



# LA PREVISIONE DELL'INCIDENTALITÀ STRADALE: UN CASO DI STUDIO

Andrea Marella

---

Road accident prediction method: a case study.



# Presentazione

**PROGETTO LAB**  
studio associato di progettazione integrata



- Progettazione
- Consulenza
- Studi sul traffico
- Analisi incidenti
- Formazione

Venerdì, 22 Novembre 2013

**TRAFFICLAB**  
STUDIO del TRAFFICO e della SICUREZZA STRADALE

HOME TRAFFICLAB FORUM FORMAZIONE AREA PRIVATA search...

FOLLOW US ON [twitter](#)

**NOV 22 EUROPEAN ROAD SAFETY FORUM 2013**

AUTORE: Andrea Marella  
POSTED IN: [trafficklabb](#)

**MENU PRINCIPALE**

INFO STUDIO [+](#)  
COMUNICAZIONE [+](#)

**AGGIORNAMENTI**

**D. LGS. N. 35/2011**  
GESTIONE DELLA SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

**ADESIONI**

**25 000**  
VITE DA SALVARE  
Carta europea della sicurezza stradale

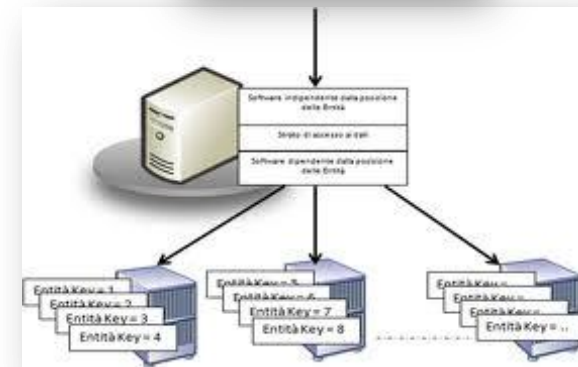
**MOBILITY AND TRANSPORT**

**5<sup>th</sup> Edition of the EUROPEAN YOUTH FORUM for Road Safety**  
28th & 29th of November 2013 – Crotona – Italy

Lo studio Trafficklabb è stato invitato a relazione alla 5a edizione dell'European Youth Forum for Road Safety.  
Nella giornata del 27 novembre, l'ing. Andrea Marella presenterà un progetto sulla previsione dell'incidentalità della Provincia di Crotona.  
[Per il calendario completo cliccare qui](#)

# L'analisi dell'incidentalità stradale

«I dati e le conoscenze disponibili sulla sicurezza stradale in Europa devono essere uno strumento integrato ed **essenziale** per esercitare un **controllo continuo** sull'applicazione delle politiche per la sicurezza stradale, **valutarne** l'impatto e **ideare** nuove iniziative.»

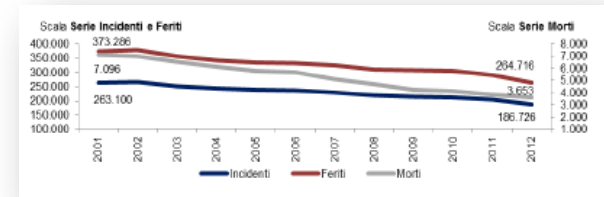


*Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo: Verso uno spazio europeo della sicurezza stradale orientamenti 2011-2020 per la sicurezza stradale*

# La statistica descrittiva

«La statistica descrittiva ha come obiettivo quello di **organizzare, riassumere e presentare** i dati in modo ordinato; i suoi strumenti permettono quindi di **sintetizzare** i dati»

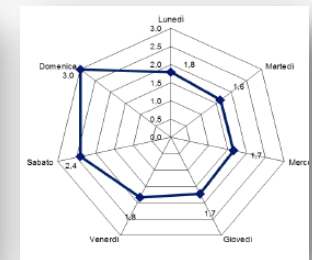
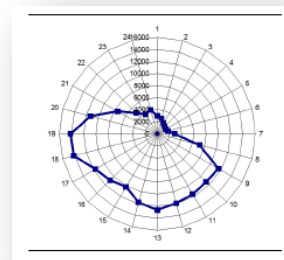
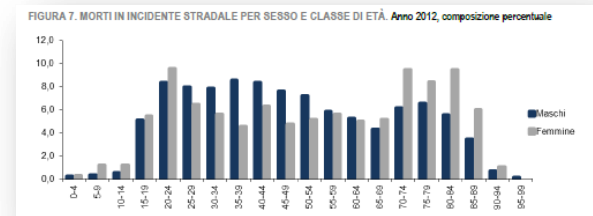
Wikipedia



PROSPETTO 3. INCIDENTI STRADALI CON LESIONI A PERSONE SECONDO LA CATEGORIA DELLA STRADA  
Anno 2012, valori assoluti, indice di mortalità e variazioni percentuali 2012/2011

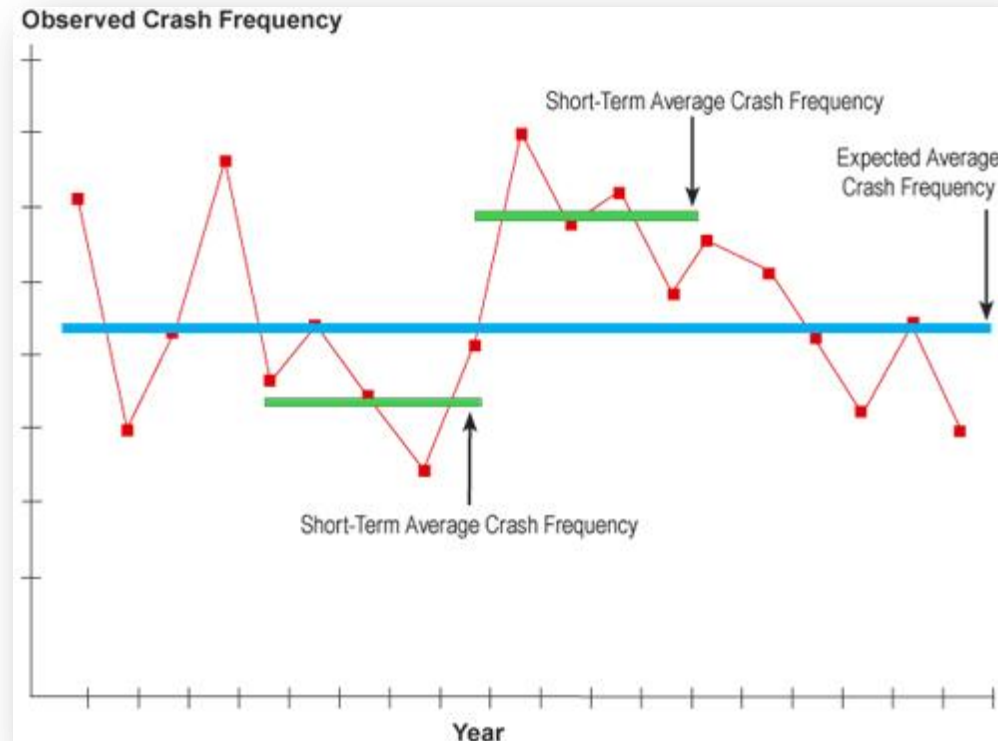
CATEGORIA DELLA STRADA	Incidenti	Morti	Feriti	Indice di mortalità (a)	Variazione percentuale Incidenti 2012/2011	Variazione percentuale Morti 2012/2011	Variazione percentuale Feriti 2012/2011
Strade urbane	141.715	1.562	191.521	1,10	-9,7	-10,4	-10,1
Autostrade e raccordi	9.398	330	15.882	3,51	-14,6	-2,4	-14,4
Altre strade (b)	35.613	1.761	57.343	4,94	-5,3	-1,0	-5,2
<b>Totale</b>	<b>186.726</b>	<b>3.653</b>	<b>264.716</b>	<b>1,96</b>	<b>-9,2</b>	<b>-5,4</b>	<b>-9,3</b>

(a) Rapporto tra il numero dei morti e il numero degli incidenti con lesioni a persone, moltiplicato 100.  
(b) Sono incluse nelle categorie "Altre strade", le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dell'abitato e Comuni extraurbane.



# La statistica descrittiva

Tuttavia, l'utilizzo di tale metodo può generare errori, come la **regressione alla media**, talvolta sottovalutati e che portano a conclusioni errate, soprattutto nel breve termine.



# Nuovi metodi per l'analisi dell'incidentalità

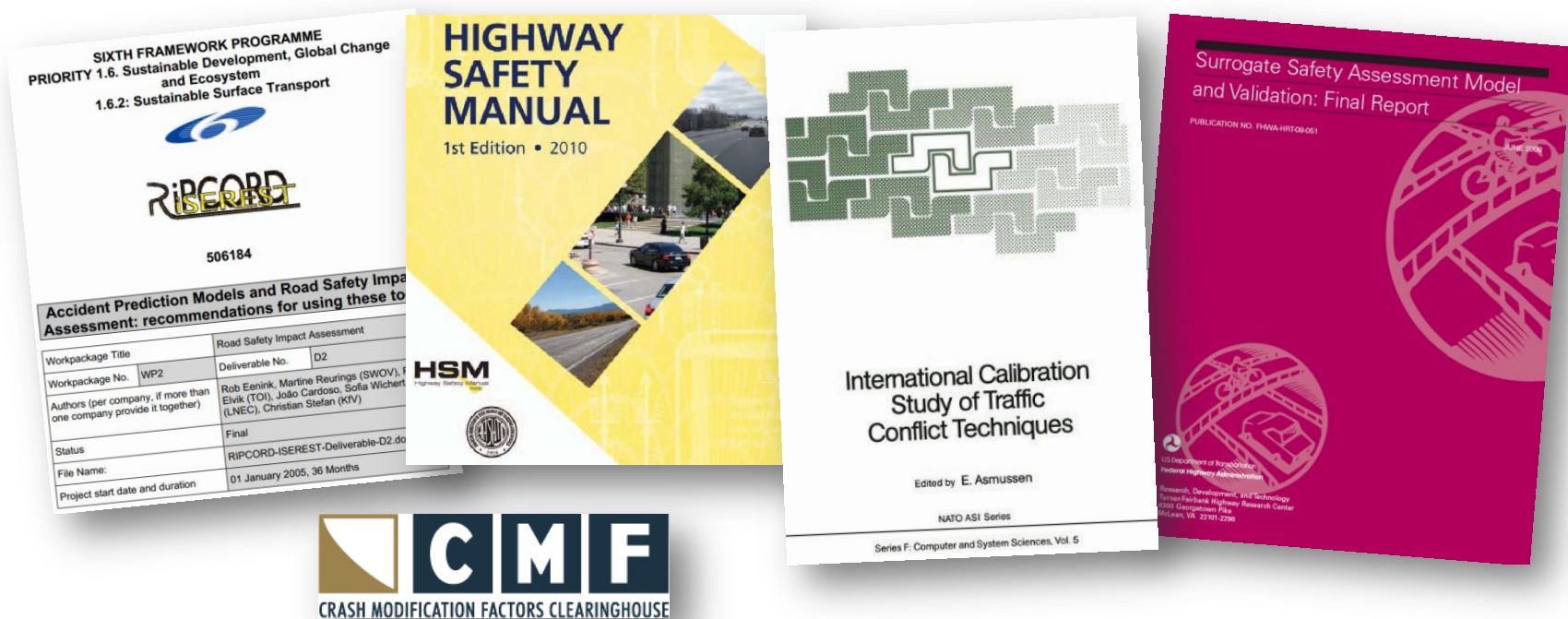


È necessario studiare modelli che permettano di passare dalla sola **descrizione** del fenomeno alla **previsione** dell'incidentalità in termini di:

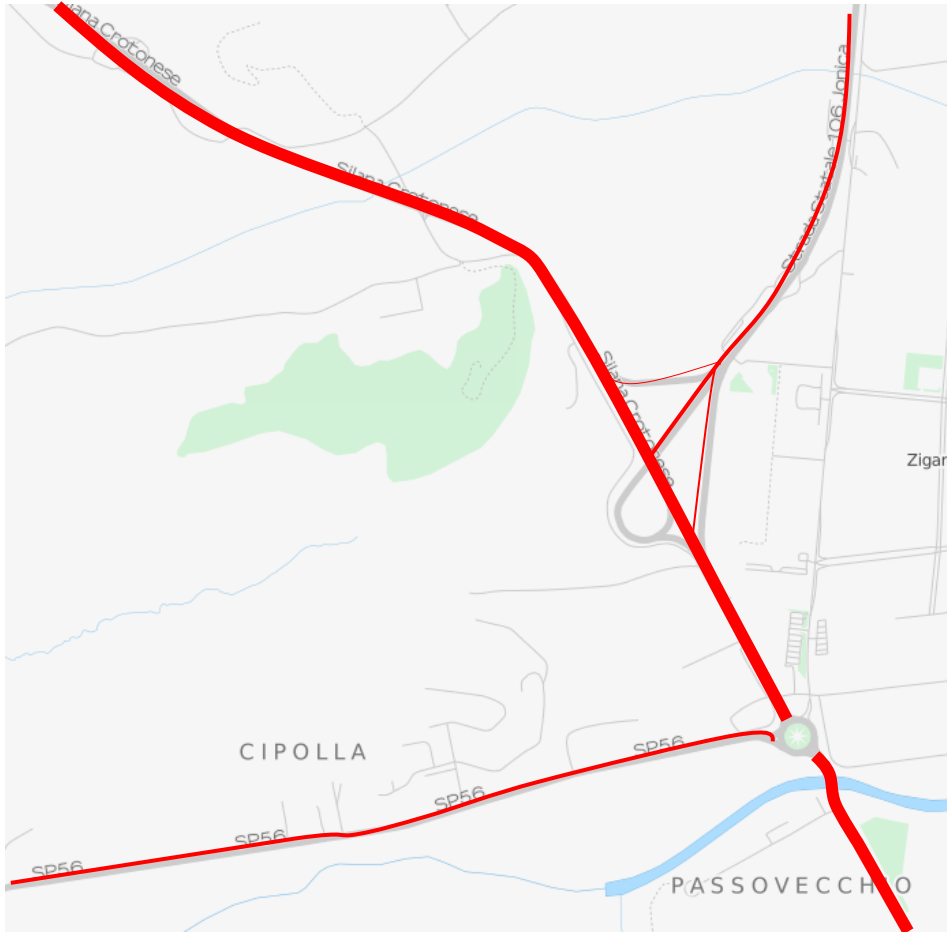
- **macro** previsione (incidenti attesi)
- **micro** previsione (conflitti potenziali)
- **fattori di correzione** dell'incidentalità

# Nuovi metodi per l'analisi dell'incidentalità

La ricerca scientifica ha implementato diversi modelli per la valutazione della **previsione dell'incidentalità**.



# Nuovi metodi per l'analisi dell'incidentalità



## Macro previsione

Numero totale incidenti attesi  
(morti, feriti, incidenti, solo danni)

Percentuali totali incidenti attesi  
(morti, feriti, incidenti, solo danni)

Tasso incidentalità atteso

Tasso incidentalità di viaggio  
atteso



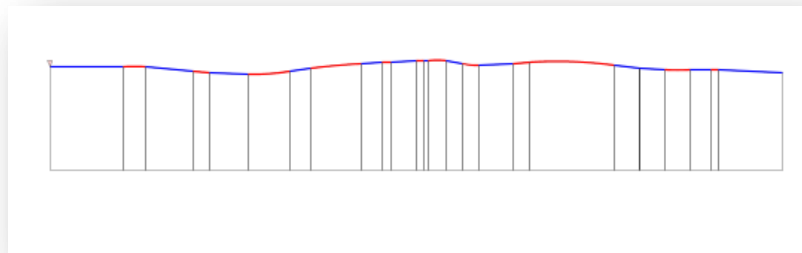
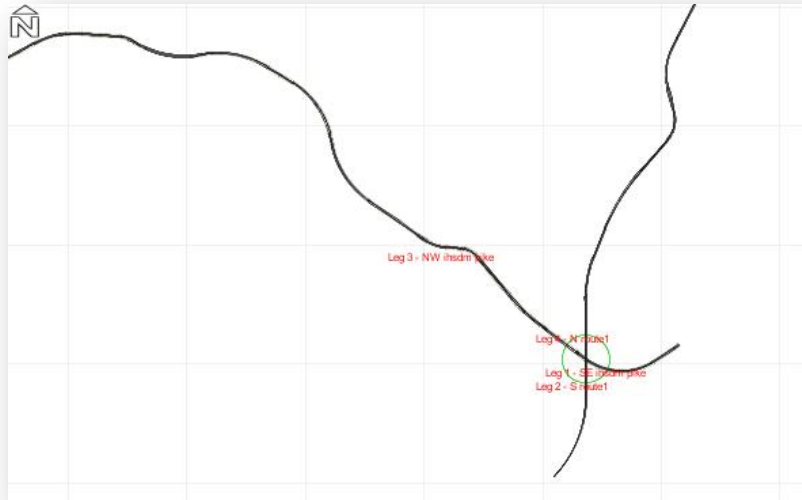
# Esempio: numero di incidenti attesi

Vengono rilevati, per un campione di sezioni, le principali caratteristiche dell'infrastruttura e si costruisce un modello matematico **calibrato** per la realtà locale.

Tipologia di modelli	Alcune variabili input
Modelli deterministici (a variabili fisse)	Variabili geometriche della strada (lunghezza, larghezza, pendenze, Illuminazione, dispositivi controllo, accessi, parcheggi, semafori, etc.)
Modelli stocastici (a variabili aleatorie)	Traffico (giornaliero, annuale e di punta)
Modelli bayesiani (a variabili aleatorie con gradi di fiducia e correzione con i dati osservati)	Dati storici sull'incidentalità

$$N_{\text{predicted}} = N_{\text{spf } x} \times (CMF_{1x} \times CMF_{2x} \times \dots \times CMF_{yx}) \times C_x$$

# Esempio: numero di incidenti attesi



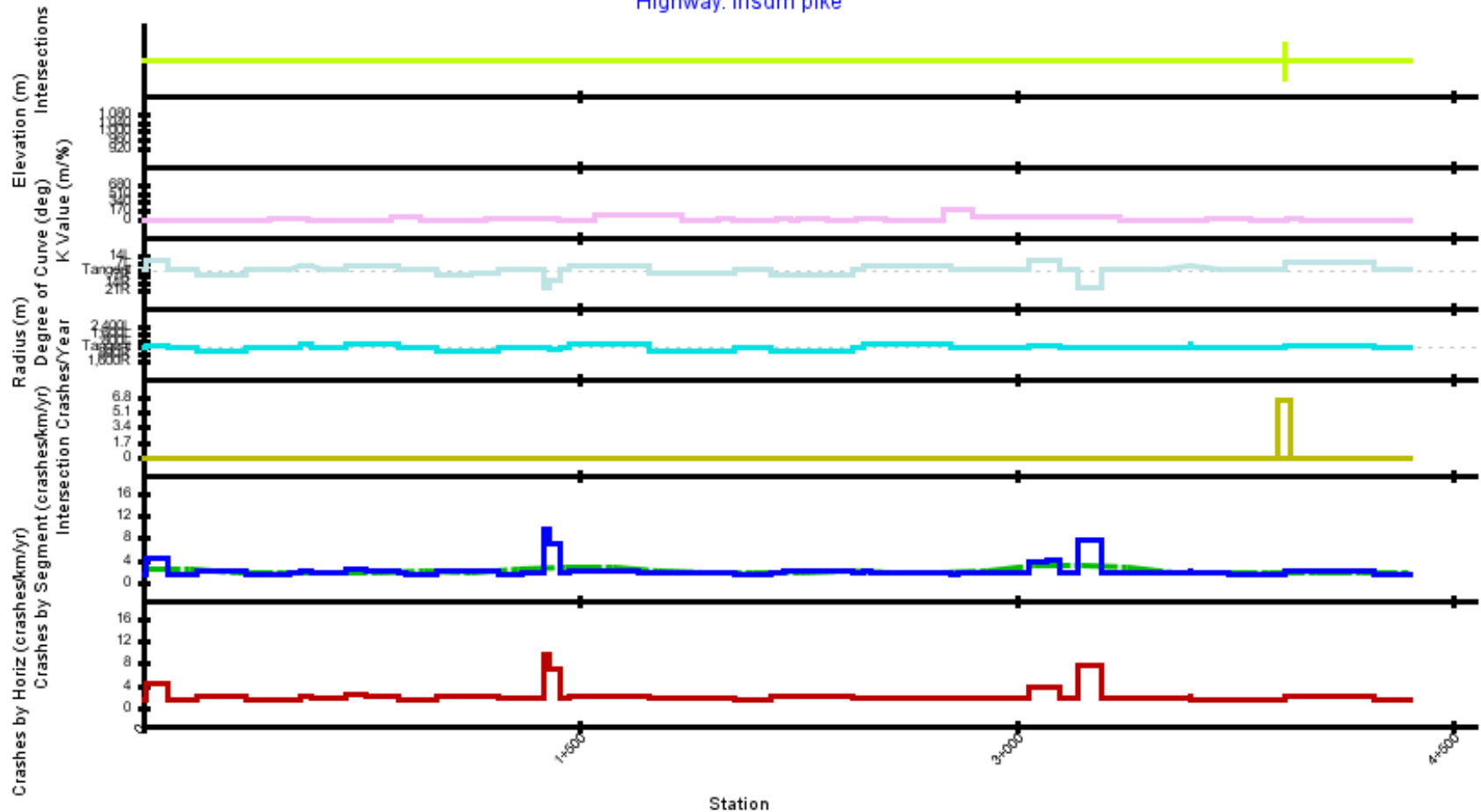
Crash Prediction Data

Crash Prediction Data

- ✓ Horizontal Alignment
- ✓ Vertical Alignment
- ✓ Lane
- ✓ Median
- ✓ Two-way Left Turn Lane
- ✓ Lane Offset
- ✓ Shoulder Section
- ✓ Cross Slope
- ✓ Annual Average Daily Traffic
- ✓ Design Speed
- ✓ Driveway Density
- ✓ Roadside Hazard Rating
- ✓ Lighting
- ✓ Automated Speed Enforcement
- ✓ Centerline Rumble Strip
- ✓ Site-Specific Crash Data

# Esempio: numero di incidenti attesi

Crash Prediction Summary, Section 1 (Undivided, Two-Lane; Rural; Arterial)  
 Project: Example Project 1, Evaluation: Evaluation 1  
 Highway: ihsdm pike



# Nuovi metodi per l'analisi dell'incidentalità

## Micro previsione



Numero totale conflitti potenziali

Categoria conflitti potenziali  
(tamponamento, frontale, frontale-laterale, laterale)

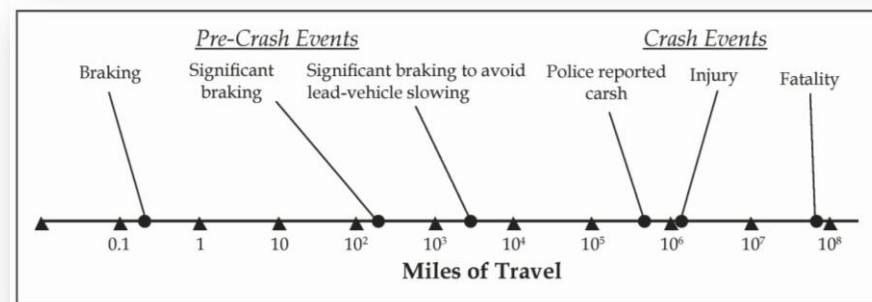
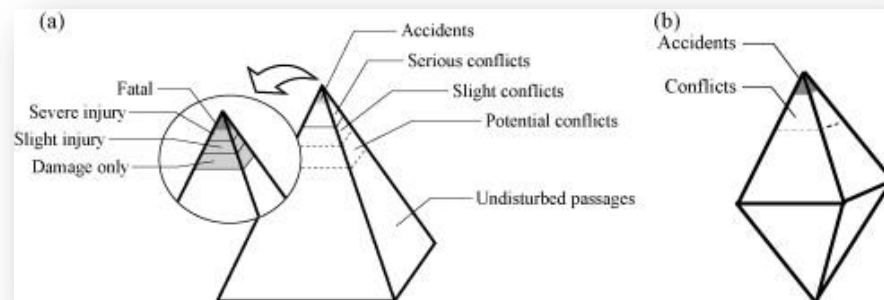
Tasso incidentalità

Mappe di rischio (densità di conflitti, probabilità di conflitti e livello di lesioni)

# Esempio: numero di potenziali conflitti

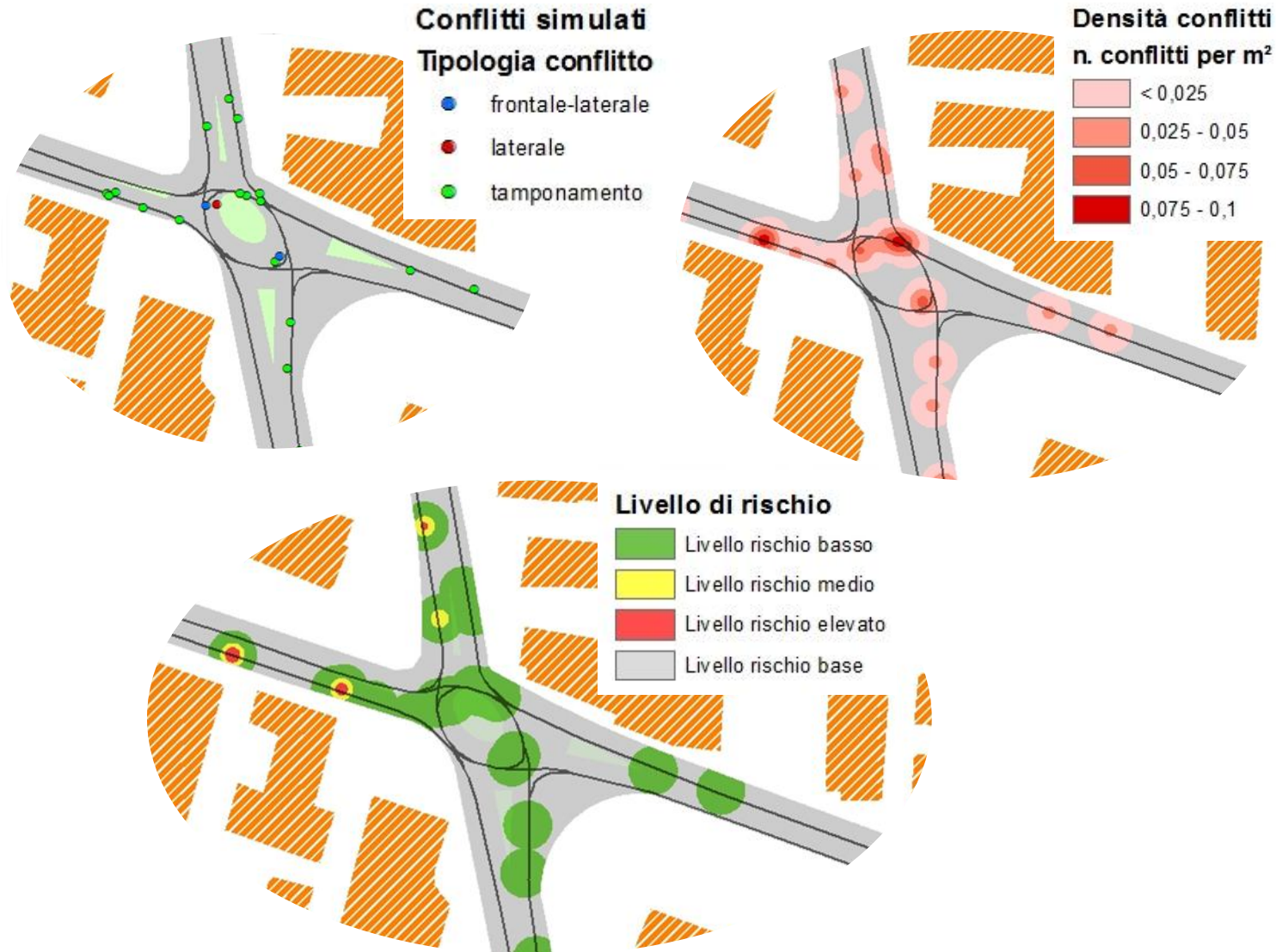
Gli incidenti mortali sono eventi **molto rari**. I conflitti, invece, sono eventi con bassa severità ed alta frequenza.

**Conflitto:** situazione in cui due utenti della strada si avvicinano, nel tempo e nello spazio, a tal punto che la collisione è imminente nel caso in cui le loro traiettorie rimangono invariate.



*El Farber, Intelligent vehicle highway systems - safety benefits and public policy.*

# Esempio: numero di potenziali conflitti



# Nuovi metodi per l'analisi dell'incidentalità

## Fattori di correzione

Sono fattori moltiplicativi utilizzati per calcolare il numero atteso di incidenti dopo l'implementazione di una data contromisura in un progetto specifico.

Crash Modification Factor
Crash Modification Function
Crash Reduction Factor
Crash Reduction Function

I fattori possono variare anche in funzione dello scenario, come per esempio i volumi di traffico.

# Esempio: fattori di correzione

- Fattori entro le **condizioni di base** (cioè, senza alcun cambiamento) il valore è pari **1**.
- Fattori con valori **inferiori a 1** indicano che il trattamento **riduce** il numero atteso di incidenti rispetto alle condizioni di base.
- Fattori con valori **superiori a 1** indicano che il trattamento **aumenta** il numero atteso di incidenti rispetto alle condizioni di base.



# Esempio: fattori di correzione

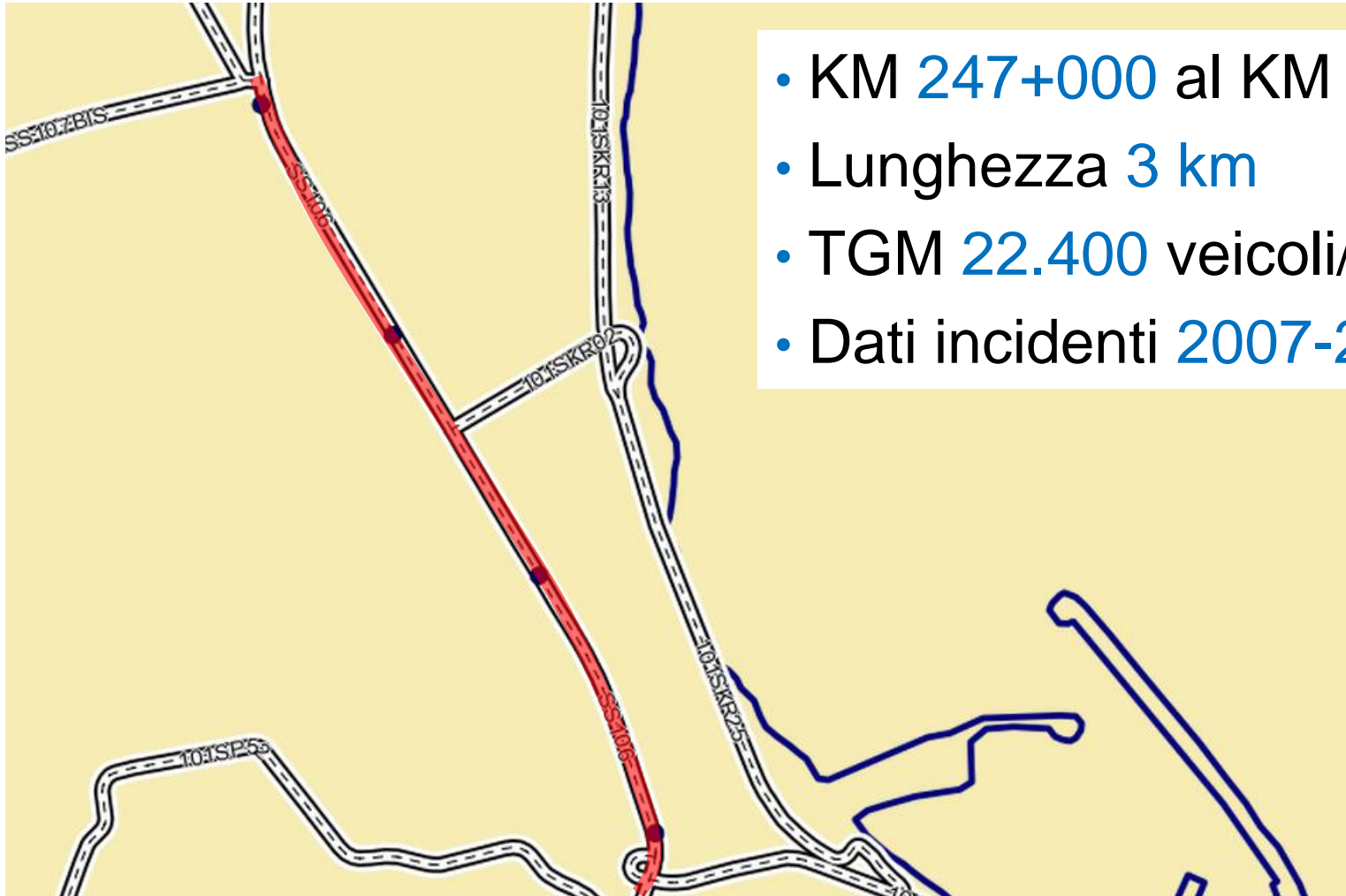
## - Countermeasure: Implement automated red light running enforcement cameras

CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Roadway Type	Area Type	Reference
0.75	25	★★★★★	Angle	All	Not specified	Urban	Persaud et al., 2005
1.15	-15	★★★★★	Rear end	All	Not specified	Urban	Persaud et al., 2005
0.84 <sup>[B]</sup>	16	★★★★☆	Angle	Serious injury, Minor injury	Not specified	Urban	Persaud et al., 2005
1.24 <sup>[B]</sup>	-24	★★★★☆	Rear end	Serious injury, Minor injury	Not specified	Urban	Persaud et al., 2005

## ▼ Countermeasure: Replacement of traditional intersection with roundabout with cycle lanes

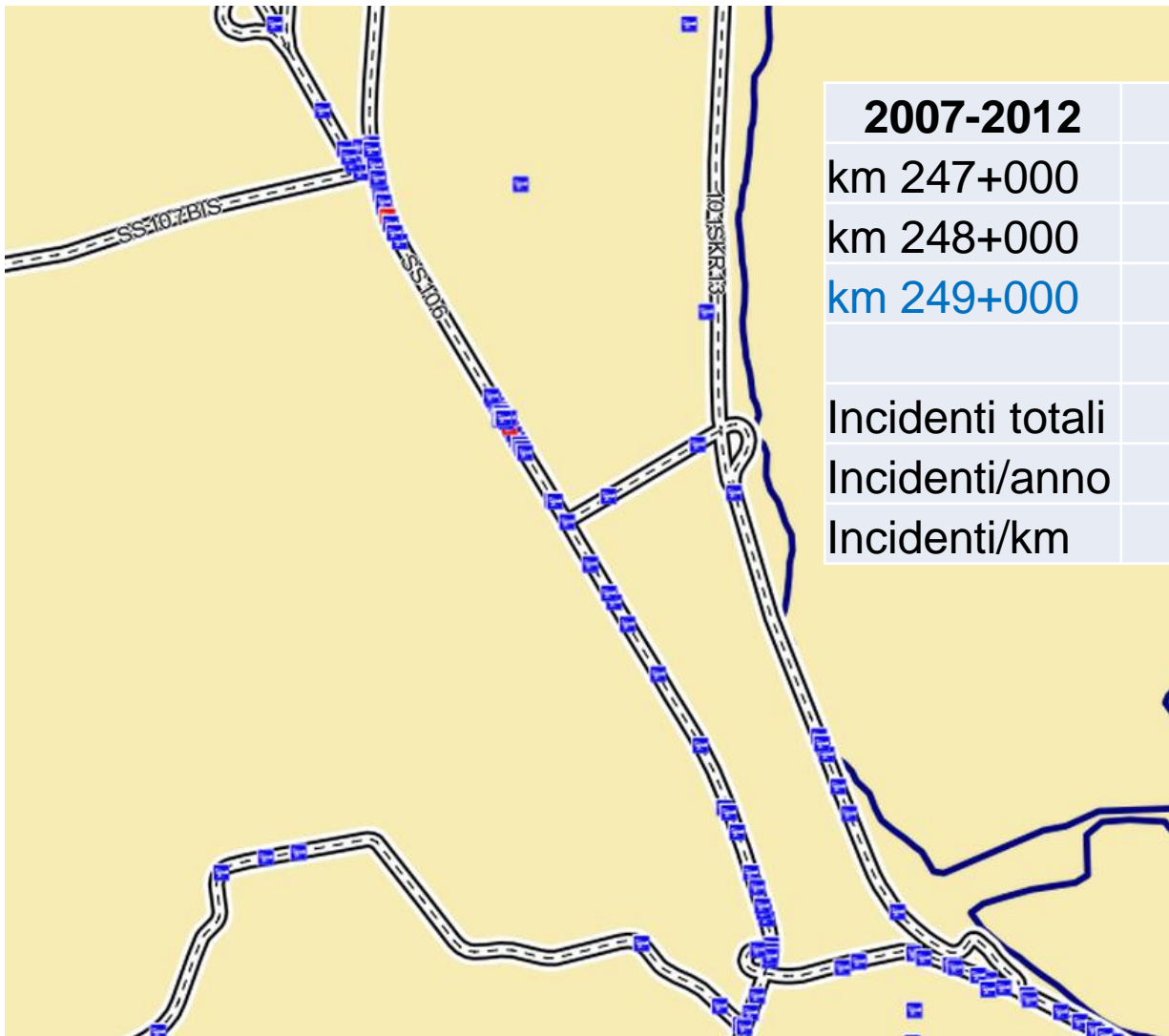
CMF	CRF(%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference
1.93	-93	★★★☆☆	Vehicle/bicycle	All	Urban	Daniels et al. (2009), 2009
1.37	-37	★★☆☆☆	Vehicle/bicycle	Fatal, Serious injury	Urban	Daniels et al. (2009), 2009

# Caso studio: SS106 Ionica



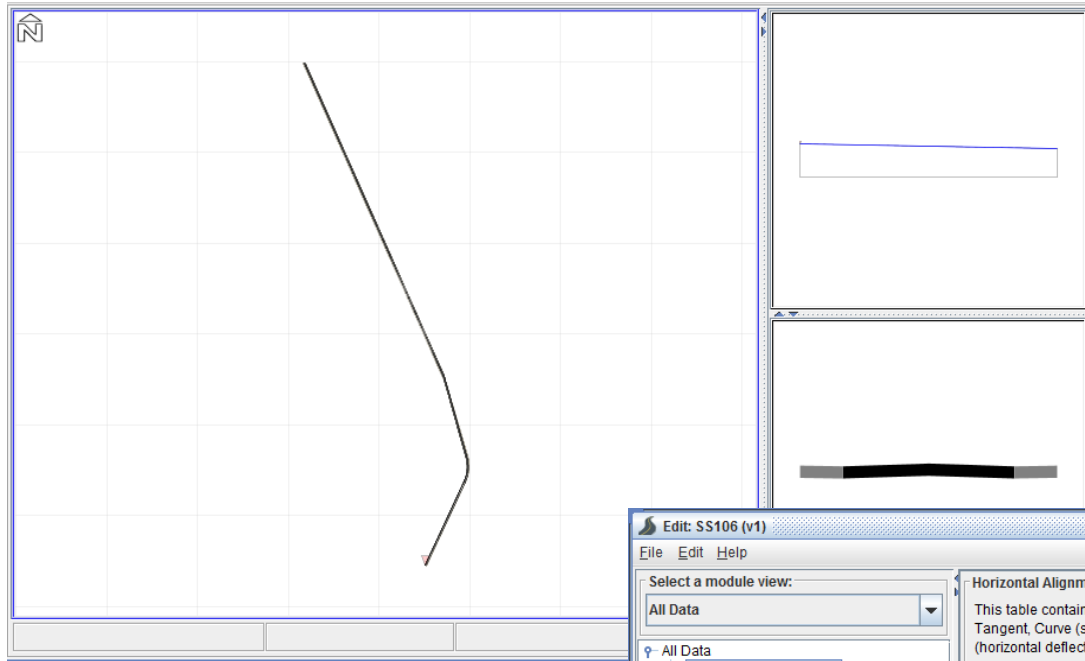
- KM 247+000 al KM 250+000
- Lunghezza 3 km
- TGM 22.400 veicoli/giorno
- Dati incidenti 2007-2012

# Caso studio: SS106 Ionica



<b>2007-2012</b>	<b>inc./anno</b>	<b>Incidenti/km</b>
km 247+000	9	0,50
km 248+000	10	0,56
km 249+000	21	3,50
Incidenti totali	40	
Incidenti/anno	6,67	
Incidenti/km	2,22	

# Caso studio: SS106 Ionica



**Edit: SS106 (v1)**

File Edit Help

Select a module view:  
All Data

- All Data
  - Horizontal Alignment (5)
  - Vertical Alignment (1)
  - General
    - Area Type (1)
    - Functional Class (1)
    - Annual Average Daily Traffic (3)
  - Road Cross Section
    - Lane (2)
    - Median (0)
    - Two-way Left Turn Lane (0)
    - Lane Offset (0)
    - Shoulder Section (1)
    - Cross Slope (2)
  - Crash Prediction Specific
    - Speed Category (1)
    - Driveway (0)
    - Lighting (0)
    - Automated Speed Enforcement (0)
    - Fixed Object (0)
    - On-Street Parking (0)
    - Site-Specific Crash Data (0)

**Horizontal Alignment**

This table contains data that define the [horizontal alignment](#) of the highway centerline. Horizontal alignment element types are Tangent, Curve (simple curve), Spiral (between a Tangent and a Curve, or part of a Spiral-Spiral pair), and Deflection (horizontal deflection angle without horizontal curve).

Type	Start Sta.	End Sta.	Curve Radius (m)	Direction of Curve	Radius Position	Deflection Angle (deg)	
Tangent	247+000.000	247+510.000					Add...
Curve	247+510.000	247+653.000	200.00	Left			Edit...
Tangent	247+653.000	248+088.000					Delete...
Curve	248+088.000	248+116.000	200.00	Left			
Tangent	248+116.000	250+000.000					Validate...
							Help...

# Caso studio: SS106 Ionica

Table 2. Expected Highway Crash Rates and Frequencies (Section 1)

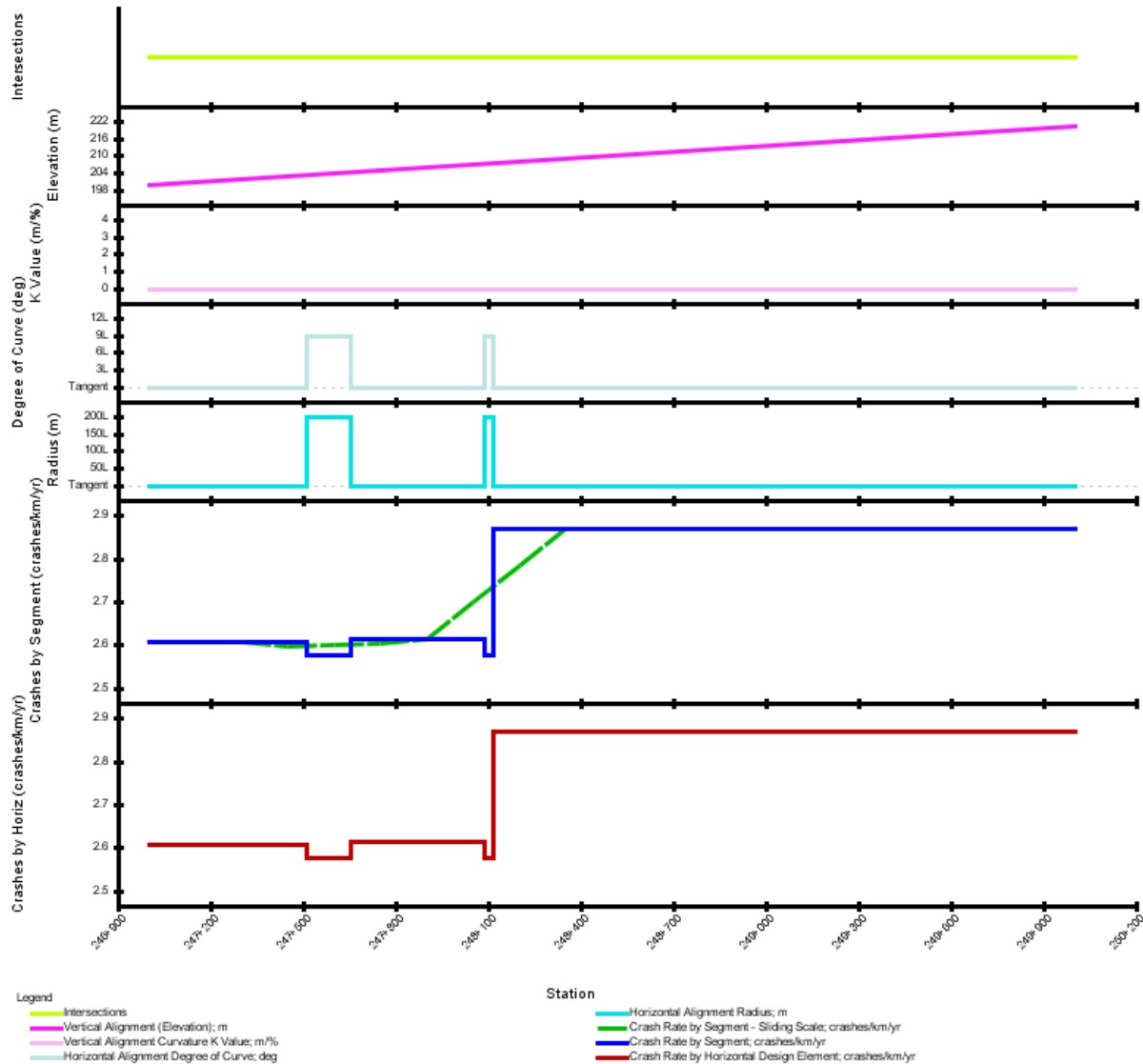
First Year of Analysis	2014
Last Year of Analysis	2014
Evaluated Length (km)	3.0000
Average Future Road AADT (vpd)	22,788
<b>Expected Crashes</b>	
Total Crashes	8.31
Fatal and Injury Crashes	2.56
Property-Damage-Only Crashes	5.74
<b>Percent of Total Expected Crashes</b>	
Percent Fatal and Injury Crashes (%)	31
Percent Property-Damage-Only Crashes (%)	69
<b>Expected Crash Rate</b>	
Crash Rate (crashes/km/yr)	2.7688
Fatal and Injury Crash Rate (crashes/km/yr)	0.8548
Property-Damage-Only Crash Rate (crashes/km/yr)	1.9140
<b>Expected Travel Crash Rate</b>	
Total Travel (million veh-km)	24.95
Travel Crash Rate (crashes/million veh-km)	0.33
Travel Fatal and Injury Crash Rate (crashes/million veh-km)	0.10
Travel Property-Damage-Only Crash Rate (crashes/million veh-km)	0.23

incidenti/anno 6,67

incidenti/km 2,22

# Caso studio: SS106 Ionica

Crash Prediction Summary, Section 1 (Undivided, Two-Lane; Suburban; Arterial)  
 Project: Provincia di Crotona, Evaluation: Evaluation 6  
 Highway: SS106



# Benefici nella previsione dell'incidentalità



Valutazione  
incidentalità  
anche **senza**  
dati storici.



Pianificazione  
e valutazione  
**nuovi progetti**  
di infrastrutture.



Pianificazione  
e **road  
safety  
inspection**



Valutazione  
**economica** dei  
benefici attesi  
e della  
**riduzione** degli  
incidenti.

# Contatti



**Ing. Andrea Marella**

**TrafficiLab (Progettolab Group)**

[www.trafficlab.eu](http://www.trafficlab.eu)

[andrea.marella@trafficlab.eu](mailto:andrea.marella@trafficlab.eu)

+39 0173 290588

+ 39 338 1901680

Via Vivaro 7A, 12051 ALBA (CN) - ITALY