



in collaborazione con



SEVERITÀ E LESIVITÀ DEGLI URTI VEICOLO - VEICOLO

17.10.2015

SEVERITÀ DELL'URTO: *cos'è?*

SEVERITÀ

- ΔV
- accelerazione
- deformazione
- lesioni

SEVERITÀ DELL'URTO: come si definisce?

SEVERITÀ

- ΔV
- lesioni
- esito lesivo legato a ulteriori fattori

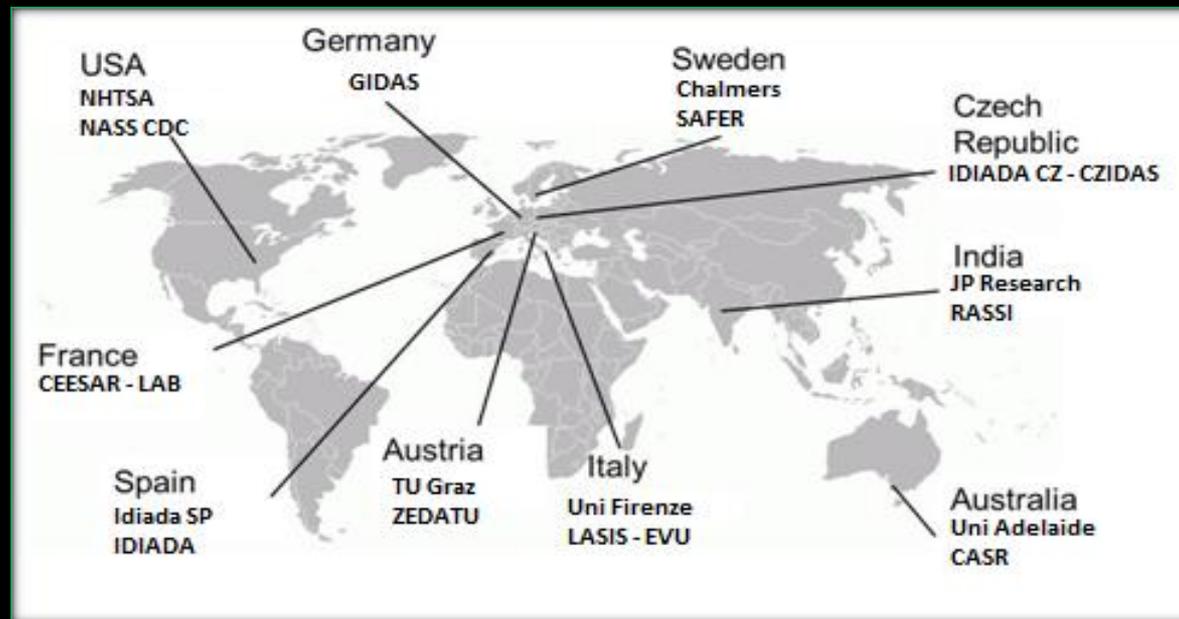
SEVERITÀ DELL'URTO: a cosa serve?

SEVERITÀ

- veicolo
- strada
- infrastruttura

VALUTAZIONE STATISTICA DELLE PERFORMANCES DI VEICOLI, INFRASTRUTTURE, STRADA

iGLAD: nasce nel 2011, ad oggi contiene 2500 casi



VALUTAZIONE STATISTICA DELLE PERFORMANCES DI VEICOLI, INFRASTRUTTURE, STRADA

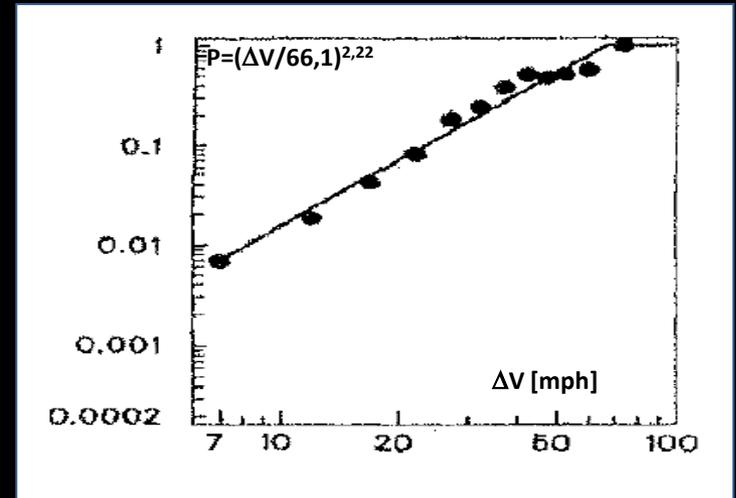
iGLAD: nasce nel 2011, ad oggi contiene 2500 casi

93 VARIABILI

- Accident
- Participant
- Occupant
- Safety System

SEVERITÀ DELL'URTO: come si valuta?

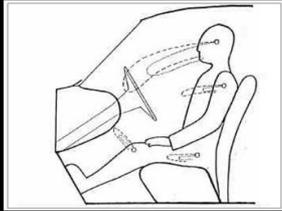
1994: ΔV unico parametro utilizzato per predire la severità dell'incidente (MAIS > 3) negli urti frontali



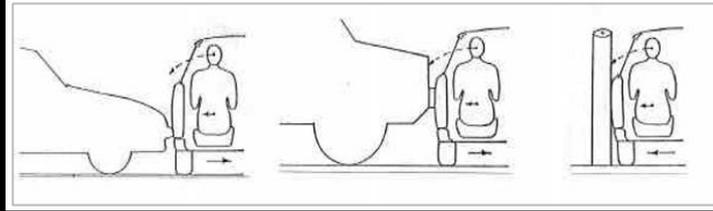
2010: Injury Severity Score

$$ISS = e \left[(2,077 \cdot 10^{-7}) \cdot (0,5 \cdot I_4 \cdot (e^{(\beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i \cdot x_i)})^2) + (\alpha_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \cdot x_i) \right]$$

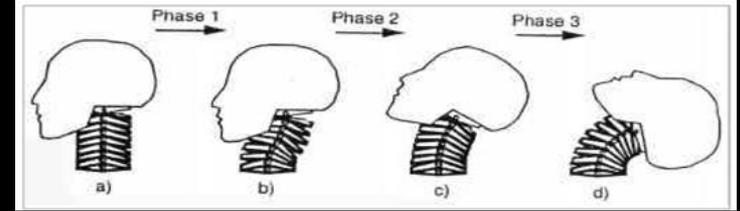
LESIONI: come si valutano?



Impatto frontale



Impatto laterale



Tamponamento

LESIONI:
indici medici

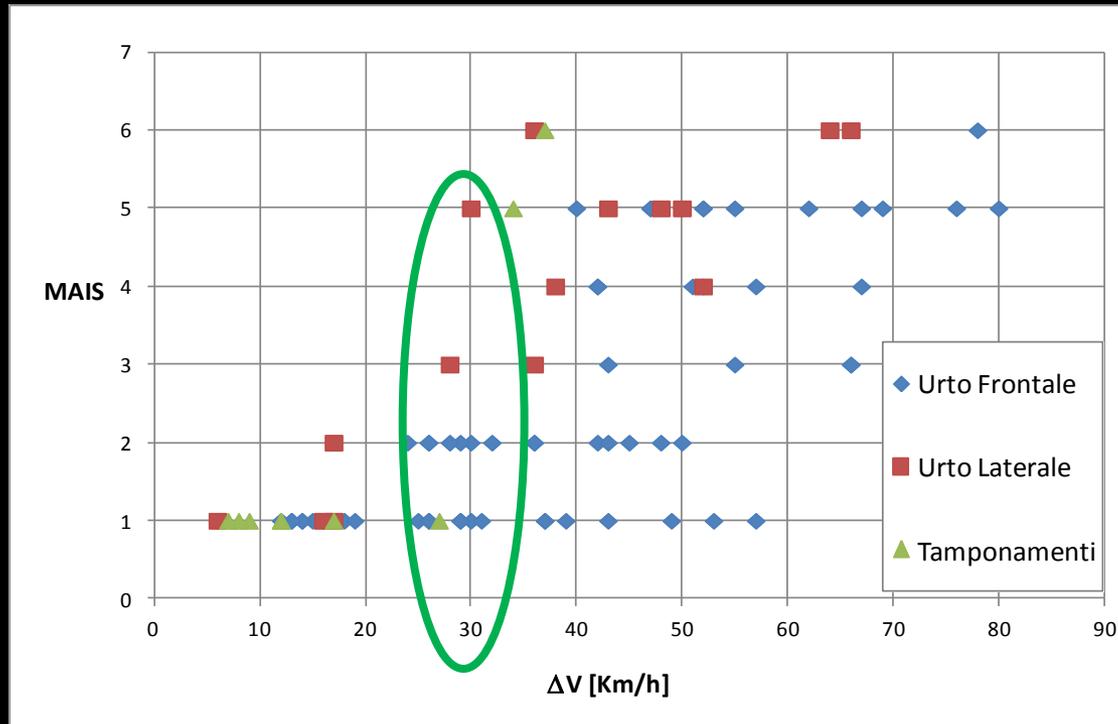
- AIS (Abbreviated Injur Scale)
- MAIS (Maximum Abbreviated Injur Scale)
- ISS (Injury Severity Score)

CODICE AIS	DESCRIZIONE LESIONI
0	ASSENTE
1	MINORE
2	MODERATA
3	SERIA
4	GRAVE
5	CRITICA
6	FATALE

SEVERITÀ DELL'URTO: come si misura?

SEVERITÀ {
○ ΔV
○ LESIONI

➔ Non sussiste una correlazione diretta



SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

- INDICI
SINTETICI
- Crash Momentum Index: CMI
 - Injury Potential: IP

Severità potenziale

$$CMI = \frac{\Delta V}{V_{r-\Delta V}} = \frac{\gamma_1 \gamma_2 (1 + \varepsilon_i)}{(\gamma_2 + \gamma_1 R_m)}$$

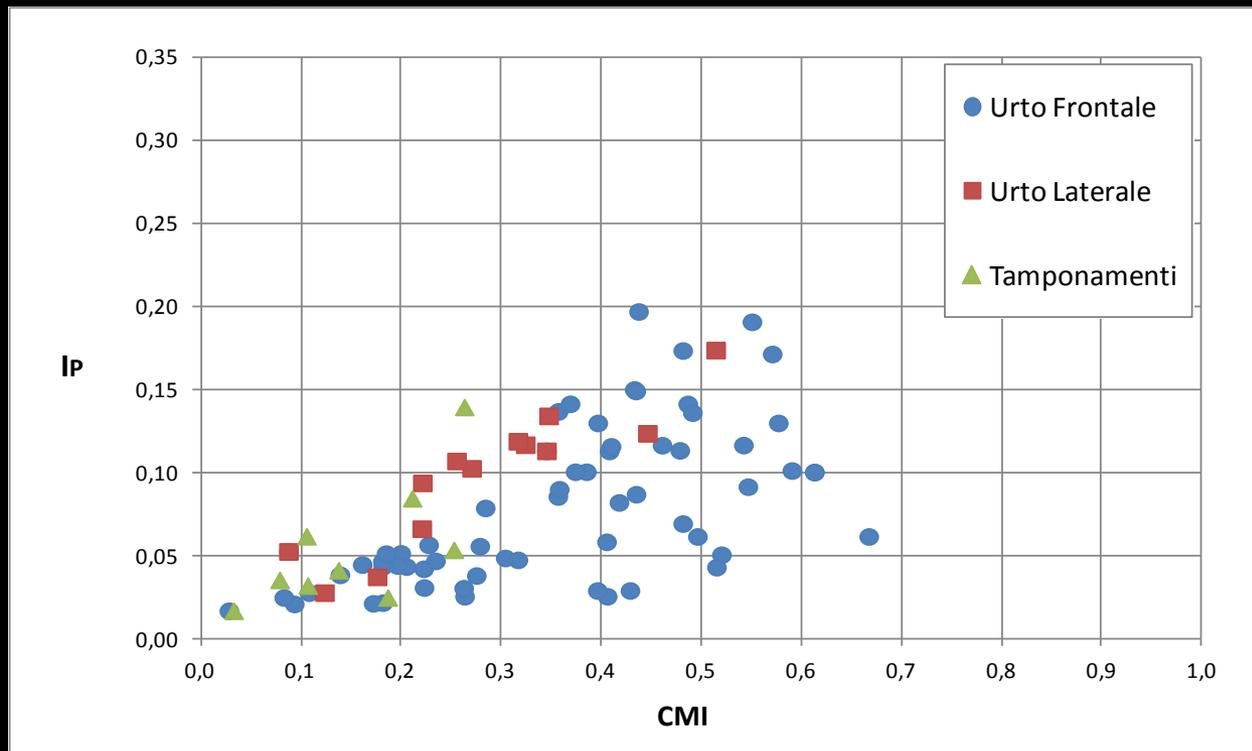
Lesività potenziale

$$Ip = \frac{MAIS}{V_{r-\Delta V}}$$

SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

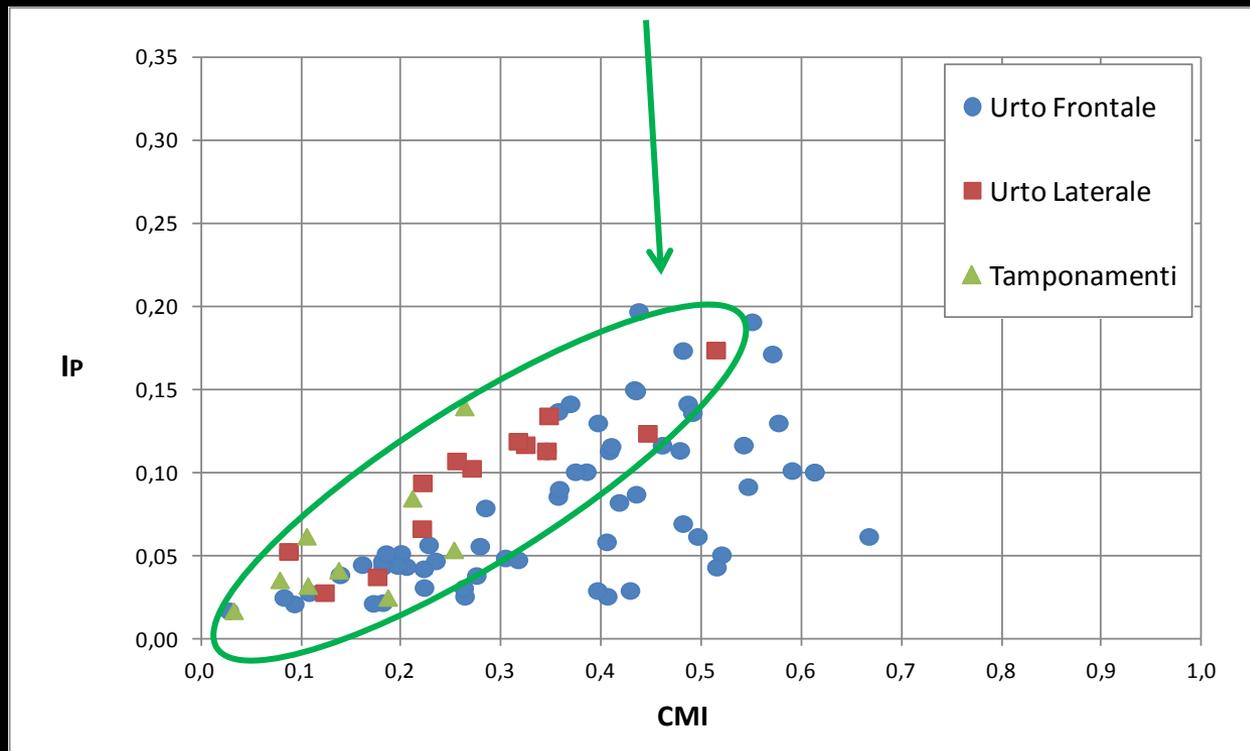
INDICI
SINTETICI

- Crash Momentum Index: CMI
- Injury Potential: IP

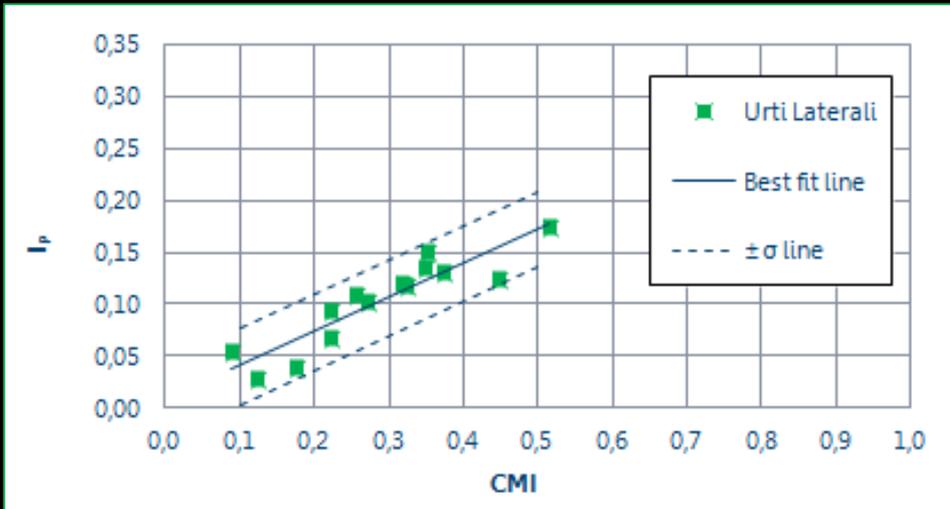


SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

Il CMI fornisce una buona correlazione per urto laterale o tamponamento indipendentemente dal modello di veicolo (n° di stelle EuroNCAP), dal genere e dall'età degli occupanti, nonché dalla posizione occupata all'interno dell'abitacolo



SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

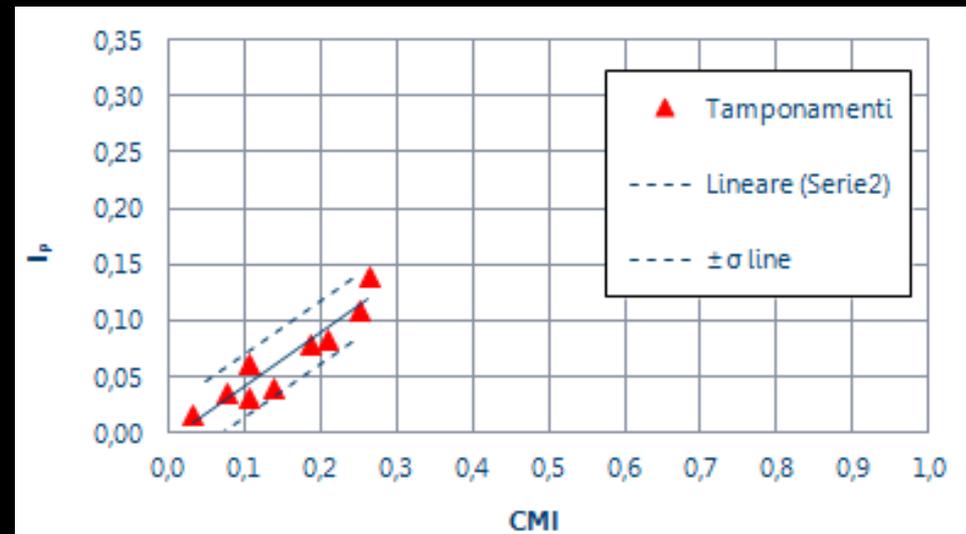


URTI LATERALI:

$$R^2 = 0,83$$

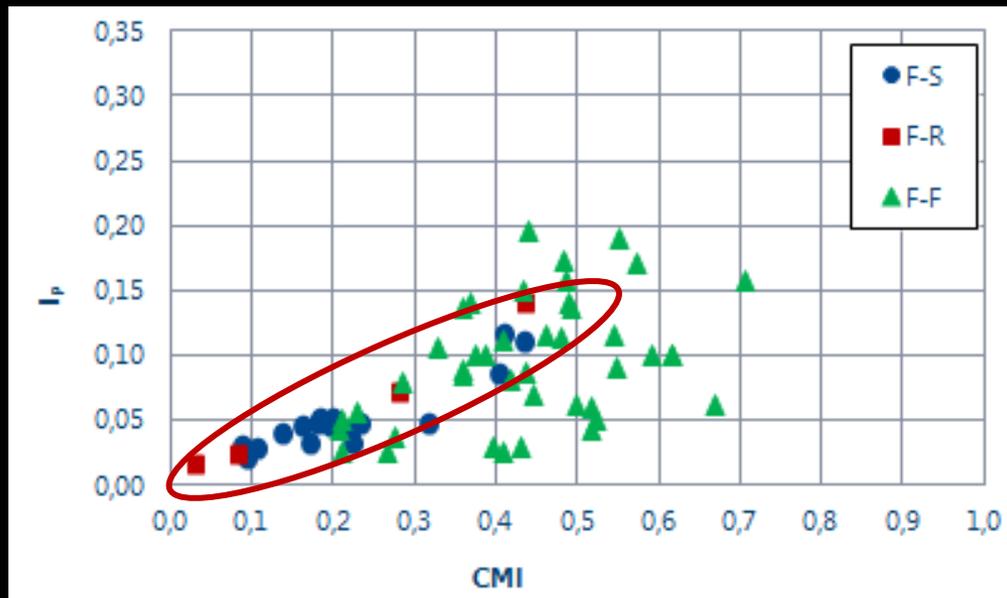
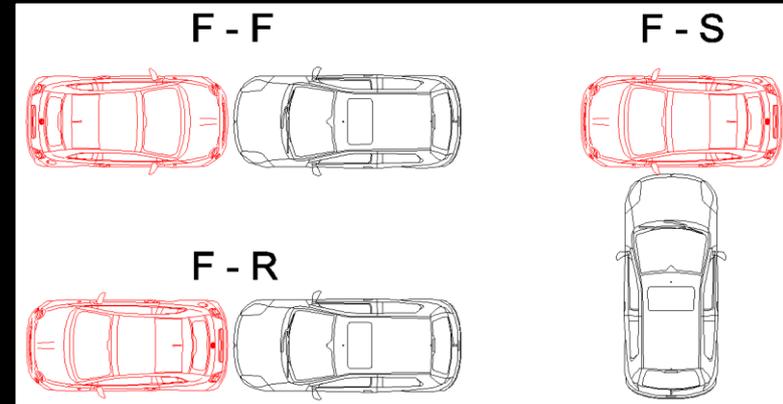
TAMPONAMENTI:

$$R^2 = 0,89$$



SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

- Impatto Frontale – Frontale (F – F)
- Impatto Frontale – Laterale (F – S)
- Impatto Frontale – Tamponamento (F – R)



F - R, F - S

$$R^2 = 0,82$$

SEVERITÀ E LESIVITÀ POTENZIALI

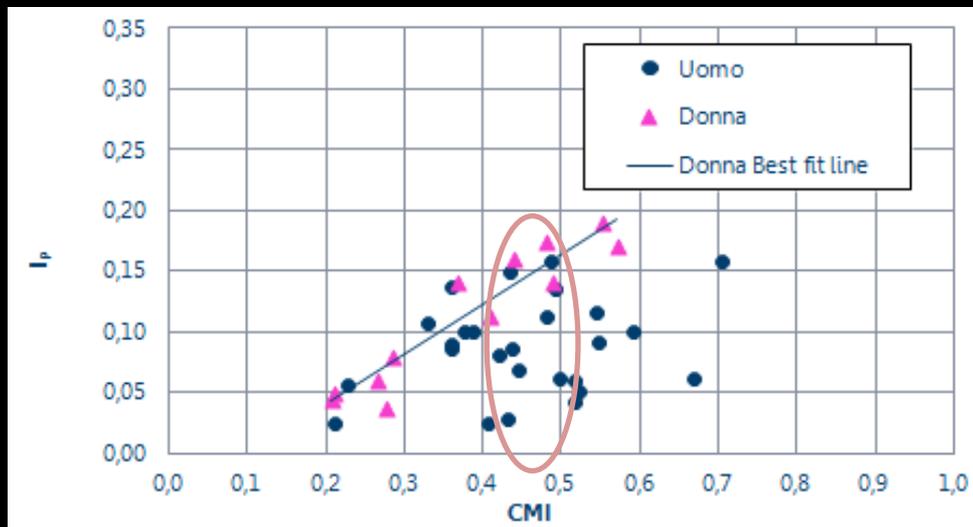
CMI è un parametro sintetico poco descrittivo per questo tipo d'impatto

Analisi Occupante

Analisi conducente

età
genere
posizione di seduta

stessa posizione di seduta



Donna

$$R^2 = 0,88$$

A parità di configurazione d'impatto, per le donne si evidenzia una lesività più marcata, età e posizione di seduta non aggiungono informazioni

SEVERITÀ POTENZIALE: CMI

1. Analisi 'a posteriori'

- veicoli
- parametri cinematici

$$CMI = \frac{\Delta V}{V_{r-\Delta V}}$$

2. Analisi 'a priori'

- configurazione d'impatto
- Infrastrutture

$$CMI = \frac{\gamma_1 \gamma_2 (1 + \varepsilon_i)}{(\gamma_2 + \gamma_1 R_m)}$$

SEVERITÀ POTENZIALE: CMI

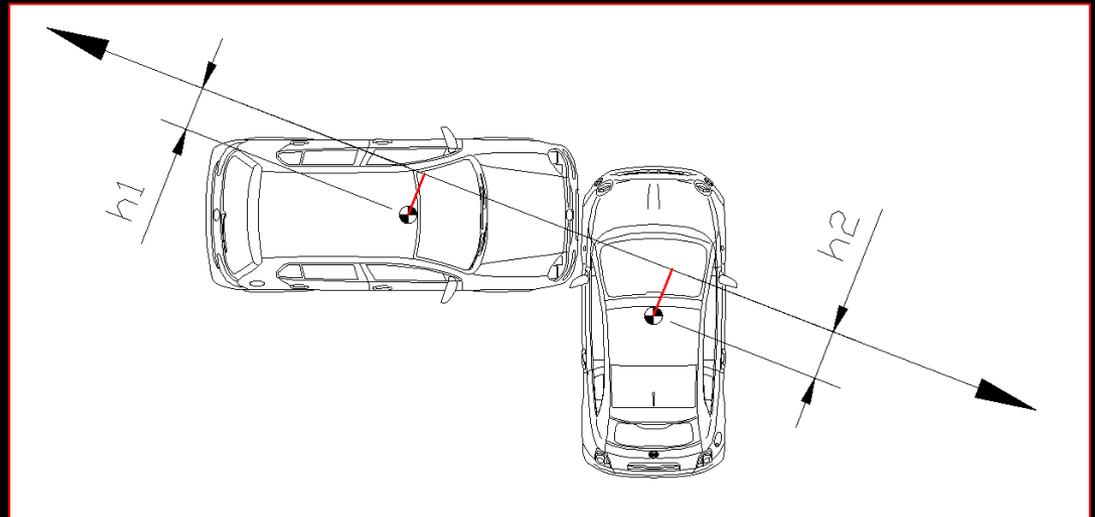
$$|\Delta V_1| = \frac{1}{m_1} \sqrt{2E_d m_c^* \frac{(1+\varepsilon_i)}{(1-\varepsilon_i)}}$$

$$m_c^* = \frac{m_1 \gamma_1 m_2 \gamma_2}{m_1 \gamma_1 + m_2 \gamma_2}$$

$$V_{cPDOF} = \frac{1}{(1+\varepsilon) m_c} \sqrt{2E_d m_c^* \frac{(1+\varepsilon_i)}{(1-\varepsilon_i)}}$$

$$CMI = \frac{\gamma_1 \gamma_2 (1+\varepsilon_i)}{(\gamma_2 + \gamma_1 R_m)}$$

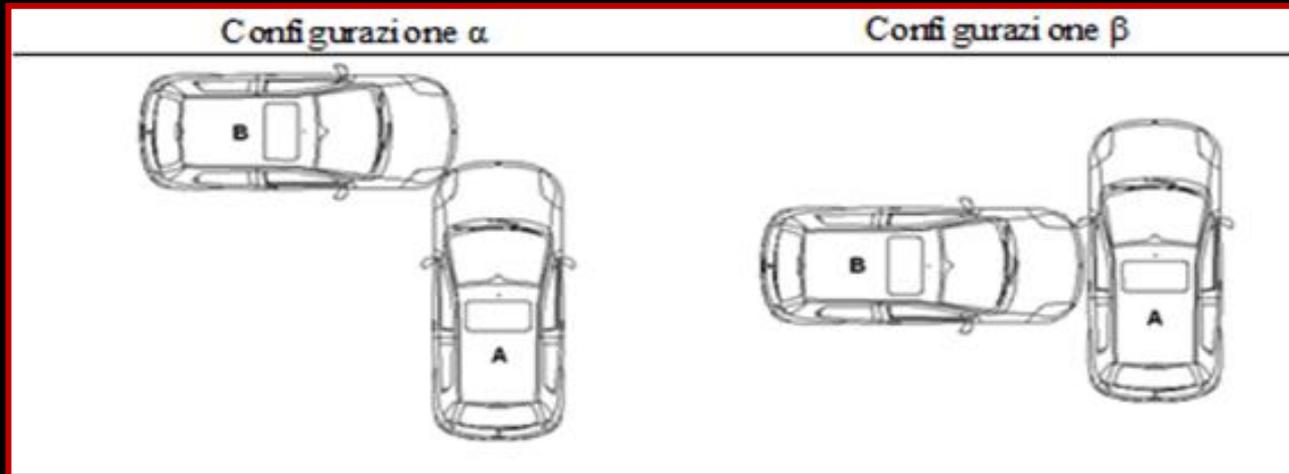
$$\gamma = \frac{k^2}{k^2 + h^2}$$



Schematica di un urto frontale – laterale con rappresentazione della distanza (h) tra il baricentro del veicolo e la retta di azione dell'impulso

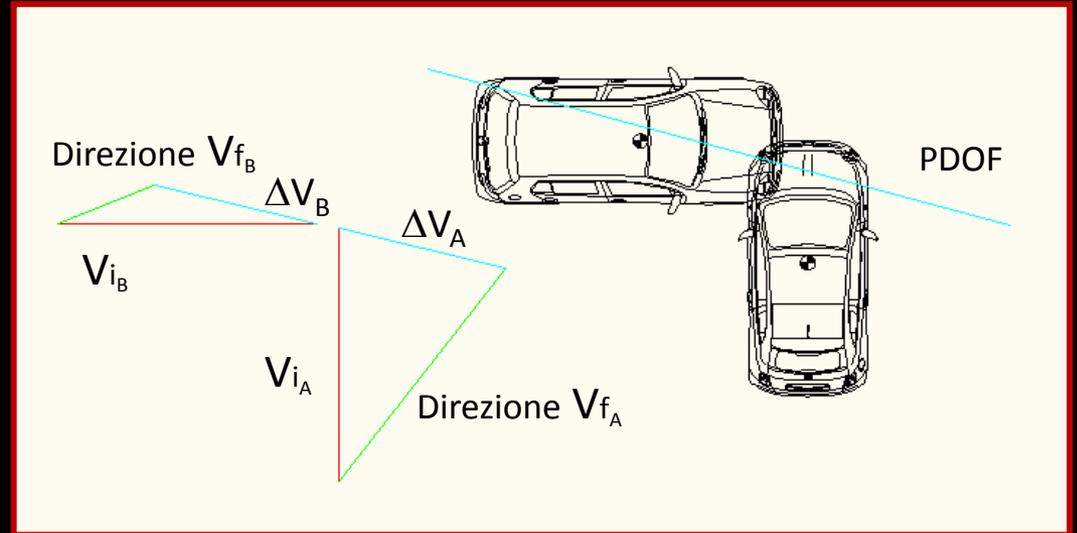
SIMULAZIONI: PRO IMPACT 6.0

1. Due diverse configurazioni d'urto (diversa eccentricità)
2. Veicoli analoghi
3. Velocità di arrivo all'urto diverse per i due veicoli



SIMULAZIONI: case number 1

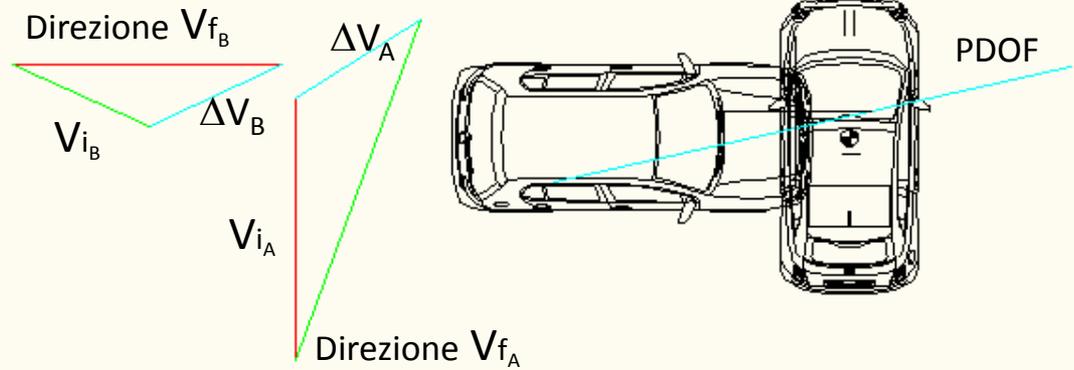
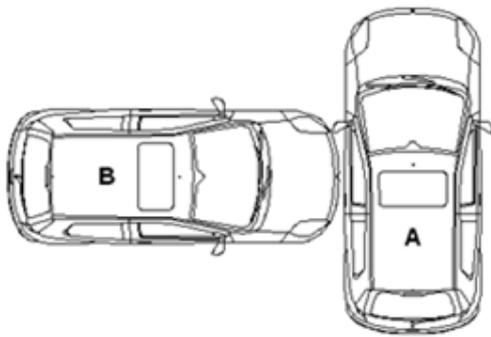
Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
1	α	35	35	22.6	23.1	49.5	0.46	0.47



SIMULAZIONI: case number 2

Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
2	β	35	35	18.6	19.3	49.5	0.38	0.39

Configurazione β

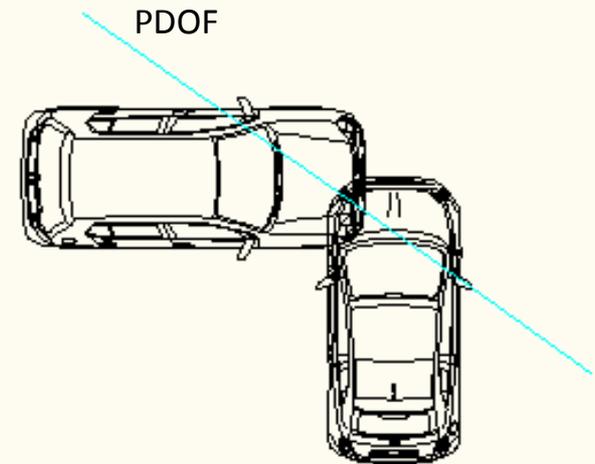
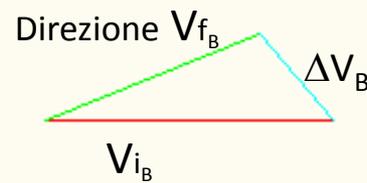
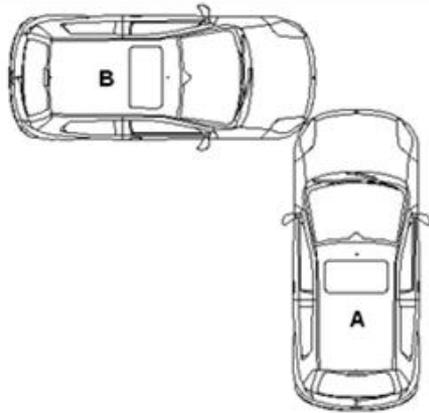


Veicoli in movimento con uguale velocità di marcia:
configurazione α meno eccentrica della configurazione β

SIMULAZIONI: case number 3

Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
3	α	0	35	14.1	13.9	35	0.4	0.4

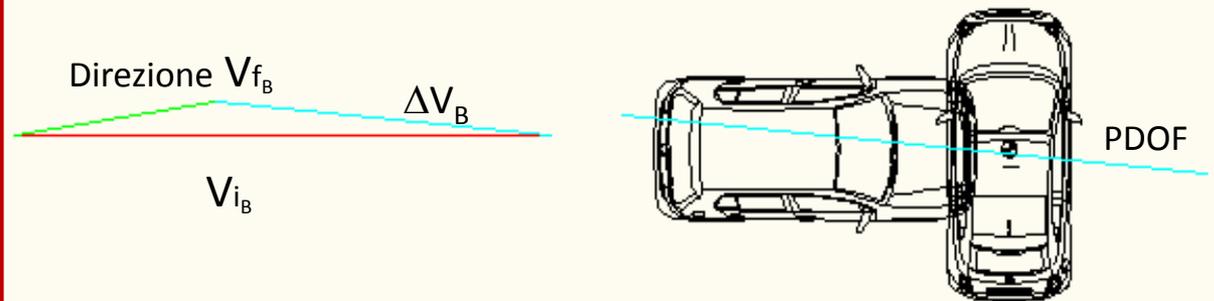
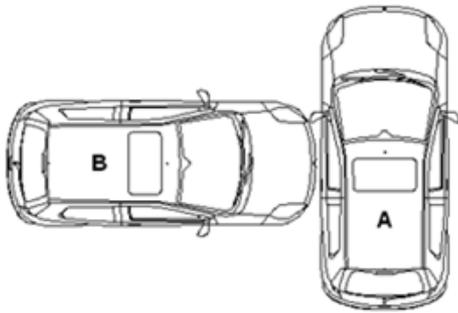
Configurazione α



SIMULAZIONI: case number 4

Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
4	β	0	35	20.5	22	35	0.56	0.62

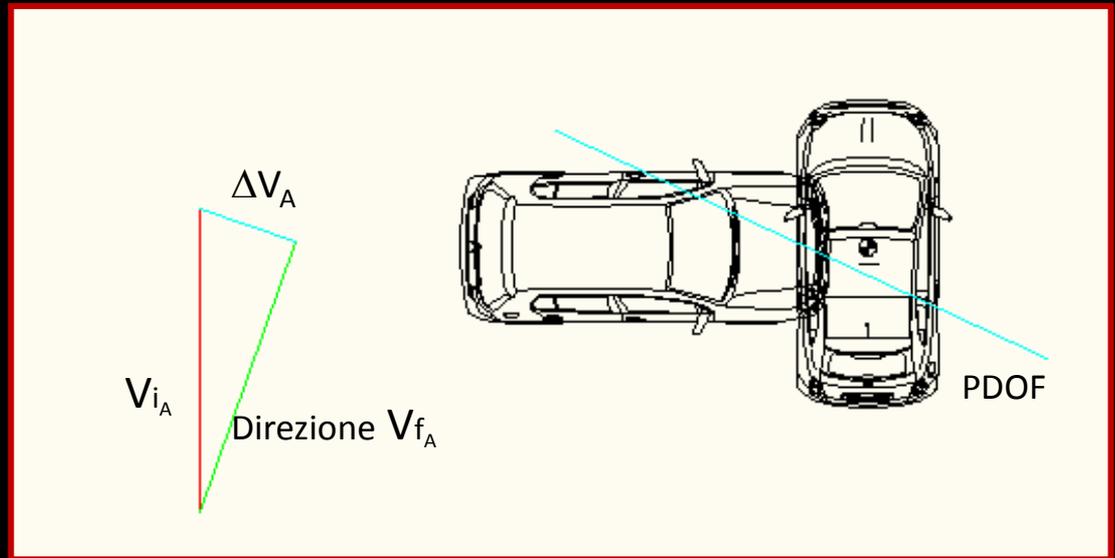
Configurazione β



Veicolo fermo in entrambe le configurazioni:
configurazione β meno eccentrica della configurazione α

SIMULAZIONI: case number 5

Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
5	β	35	12	11.7	12.5	37	0.31	0.34

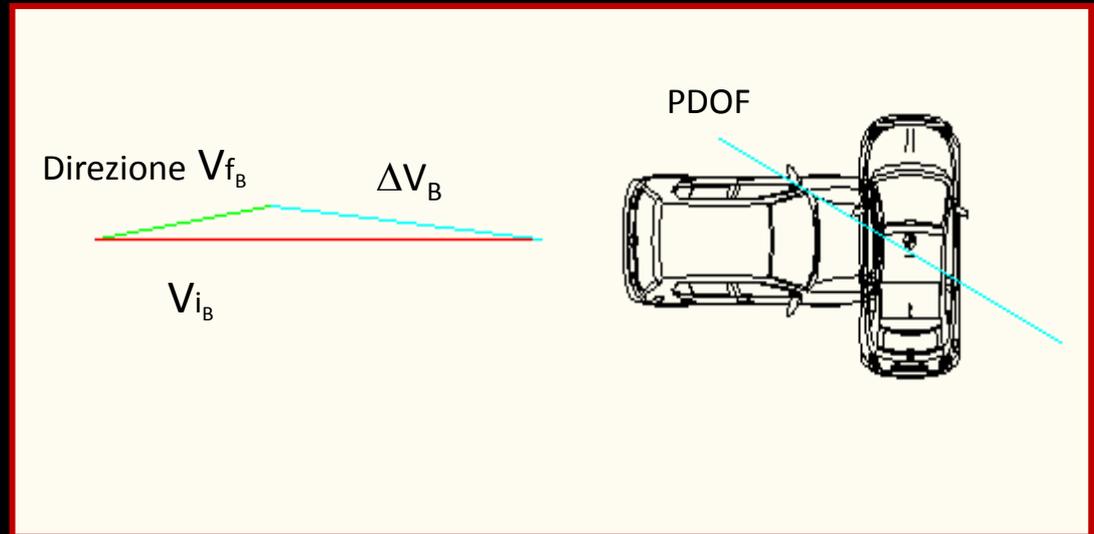


Attivazione di un sistema ADAS per il veicolo B:

Non viene evitato l'impatto ma, a differenza dei casi 1 e 3, si riduce la velocità $V_{imp} = 12 \text{ km/h}$

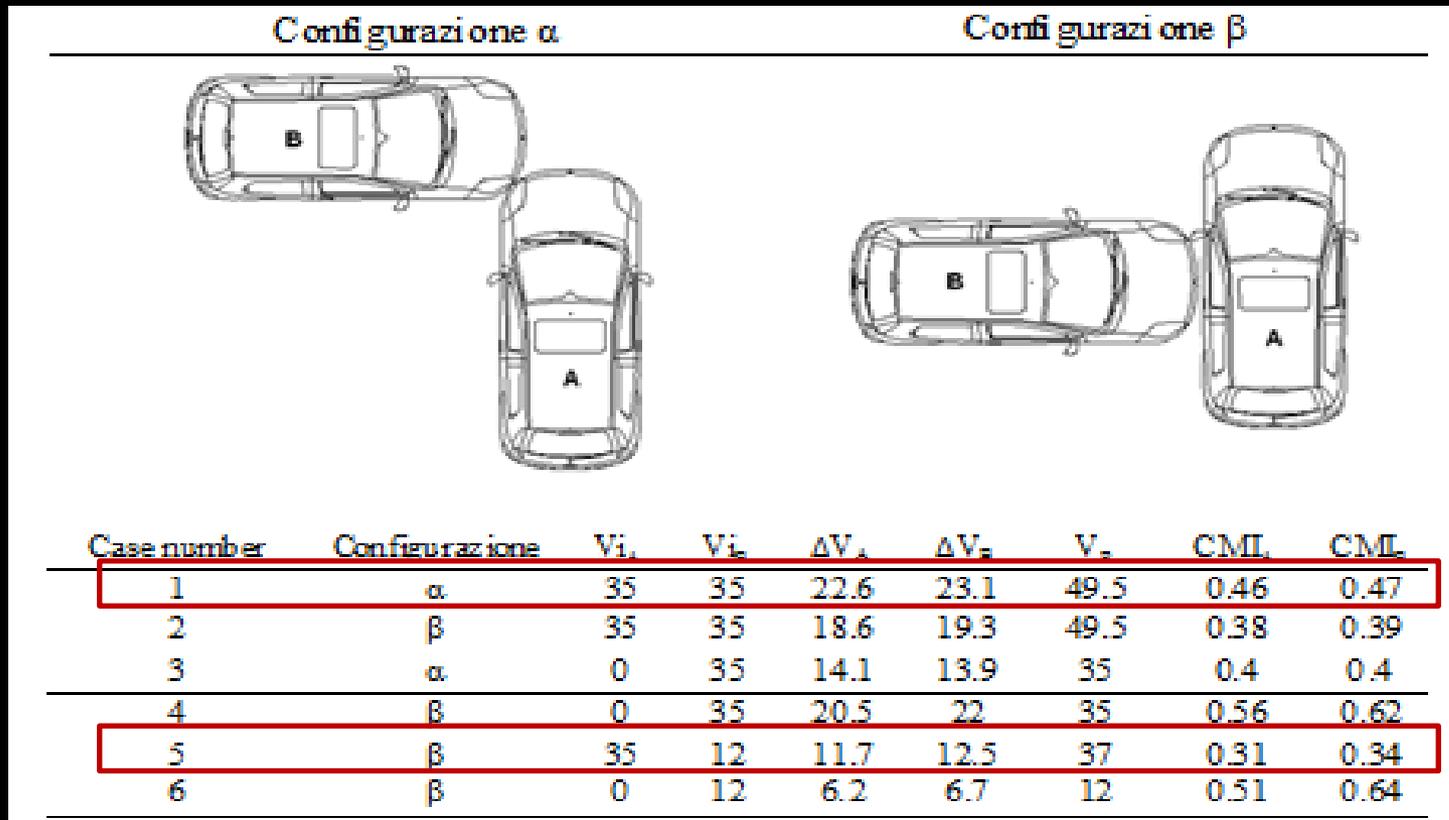
SIMULAZIONI: case number 6

Case number	Configurazione	V_{iA}	V_{iB}	ΔV_A	ΔV_B	V_R	CMI_A	CMI_B
6	β	0	12	6.2	6.7	12	0.51	0.64



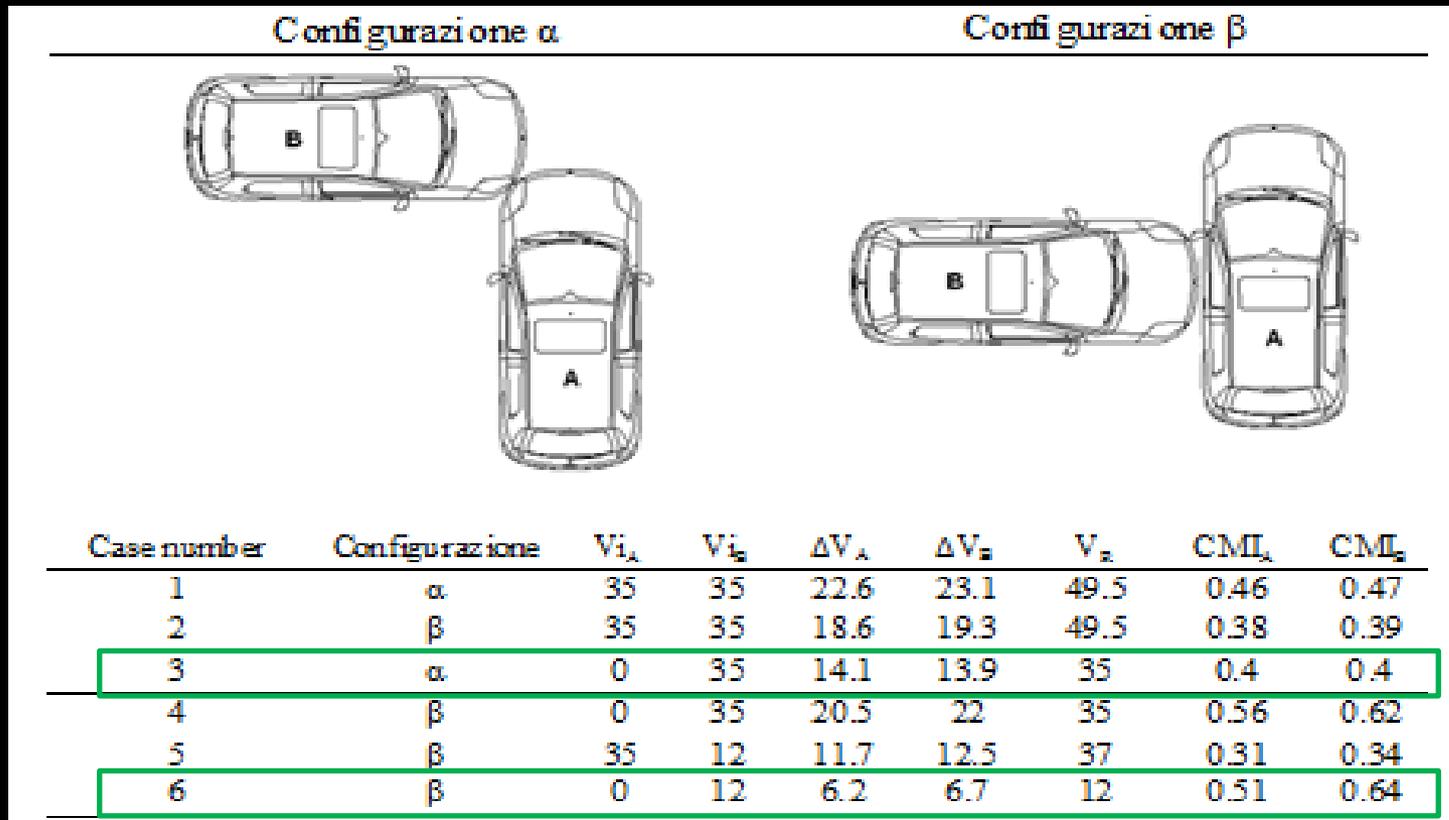
Attivazione di un sistema ADAS per il veicolo B:
Non viene evitato l'impatto ma, a differenza dei casi 1 e 3, si riduce la velocità
 $V_{imp} = 12 \text{ km/h}$ → si passa da configurazione α a configurazione β

SIMULAZIONI: CONSIDERAZIONI



Dal confronto tra i casi 1 e 5 (con veicoli in movimento) l'attivazione dell'ADAS determina un impatto potenzialmente meno severo (urto meno eccentrico)

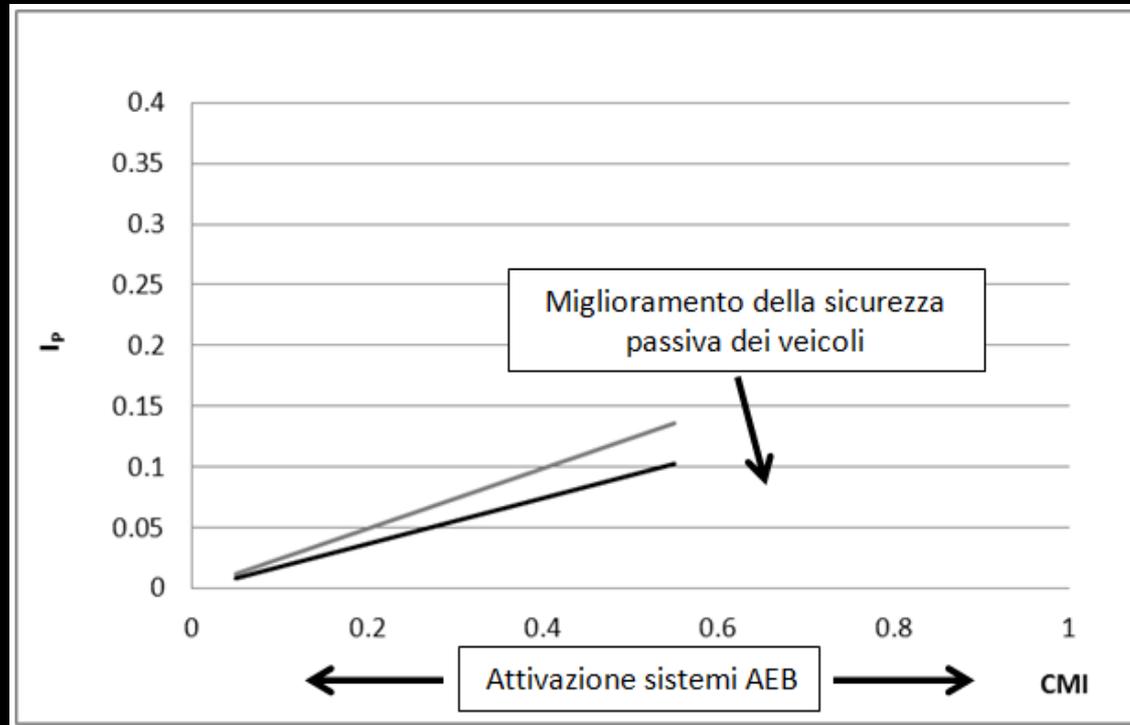
SIMULAZIONI: CONSIDERAZIONI



Dal confronto tra i casi 3 e 6 (con veicolo fermo) l'attivazione dell'ADAS determina un impatto potenzialmente più severo (urto più eccentrico)

SIMULAZIONI

Al variare della configurazione d'impatto, quindi dell'eccentricità non si ottengono sempre riduzioni di CMI



CONCLUSIONI

Crash Momentum Index: indice sintetico per valutare la severità d'impatto e la potenzialità lesiva

1. Analisi 'a posteriori': VALUTAZIONE PRESTAZIONI DEI VEICOLI
VALUTAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE

2. Analisi 'a priori': STRUMENTO DI PREVISIONE

Nota la severità di un incidente permette di ottenere una stima della potenzialità lesiva

CONGRUENZA CON LE LESIONI RIPORTATE IN UN INCIDENTE REALE