraverso strisce di margine e striscia centrale, prevede migliori caratteristiche prestazionali, sia in termini di luminosità che di riflettenza. Tali caratteristiche aumentano la percezione del tracciato soprattutto in condizioni notturne e/o di scarsa luminosità, intervenendo sulla riduzione di probabilità di incidenti per fuoriuscita, scontri frontali e fronto-laterali. Inoltre, negli interventi di progetto è prevista l'installazione di bande trasversali a rallentamento ottico e sonoro al fine di contenere le velocità di percorrenza. La riduzione delle velocità comporta, statisticamente, un miglioramento della sicurezza stradale in termini di conseguenze degli incidenti (morti e feriti).

Al fine mitigare la probabilità di scontri fronto-laterali dovuti a manovre di immissione dalle strade di accesso sulla corrente veicolare in direzione Via Allende, gli interventi di progetto prevedono l'installazione di elementi fisici non sormontabili (delineatori di corsia Art. 178 comma 3 e 4) in corrispondenza dell'accesso laterale presente nel tratto stradale in esame.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>					
	NV02 - Relazione di sicurezza stradale	COMMESSA <b>NN1X</b>	LOTTO 00	CODIFICA D 78 RH	DOCUMENTO NV 02 00 002	REV. A

## 6 STIMA DELL'INCIDENTALITA'

### 6.1 Il Metodo dell'Highway Safety Manual (HSM)

Nel presente paragrafo vengono descritti gli aspetti teorici ed analitici del metodo predittivo dell'Highway Safety Manual (HSM), utilizzato per confrontare, in termini di sicurezza stradale, la condizione esistente e la condizione di progetto.

Il metodo predittivo utilizzato nell'ambito del presente studio, presentato nella parte C del manuale HSM, fornisce una metodologia strutturata per stimare la frequenza media prevista di incidenti di un sito, una infrastruttura o una rete stradale, per un dato periodo di tempo, per date caratteristiche geometriche di progetto e di controllo del traffico, e per dati volumi di traffico (TGM).

La frequenza media prevista di incidenti è un indicatore del livello di sicurezza stradale, utilizzato per rappresentare la previsione o la stima del numero di incidenti relativo ad una infrastruttura stradale in un determinato insieme di condizioni geometriche e di traffico, in un periodo di tempo definito.

Nell'ambito del presente studio, il metodo predittivo dell'HSM è stato utilizzato per calcolare il suddetto indicatore di sicurezza stradale in due condizioni:

- Condizione di esistente (Caratteristiche geometriche e funzionali relative all'infrastruttura esistente)
- Condizione di progetto (Caratteristiche geometriche e funzionali relative alla configurazione sviluppata nell'ambito delle attività di progettazione)

Al fine della corretta applicazione del metodo predittivo dell'HSM, l'infrastruttura stradale, sia nella condizione di progetto che nella condizione di non intervento, è stata suddivisa in tratti stradali omogenei, ovvero tratti stradali le cui condizioni geometriche, funzionali e di circolazione possono ritenersi costanti nel rispettivo sviluppo. Successivamente, la somma cumulata delle frequenze medie attese di incidenti relative ai singoli tratti stradali omogenei che costituiscono l'infrastruttura, è stata utilizzata quale indicatore di sicurezza stradale relativo alla specifica condizione.

Nell'HSM, vengono utilizzati alcuni modelli di previsione per stimare la frequenza media prevista di incidenti,  $N_{predicted}$ , per una particolare tipologia di infrastruttura stradale, utilizzando un modello di regressione sviluppato

con dati di un determinato numero di siti simili. Questi modelli di regressione, chiamati Funzioni di prestazione della Sicurezza (SPF), sono stati sviluppati per una specifica tipologia di sito e per “condizioni base”, quali le specifiche caratteristiche del progetto geometrico dell’asse stradale.

Le Funzioni di Prestazione della Sicurezza (SPF) sono equazioni di regressione che stimano la frequenza media di incidentalità per una specifica tipologia di infrastruttura (con specifiche condizioni di base) in funzione del traffico giornaliero medio annuo (AADT) ed in funzione della lunghezza del tratto stradale. Le condizioni base vengono specificate per ciascuna SPF e possono includere varie caratteristiche geometriche del tratto stradale sulla base del quale sono state sviluppate.

Le SPF previste dal metodo predittivo dell’HSM sono sviluppate sulla base di dati statistici di incidenti registrati relativi ad una serie di infrastrutture stradali con caratteristiche simili, negli USA. Tali SPF sono generalmente funzione di poche variabili, principalmente dipendono dai dati di traffico (AADT).

Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la forma canonica delle SPF relative ai segmenti stradali:

$$a = \exp(\beta_0) \cdot AADT^\beta \cdot L \cdot \exp(b_1 \cdot X_1 + \dots + b_n \cdot X_n)$$

I parametri riportati nella relazione precedente assumono differenti valori ed espressioni in funzione della categoria di infrastruttura oggetto della procedura.

Le SPF sono sviluppate con tecniche statistiche di regressione multipla utilizzando i dati di incidenti osservati raccolti nel corso di un certo numero di anni su siti con caratteristiche geometriche e funzionali simili. Tali SPF, presenti nel manuale HSM, devono necessariamente essere calibrate alle condizioni locali, ovvero alle caratteristiche geometriche e funzionali dell’infrastruttura stradale al quale si applica il metodo.

Tale calibrazione avviene attraverso l’utilizzo di alcuni coefficienti chiamati Fattori di Modificazione degli Incidenti (CMF-Crash Modification Factors) che rappresentano la variazione relativa della frequenza di incidentalità prevista a causa di una variazione di una specifica condizione. Ovvero, i CMF rappresentano il rapporto tra le frequenze di incidentalità di un sito in due condizioni diverse, pertanto un CMF può considerarsi quale stima dell’effetto di una particolare caratteristica geometrica o di controllo del traffico, o come stima dell’efficacia di un particolare trattamento.

Di fatti:



$$CMF = \frac{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione B}}{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione A}}$$

Per cui:

- $CMF = 1 \rightarrow$  La frequenza media di incidenti non cambia;
- $CMF < 1 \rightarrow$  La frequenza media di incidenti diminuisce, quindi la configurazione esaminata rappresenta un miglioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF);
- $CMF > 1 \rightarrow$  La frequenza media di incidenti aumenta, quindi la configurazione esaminata rappresenta un peggioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF).

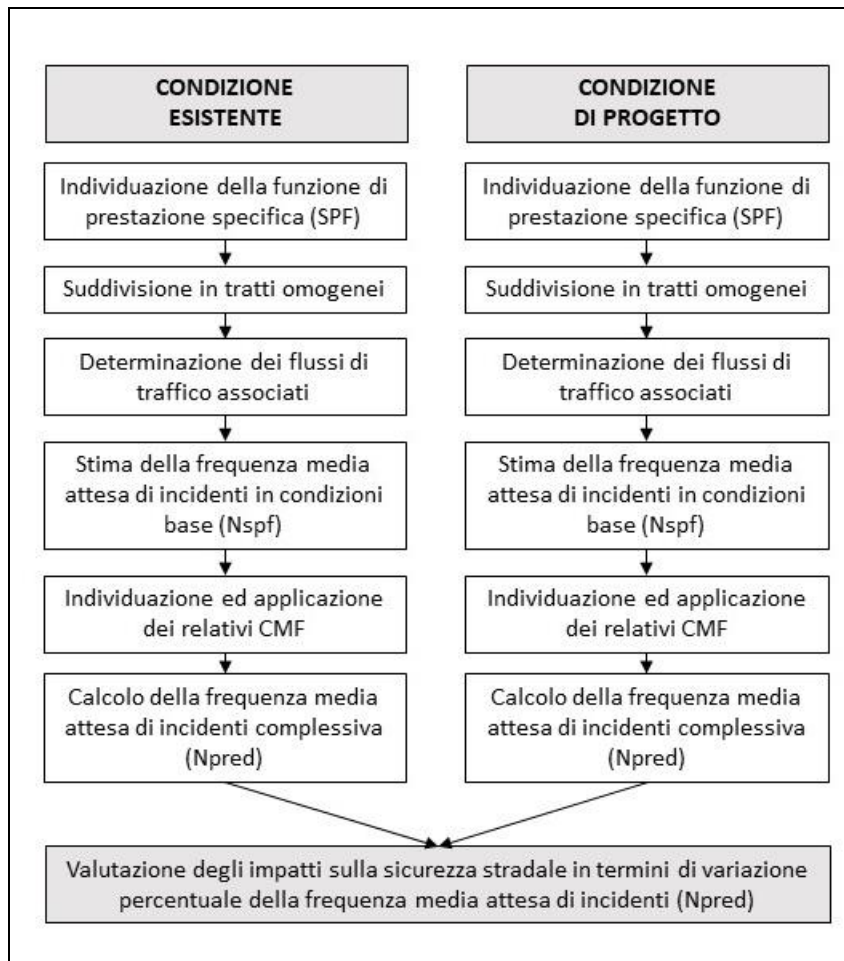
Pertanto, la frequenza media prevista di incidenti dell'infrastruttura considerata può ritenersi pari alla frequenza media prevista calcolata attraverso la relativa SPF, moltiplicata per la produttoria dei CMF che tengono conto delle variazioni tra le condizioni base relative alla suddetta SPF e le condizioni dell'infrastruttura esaminata. Per cui, il modello di previsione utilizzato per stimare la frequenza media prevista di incidentalità assume la seguente forma:

$$N_{predicted} = N_{SPF} \cdot (CMF_1 \cdot CMF_2 \cdot \dots \cdot CMF_n) \cdot C$$

- $N_{predicted}$  = frequenza media prevista di incidenti per uno specifico anno e per un determinato tratto omogeneo (inc/anno);
- $N_{SPF}$  = frequenza media prevista di incidenti determinata per le condizioni base attraverso la Funzione di prestazione della sicurezza (SPF) rappresentativa del tratto omogeneo in esame (incidenti/anno);
- $CMF_i$  = Crash Modification Factors – fattori di Modificazione degli incidenti, specifici delle condizioni locali del tratto omogeneo in esame.
- $C$  = coefficiente di calibrazione del modello posto pari ad 1.

La metodologia dell'HSM descritta è stata applicata al caso in esame, per calcolare la frequenza media prevista di incidenti, quale indicatore di sicurezza stradale, nella condizione di non intervento (condizione esistente) e nella condizione di progetto. I valori degli indicatori sono stati successivamente confrontati al fine di valutare gli effetti quantitativi in termini di sicurezza stradale, che gli interventi previsti nell'ambito del presente progetto definitivo comportano sulla strada oggetto di intervento.

Si riporta di seguito il diagramma di flusso della procedura strutturata nell'ambito dell'applicazione del modello HSM utilizzato per il calcolo della frequenza media prevista di incidenti, sia nella condizione esistente che nella condizione di progetto.



## 6.2 Indicatori di sicurezza stradale per strade urbane

Sia nella condizione esistente che nella condizione di progetto, le caratteristiche geometriche della porzione di tracciato di Via R.Wenner (NV02), in cui ricadono gli interventi di progetto, sono riconducibili ad una strada Urbana di Categoria E. In entrambe le condizioni si è adottata la categoria “Urban and Suburban Arterials”, secondo il manuale HSM.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, si è adottato quale indicatore della sicurezza stradale la frequenza media prevista di incidenti (Npredicted). Nel caso in esame, con riferimento alla categoria di infrastruttura “Urban and

Suburban Arterials”, il suddetto indicatore è stato calcolato seguendo la procedura indicata dall’HSM, di seguito descritta.

$$N_{predicted} = C_r \cdot (N_{BR} + N_{pedr} + N_{Biker})$$

Dove:

- $C_r$  = fattore di calibrazione locale;
- $N_{BR}$  = Frequenza media prevista di incidenti relativi ai veicoli (ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti);
- $N_{pedr}$  = Frequenza media prevista di incidenti con pedoni;
- $N_{Biker}$  = Frequenza media prevista di incidenti con ciclisti.

### 6.2.1 *Frequenza media prevista di incidenti relativa ai veicoli*

Nell’ambito della metodologia HSM, la frequenza media prevista di incidenti relativa ai veicoli (ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti), è calcolata come la frequenza media prevista di incidenti in condizioni base (SPF) moltiplicata per i CMF applicabili al caso specifico. I CMF applicati nella seguente fase della procedura applicativa sono esclusivamente relativi agli incidenti con veicoli, e riportati al Paragrafo 6.2.4.

$$N_{BR} = N_{SPF} \cdot (CMF_1 \cdot CMF_2 \cdot \dots \cdot CMF_n)$$

La frequenza media prevista di incidenti in “condizioni base” relativi ai veicoli è a sua volta pari alla somma di tre componenti:

$$N_{SPF} = N_{brmv} + N_{brsv} + N_{brdwy}$$

Dove:

- $N_{brmv}$  = Frequenza media prevista di incidenti tra veicoli;
- $N_{brsv}$  = Frequenza media prevista di incidenti relativi a veicoli isolati;
- $N_{brdwy}$  = Frequenza media prevista di incidenti relativi ad accessi.

Le “condizioni base” relative al caso in esame tengono conto di una pendenza longitudinale pari a 0%.

La frequenza media prevista di incidenti tra veicoli ( $N_{brmv}$ ) è stata calcolata con la seguente espressione:

$$N_{brmv} = \exp(a + b \cdot \ln(AADT) + \ln(L))$$

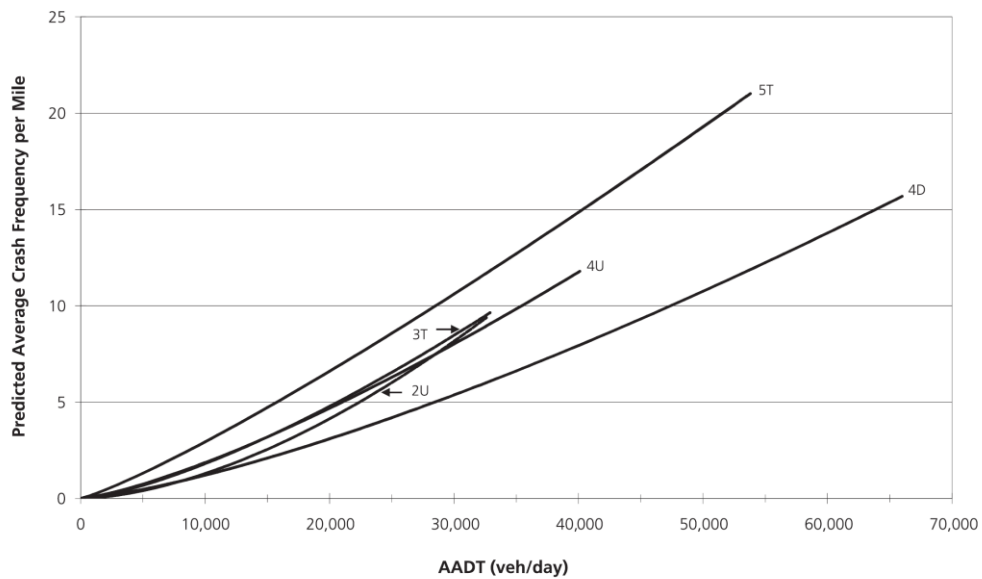
Dove:

- $AADT$  = Traffico giornaliero medio annuo (veic/g)
- $L$  = Sviluppo del tratto omogeneo espresso in miglia
- $a, b$  = Coefficienti di regressione (Tabella 12-3 HSM)

Relativamente ai coefficienti di regressione  $a, b$  necessari al calcolo nella frequenza media prevista di incidenti tra veicoli, si riportano i relativi valori riportati nell’HSM. Nel caso in esame sono stati considerati i valori dei coefficienti di regressione relativi alle strade a due corsie e a carreggiata unica (2U – 2 Lane Undivided), ed in riferimento agli incidenti totali.

**Table 12-3.** SPF Coefficients for Multiple-Vehicle Nondriveway Collisions on Roadway Segments

Road Type	Coefficients Used in Equation 12-10		
	Intercept (a)	AADT (b)	Overdispersion Parameter (k)
<b>Total crashes</b>			
2U	-15.22	1.68	0.84
3T	-12.40	1.41	0.66
4U	-11.63	1.33	1.01
4D	-12.34	1.36	1.32
5T	-9.70	1.17	0.81
<b>Fatal-and-injury crashes</b>			
2U	-16.22	1.66	0.65
3T	-16.45	1.69	0.59
4U	-12.08	1.25	0.99
4D	-12.76	1.28	1.31
5T	-10.47	1.12	0.62
<b>Property-damage-only crashes</b>			
2U	-15.62	1.69	0.87
3T	-11.95	1.33	0.59
4U	-12.53	1.38	1.08
4D	-12.81	1.38	1.34
5T	-9.97	1.17	0.88



**Figure 12-3.** Graphical Form of the SPF for Multiple Vehicle Nondriveway collisions (from Equation 12-10 and Table 12-3)

La frequenza media prevista di incidenti relativi a veicoli isolati ( $N_{brsv}$ ) è stata calcolata con la seguente espressione:

$$N_{brsv} = \exp(a + b \cdot \ln(AADT) + \ln(L))$$

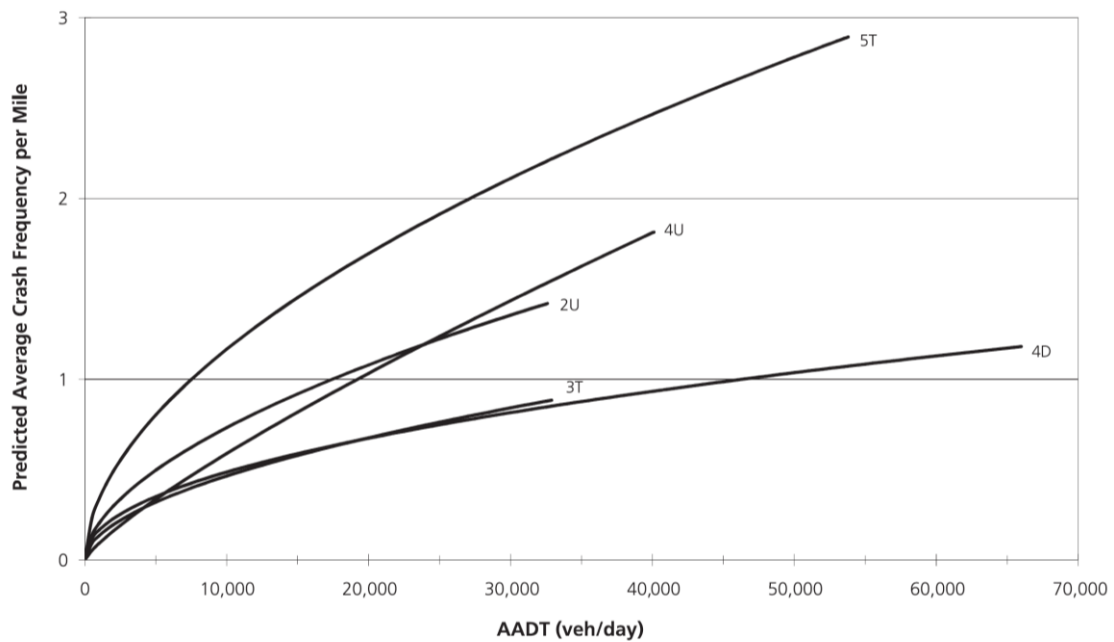
Dove:

- $AADT$  = Traffico giornaliero medio annuo (veic/g)
- $L$  = Sviluppo del tratto omogeneo espresso in miglia
- $a, b$  = Coefficienti di regressione (Tabella 12-5 HSM)

Relativamente ai coefficienti di regressione  $a, b$  necessari al calcolo nella frequenza media prevista di incidenti relativi a veicoli isolati, si riportano i relativi valori riportati nell'HSM. Nel caso in esame sono stati considerati i valori dei coefficienti di regressione relativi alle strade a due corsie e a carreggiata unica (2U – 2 Lane Undivided), ed in riferimento agli incidenti totali.

**Table 12-5.** SPF Coefficients for Single-Vehicle Crashes on Roadway Segments

Road Type	Coefficients Used in Equation 12-11		
	Intercept (a)	AADT (b)	Overdispersion Parameter (k)
<b>Total crashes</b>			
2U	-5.47	0.56	0.81
3T	-5.74	0.54	1.37
4U	-7.99	0.81	0.91
4D	-5.05	0.47	0.86
5T	-4.82	0.54	0.52
<b>Fatal-and-injury crashes</b>			
2U	-3.96	0.23	0.50
3T	-6.37	0.47	1.06
4U	-7.37	0.61	0.54
4D	-8.71	0.66	0.28
5T	-4.43	0.35	0.36
<b>Property-damage-only crashes</b>			
2U	-6.51	0.64	0.87
3T	-6.29	0.56	1.93
4U	-8.50	0.84	0.97
4D	-5.04	0.45	1.06
5T	-5.83	0.61	0.55



**Figure 12-4.** Graphical Form of the SPF for Single-Vehicle Crashes (from Equation 12-13 and Table 12-5)

La frequenza media prevista di incidenti relativi agli accessi ( $N_{brdwy}$ ) è stata calcolata con la seguente espressione:

$$N_{brdwy} = \sum n_j \cdot N_j \cdot \left(\frac{AADT}{15000}\right)^t$$

Dove:

- $AADT$  = Traffico giornaliero medio annuo (veic/g);
- $n_j$  = numero di accessi;
- $N_j$  = Coefficiente relativo alla tipologia di accessi (Tab 12-7 HSM);
- $t$  = coefficiente relativo ai flussi di traffico (Tab 12-7 HSM).

Relativamente ai coefficienti di regressione a, b necessari al calcolo nella frequenza media prevista di incidenti relativi a veicoli isolati, si riportano i relativi valori riportati nell'HSM. Nel caso in esame sono stati considerati i valori dei coefficienti di regressione relativi alle strade a due corsie e a carreggiata unica (2U – 2 Lane Undivided). Mentre, gli accessi presenti lungo la strada oggetto di intervento si sono considerati quali strade secondarie commerciali (Minor commercial).



**Table 12-7.** SPF Coefficients for Multiple-Vehicle Driveway Related Collisions

Driveway Type (j)	Coefficients for Specific Roadway Types				
	2U	3T	4U	4D	5T
<b>Number of Driveway-Related Collisions per Driveway per Year (<math>N_j</math>)</b>					
Major commercial	0.158	0.102	0.182	0.033	0.165
Minor commercial	0.050	0.032	0.058	0.011	0.053
Major industrial/institutional	0.172	0.110	0.198	0.036	0.181
Minor industrial/institutional	0.023	0.015	0.026	0.005	0.024
Major residential	0.083	0.053	0.096	0.018	0.087
Minor residential	0.016	0.010	0.018	0.003	0.016
Other	0.025	0.016	0.029	0.005	0.027
<b>Regression Coefficient for AADT (t)</b>					
All driveways	1.000	1.000	1.172	1.106	1.172
<b>Overdispersion Parameter (k)</b>					
All driveways	0.81	1.10	0.81	1.39	0.10
<b>Proportion of Fatal-and-Injury Crashes (<math>f_{inj}</math>)</b>					
All driveways	0.323	0.243	0.342	0.284	0.269
<b>Proportion of Property-Damage-Only Crashes</b>					
All driveways	0.677	0.757	0.658	0.716	0.731

Note: Includes only unsignalized driveways; signalized driveways are analyzed as signalized intersections. Major driveways serve 50 or more parking spaces; minor driveways serve less than 50 parking spaces.

### 6.2.2 Frequenza media prevista di incidenti con pedoni

Nell'ambito dell'applicazione della metodologia HSM, la frequenza media prevista di incidenti con pedoni è calcolata come prodotto tra la frequenza media prevista di incidenti relativi ai veicoli ed un coefficiente funzione della tipologia di strada e del limite di velocità imposto.

$$N_{pedr} = N_{BR} \cdot f_{pedr}$$

Dove:

- $N_{BR}$  = Frequenza media prevista di incidenti relativi ai veicoli (ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti);
- $f_{pedr}$  = Fattore di calibrazione per incidenti con pedoni (Tab. 12-8 HSM)

**Table 12-8.** Pedestrian Crash Adjustment Factor for Roadway Segments

Road Type	Pedestrian Crash Adjustment Factor (fpedr)	
	Posted Speed 30 mph or Lower	Posted Speed Greater than 30 mph
2U	0.036	0.005
3T	0.041	0.013
4U	0.022	0.009
4D	0.067	0.019
5T	0.030	0.023

Note: These factors apply to the methodology for predicting total crashes (all severity levels combined). All pedestrian collisions resulting from this adjustment factor are treated as fatal-and-injury crashes and none as property-damage-only crashes.  
Source: HSIS data for Washington (2002–2006)

Nel caso in esame sono stati considerati il valore del suddetto coefficiente relativo alle strade a due corsie e a carreggiata unica (2U – 2 Lane Undivided), con un limite di velocità maggiore di 30mph (50Km/h).

### 6.2.3 *Frequenza media prevista di incidenti con ciclisti*

Come riportato nella metodologia HSM, la frequenza media prevista di incidenti con ciclisti è calcolata come prodotto tra la frequenza media prevista di incidenti relativi ai veicoli ed un coefficiente funzione della tipologia di strada e del limite di velocità imposto.

$$N_{biker} = N_{BR} \cdot f_{biker}$$

Dove:

- $N_{BR}$  = Frequenza media prevista di incidenti relativi ai veicoli (ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti);
- $f_{biker}$  = Fattore di calibrazione per incidenti con ciclisti (Tab. 12-9 HSM)

**Table 12-9.** Bicycle Crash Adjustment Factors for Roadway Segments

Road type	Bicycle Crash Adjustment Factor ( $f_{biker}$ )	
	Posted Speed 30 mph or Lower	Posted Speed Greater than 30 mph
2U	0.018	0.004
3T	0.027	0.007
4U	0.011	0.002
4D	0.013	0.005
5T	0.050	0.012

Note: These factors apply to the methodology for predicting total crashes (all severity levels combined). All bicycle collisions resulting from this adjustment factor are treated as fatal-and-injury crashes and none as property-damage-only crashes.  
Source: HSIS data for Washington (2002–2006)

Nel caso in esame sono stati considerati il valore del suddetto coefficiente relativo alle strade a due corsie e a carreggiata unica (2U – 2 Lane Undivided), con un limite di velocità maggiore di 30mph (50Km/h).

#### 6.2.4 Crash Modification Factors Considerati (CMF)

Per tener conto delle differenze tra le caratteristiche geometriche delle “condizioni base” dell’HSM e le condizioni riferite alla strada oggetto di analisi, ed al fine di confrontare gli effetti in termini di sicurezza stradale degli interventi di adeguamento di progetto, nell’ambito del modello intervengono diversi Fattori di modificazione degli incidenti (CMF) che tengono conto di varie condizioni.

In considerazione alla descrizione degli interventi di progetto, vengono descritti di seguito i CMF adottati.

#### **CMF Pendenza Longitudinale:**

Il CMF relativo alla pendenza longitudinale costituisce una stima dell’efficacia, in termini di sicurezza stradale, a seguito della variazione della pendenza longitudinale rispetto alle condizioni base dell’HSM. Tale CMF è applicabile a tutti gli incidenti, indipendentemente dalla distribuzione degli stessi in funzione della tipologia di collisione. Con riferimento ai contenuti dell’HSM, il CMF corrispondente alla pendenza longitudinale, si è calcolato con la seguente relazione:

$$CMF = 1 + 0.02 \cdot G$$

Dove G rappresenta pendenza longitudinale della livelletta relativa al tratto omogeneo considerato, espressa in valori percentuali. Le “condizioni base” dell’HSM, rispetto alle quali è stata calcolata  $N_{spf}$ , sono relative ad una

pendenza longitudinale pari a 0%. Per cui, i CMF applicati assumono un valore maggiore di 1 sia nella condizione esistente che nella condizione di progetto.

- **CMF Segnaletica orizzontale:**

Come riportato nell'analisi dalla strada esistente, si evidenzia una carenza di requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale, soprattutto in termini di visibilità. Per cui, nella stima della frequenza media prevista di incidenti nella relativa condizione di non intervento si è assunto un valore del CMF unitario. Ovvero, rappresentativo della condizione di "assenza di strisce di margine e striscia centrale. Mentre, per valutare gli effetti in termini di sicurezza stradale della condizione di progetto, che prevede l'utilizzo di segnaletica orizzontale con standard qualitativi idonei alla normativa di settore, si è applicato il CMF relativo alla condizione installazione di strisce di margine e striscia centrale, contenuto nell'HSM.

**Table 13-40.** Potential Crash Effects of Installing Edgelines, Centerlines, and PMDs (8)

Treatment	Setting (Road Type)	Traffic Volume	Crash Type (Severity)	CMF	Std. Error
Install edgelines, centerlines, and PMDs	Urban/Rural (Two-lane/multilane undivided)	Unspecified	All types (Injury)	<b>0.55</b>	<b>0.1</b>

Base Condition: Absence of markings.

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.


- **CMF Pavimentazione:**

All'interno dell'Highway Safety Manual non si fa riferimento a CMF applicabili a miglioramenti della pavimentazione. Tuttavia, la metodologia dell'HSM rimanda alla letteratura tecnica di settore e studi di ricerca per tematiche non affrontate nell'attuale versione del manuale. In tali casi, l'HSM autorizza l'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "*CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal*".

Nell'ambito della condizione esistente, si è tenuto conto di un valore del CMF relativo alla pavimentazione unitario. Ovvero, rappresentativo delle "condizioni base dell'HSM". Mentre, per tener conto del miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione previsto negli interventi di progetto, in considerazione alla tipologia di strada esaminata, si è considerato un valore di CMF riportato di seguito.

$$\text{CMF} = 0.799$$

Fonte: *Safety effects on a targeted skid resistance improvement program, Lyon and Persaud, 2008*


CRASH MODIFICATION FACTORS CLEARINGHOUSE

[ABOUT THE CLEARINGHOUSE](#) | [USING CMFs](#) | [DEVELOPING CMFs](#) | [ADDITIONAL RESOURCES](#)

### CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 2259

**IMPROVE PAVEMENT FRICTION (INCREASE SKID RESISTANCE)**

DESCRIPTION:  
PRIOR CONDITION: SECTIONS OF PAVEMENT WITH BOTH A HIGH PROPORTION (35-40%) OF WET-ROAD CRASHES AND LOW FRICTION NUMBERS (< 32).  
CATEGORY: ROADWAY  
STUDY: [SAFETY EFFECTS OF A TARGETED SKID RESISTANCE IMPROVEMENT PROGRAM, LYON AND PERSAUD, 2008](#)

<small>Star Quality Rating:</small>	★★★★☆ <a href="#">[VIEW SCORE DETAILS]</a>
-------------------------------------	--

Crash Modification Factor (CMF)	
<small>Value:</small>	0.799
<small>Adjusted Standard Error:</small>	0.028
<small>Unadjusted Standard Error:</small>	0.028

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

### 6.3 Stima della frequenza media prevista di incidenti

#### 6.3.1 Frequenza media prevista di incidenti in condizione esistente

Si riporta di seguito il calcolo della frequenza media prevista di incidenti ( $N_{pred}$ ) per la condizione esistente (condizione di non intervento), sviluppato applicando la metodologia HSM descritta nei paragrafi precedenti.

ID	Elemento	AADT (veic/g)	n°accessi	L (m)	L (mi)	Pen. Long (%)	Nbrmv (inc/anno)	Nbrsv (inc/anno)	Nbrdwy (inc/anno)	NSPF (inc/anno)	CMF			Nbr (inc/anno)	Nped (inc/anno)	Nbiker (inc/anno)	Npred (inc/anno)
											Pend Long.	Segnaletica	Pavimentazione				
1.0	Rettilineo	40580	0	1,05	0,00	1,40%	0,009	0,001	0,000	0,010	1,028	1,000	1,000	0,010	0,000	0,000	0,011
2.1	Clotoidale	40580	0	5,30	0,00	1,40%	0,045	0,005	0,000	0,050	1,028	1,000	1,000	0,051	0,002	0,001	0,054
2.2	Curva	40580	0	86,66	0,05	2,60%	0,730	0,086	0,000	0,816	1,052	1,000	1,000	0,859	0,029	0,015	0,903
2.3	Clotoidale	40580	1	30,00	0,02	2,90%	0,253	0,030	0,135	0,418	1,058	1,000	1,000	0,442	0,015	0,008	0,465
3.0	Rettilineo	40580	0	8,19	0,01	1,66%	0,069	0,008	0,000	0,077	1,033	1,000	1,000	0,080	0,003	0,001	0,084
4.1	Clotoidale	40580	0	16,99	0,01	1,42%	0,143	0,017	0,000	0,160	1,028	1,000	1,000	0,165	0,006	0,003	0,173
4.2	Curva	40580	0	9,18	0,01	1,42%	0,077	0,009	0,000	0,086	1,028	1,000	1,000	0,089	0,003	0,002	0,094
4.3	Clotoidale	40580	0	16,99	0,01	1,26%	0,143	0,017	0,000	0,160	1,025	1,000	1,000	0,164	0,006	0,003	0,173
5.0	Rettilineo	40580	0	2,19	0,00	1,26%	0,018	0,002	0,000	0,021	1,025	1,000	1,000	0,021	0,001	0,000	0,022
6.1	Clotoidale	40580	0	19,25	0,01	1,94%	0,162	0,019	0,000	0,181	1,039	1,000	1,000	0,188	0,007	0,003	0,198
6.2	Curva	40580	0	11,34	0,01	1,94%	0,095	0,011	0,000	0,107	1,039	1,000	1,000	0,111	0,004	0,002	0,117
6.3	Clotoidale	40580	0	19,25	0,01	2,30%	0,162	0,019	0,000	0,181	1,046	1,000	1,000	0,190	0,007	0,003	0,199
7.0	Rettilineo	40580	0	158,24	0,10	4,90%	1,333	0,158	0,000	1,490	1,098	1,000	1,000	1,636	0,054	0,027	1,717
																<b>Npred=</b>	<b>4,208</b>

Dove:

- $N_{brmv}$  = frequenza media prevista di incidenti tra veicoli espressa in incidenti per anno
- $N_{brsv}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa a veicoli isolati, espressa in incidenti per anno;
- $N_{brdwy}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa a agli accessi, espressa in incidenti per anno;
- $N_{BR}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa ai veicoli, ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti, espressa in incidenti per anno;
- $N_{SPF}$  = frequenza media prevista di incidenti in “condizioni base” dell’HSM, espressa in incidenti per anno;
- $N_{pedr}$  = frequenza media prevista di incidenti con pedoni, espressa in incidenti per anno;

- $N_{biker}$  = frequenza media prevista di incidenti con ciclisti, espressa in incidenti per anno.

### 6.3.2 Frequenza media prevista di incidenti in condizione di progetto

Si riporta di seguito il calcolo della frequenza media prevista di incidenti ( $N_{pred}$ ) per la condizione di progetto, sviluppato applicando la metodologia HSM descritta nei paragrafi precedenti.

ID	Elemento	AADT (veic/g)	n°accessi	L (m)	L (mi)	Pen. Long (%)	Nbrmv (inc/anno)	Nbrsv (inc/anno)	Nbrdwy (inc/anno)	NSPF (inc/anno)	CMF			Nbr (inc/anno)	Nped (inc/anno)	Nbiker (inc/anno)	Npred (inc/anno)
											Pend Long.	Segnaletica	Pavimentazione				
1.0	Refillio	40580	0	1,05	0,00	1,40%	0,009	0,001	0,000	0,010	1,028	0,550	0,799	0,004	0,000	0,000	0,005
2.1	Clotoide	40580	0	5,30	0,00	1,40%	0,045	0,005	0,000	0,050	1,028	0,550	0,799	0,023	0,002	0,001	0,025
2.2	Curva	40580	0	86,66	0,05	4,20%	0,730	0,086	0,000	0,816	1,084	0,550	0,799	0,389	0,029	0,015	0,433
2.3	Clotoide	40580	1	30,00	0,02	4,20%	0,253	0,030	0,135	0,418	1,084	0,550	0,799	0,199	0,015	0,008	0,222
3.0	Refillio	40580	0	8,19	0,01	4,20%	0,069	0,008	0,000	0,077	1,084	0,550	0,799	0,037	0,003	0,001	0,041
4.1	Clotoide	40580	0	16,99	0,01	4,20%	0,143	0,017	0,000	0,160	1,084	0,550	0,799	0,076	0,006	0,003	0,085
4.2	Curva	40580	0	9,18	0,01	0,00%	0,077	0,009	0,000	0,086	1,000	0,550	0,799	0,038	0,003	0,002	0,043
4.3	Clotoide	40580	0	16,99	0,01	0,00%	0,143	0,017	0,000	0,160	1,000	0,550	0,799	0,070	0,006	0,003	0,079
5.0	Refillio	40580	0	2,19	0,00	0,00%	0,018	0,002	0,000	0,021	1,000	0,550	0,799	0,009	0,001	0,000	0,010
6.1	Clotoide	40580	0	19,25	0,01	0,00%	0,162	0,019	0,000	0,181	1,000	0,550	0,799	0,080	0,007	0,003	0,089
6.2	Curva	40580	0	11,34	0,01	0,00%	0,095	0,011	0,000	0,107	1,000	0,550	0,799	0,047	0,004	0,002	0,053
6.3	Clotoide	40580	0	19,25	0,01	4,90%	0,162	0,019	0,000	0,181	1,098	0,550	0,799	0,087	0,007	0,003	0,097
7.0	Refillio	40580	0	158,24	0,10	4,90%	1,333	0,158	0,000	1,490	1,098	0,550	0,799	0,719	0,054	0,027	0,800
																<b>Npred=</b>	<b>1,981</b>

Dove:

- $N_{brmv}$  = frequenza media prevista di incidenti tra veicoli espressa in incidenti per anno
- $N_{brsv}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa a veicoli isolati, espressa in incidenti per anno;
- $N_{brdwy}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa a agli accessi, espressa in incidenti per anno;
- $N_{BR}$  = frequenza media prevista di incidenti relativa ai veicoli, ad esclusione di incidenti con pedoni e ciclisti, espressa in incidenti per anno;
- $N_{SPF}$  = frequenza media prevista di incidenti in “condizioni base” dell’HSM, espressa in incidenti per anno;
- $N_{pedr}$  = frequenza media prevista di incidenti con pedoni, espressa in incidenti per anno;
- $N_{biker}$  = frequenza media prevista di incidenti con ciclisti, espressa in incidenti per anno.

### 6.3.3 *Confronto degli indicatori di sicurezza stradale tra condizione di non intervento e condizione di progetto*

Si riportano di seguito i valori stimati della frequenza media prevista di incidenti, calcolata attraverso l'applicazione della metodologia dell'Highway Safety Manual, in condizione di non intervento ed in condizione di progetto.

- **Condizione di non intervento**                      **Npred = 4.208 incidenti per anno**
- **Condizione di progetto**                              **Npred = 1.981 incidenti per anno**
- **Riduzione percentuale della frequenza media prevista di incidenti = 53%**

Confrontando tali indicatori, si evince che complessivamente, gli interventi previsti nell'ambito dell'adeguamento della strada esistente Via R. Wenner, comportano una riduzione della frequenza media prevista di incidenti pari al 53%. Per cui, tali interventi possono considerarsi migliorativi, in termini di sicurezza stradale, rispetto alla condizione esistente.



## 7 CONCLUSIONI

A seguito delle analisi e valutazioni di sicurezza stradale effettuata con riferimento alla porzione di tracciato di Via Roberto Wenner (NV02) in cui ricadono gli interventi previsti nell'ambito del Progetto, ed al fine di quantificare gli effetti benefici, in termini di sicurezza stradale, associati a tali interventi, si è adottato il metodo predittivo contenuto nel manuale HSM. Pertanto, si è scelto quale indicatore rappresentativo della sicurezza stradale, la frequenza media prevista di incidenti.

Preliminarmente è stata condotta un'analisi della strada esistente, al fine di identificare i possibili fattori contributivi degli incidenti stradali, correlandoli alle specifiche tipologie di collisione.

Come riportato al Paragrafo 5.3, per la viabilità in esame si stima una significativa riduzione dei flussi veicolari a seguito del completamento della Metropolitana di Salerno. Tuttavia, tenuto conto che l'indicatore di sicurezza stradale adottato è proporzionale ai flussi di traffico associati all'infrastruttura oggetto di analisi, si sono considerati, anche per la condizione di progetto, i dati di traffico relativi alla condizione esistente, sottostimando, di fatti, gli effetti benefici in termini di sicurezza stradale.

Nonostante tale approccio cautelativo, gli interventi di progetto riconducono ad una riduzione dell'incidentalità pari al 53%. Pertanto, relativamente alla viabilità in esame, gli interventi previsti nell'ambito del presente progetto definitivo possono ritenersi migliorativi, in termini di sicurezza stradale, rispetto alla condizione esistente.

Inoltre, secondo quanto richiesto dal D.M. 22/04/2004, si ritiene che gli interventi di progetto rappresentino un miglioramento funzionale rispetto alla condizione esistente, in quanto, seppur non modificando la sezione trasversale della strada in esame, i volumi di traffico ad essa associati risultano ridotti rispetto alla condizione attuale.

Si ritiene opportuno evidenziare che gli interventi previsti nell'ambito del presente Progetto Definitivo non prevedono modifiche delle dimensioni della piattaforma stradale rispetto ai tratti stradali a cui si connettono, per cui, la continuità della circolazione risulta inalterata.