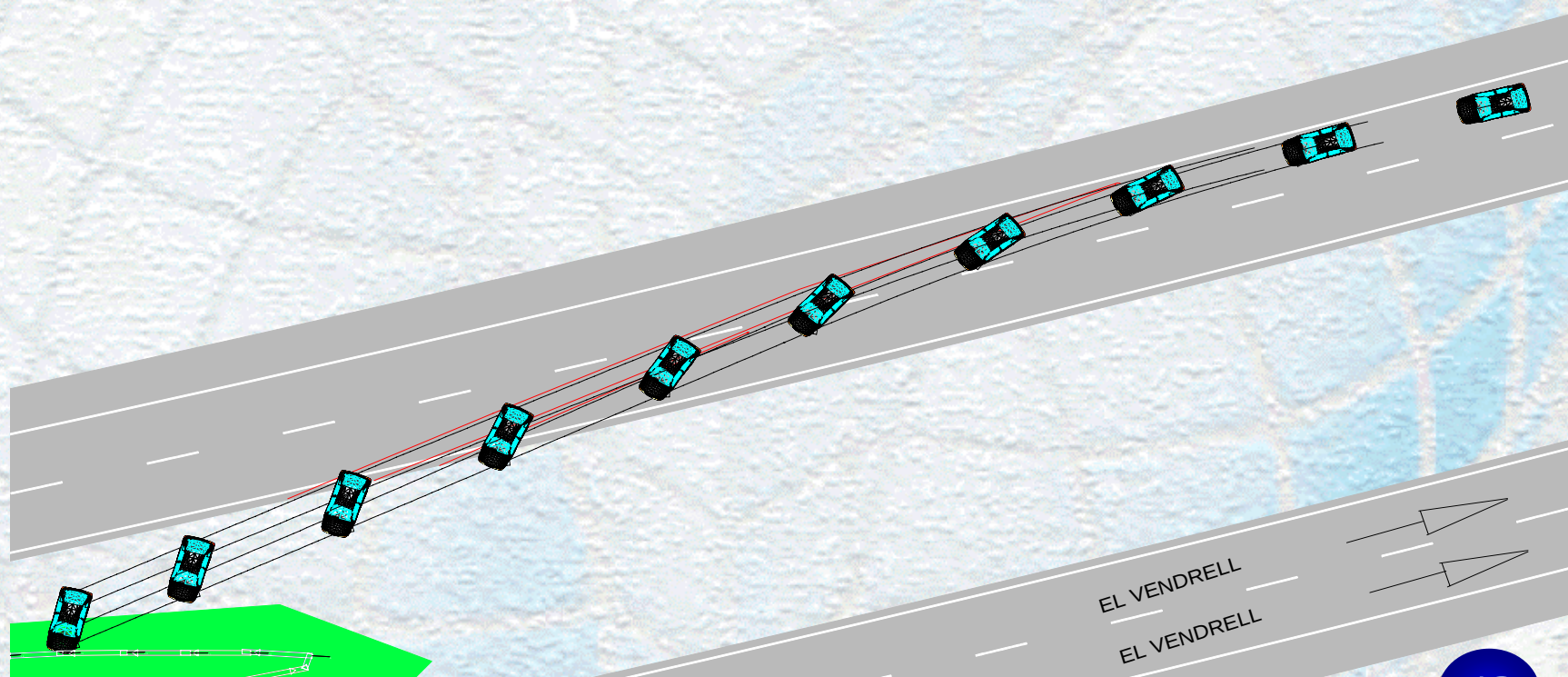


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

TRAYECTORIA SEGUI DA POR EL TURISMO DE HABER CIRCULADO INICIALMENTE A 130 KM/H

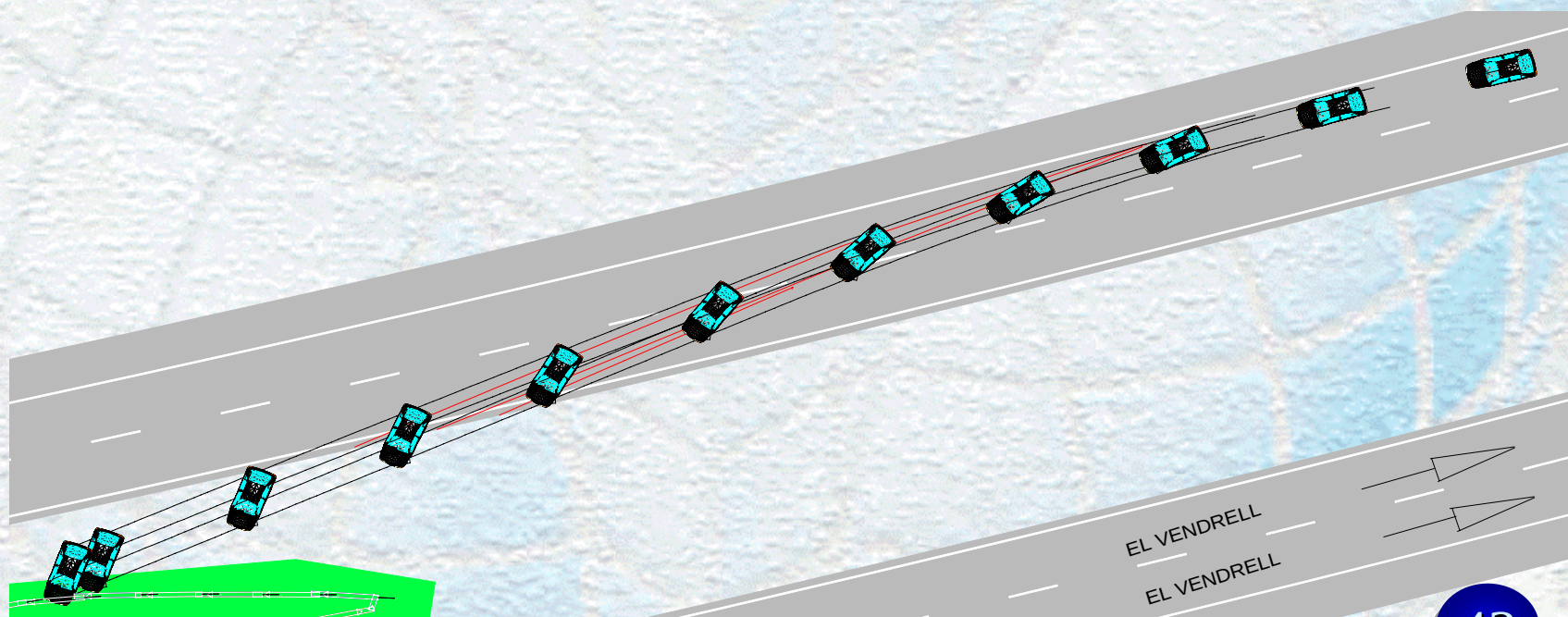


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

TRAYECTORIA SEGUI DA POR EL TURISMO DE HABER CIRCULADO INICIALMENTE A 140 KM/H

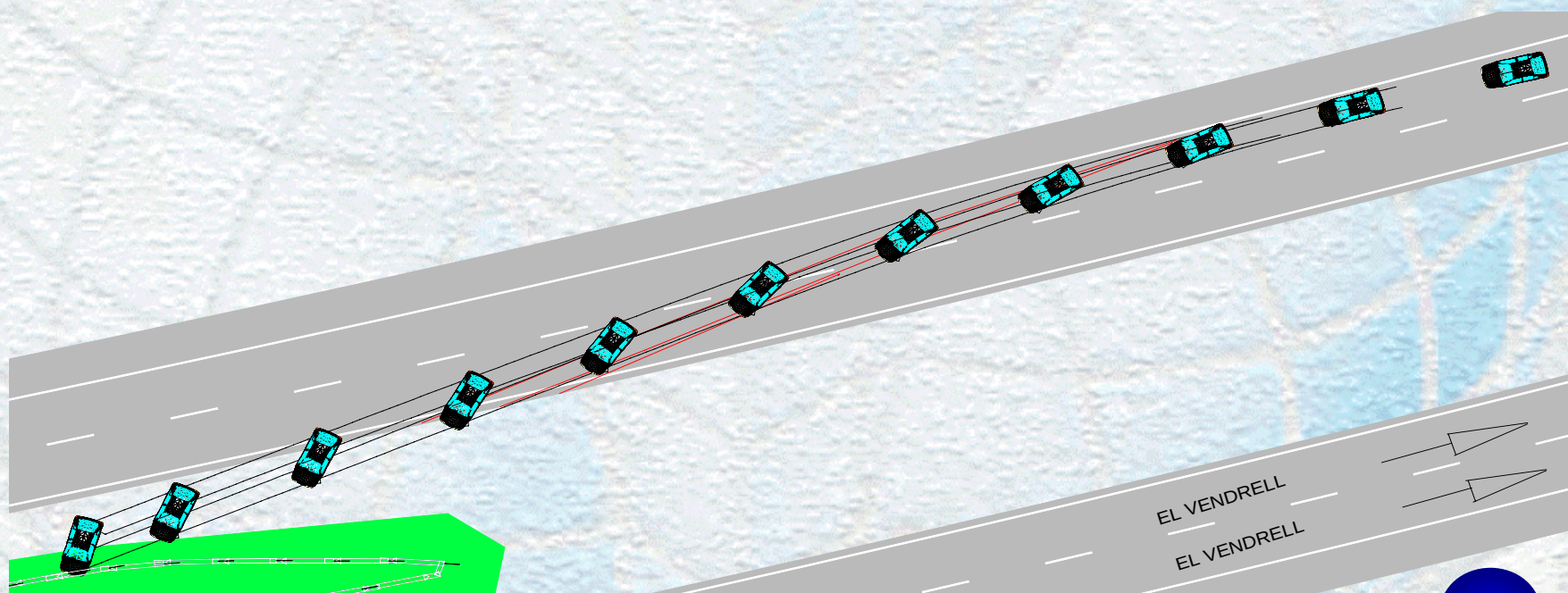


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

TRAYECTORIA SEGUI DA POR EL TURISMO DE
HABER CIRCULADO INICIALMENTE A 150 KM/H

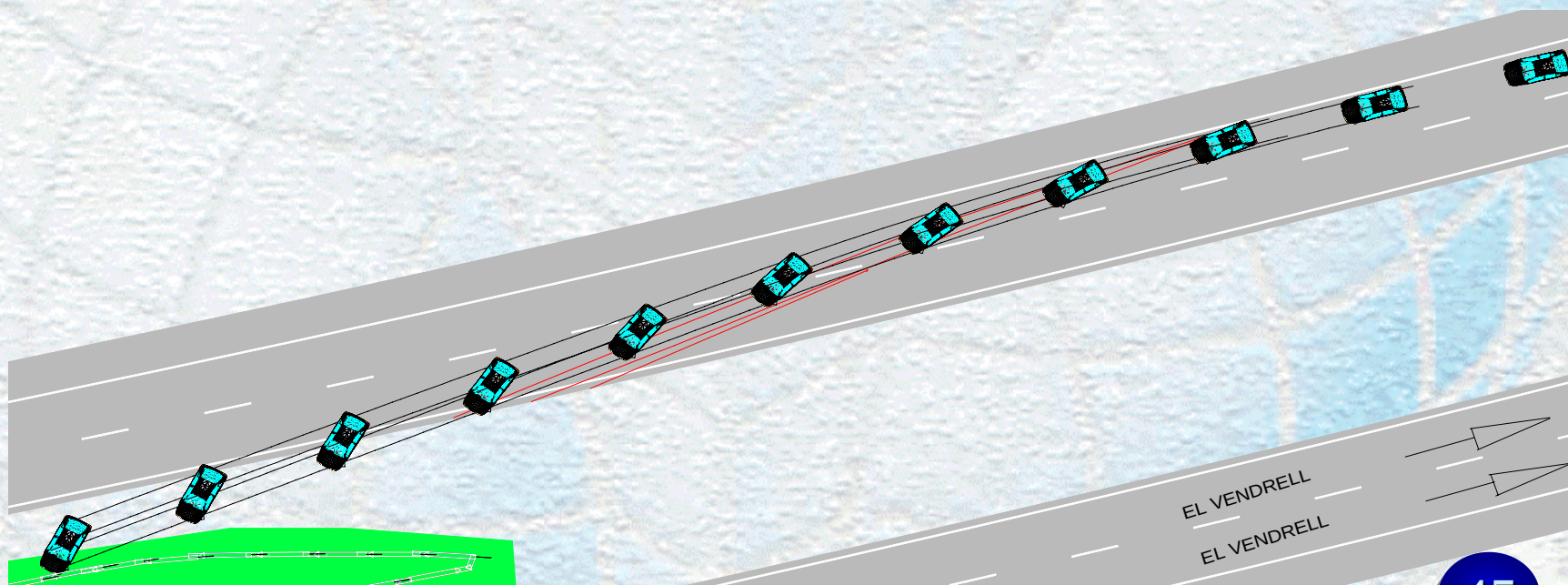


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

TRAYECTORIA SEGUI DA POR EL TURISMO DE
HABER CIRCULADO INICIALMENTE A 160 KM/H

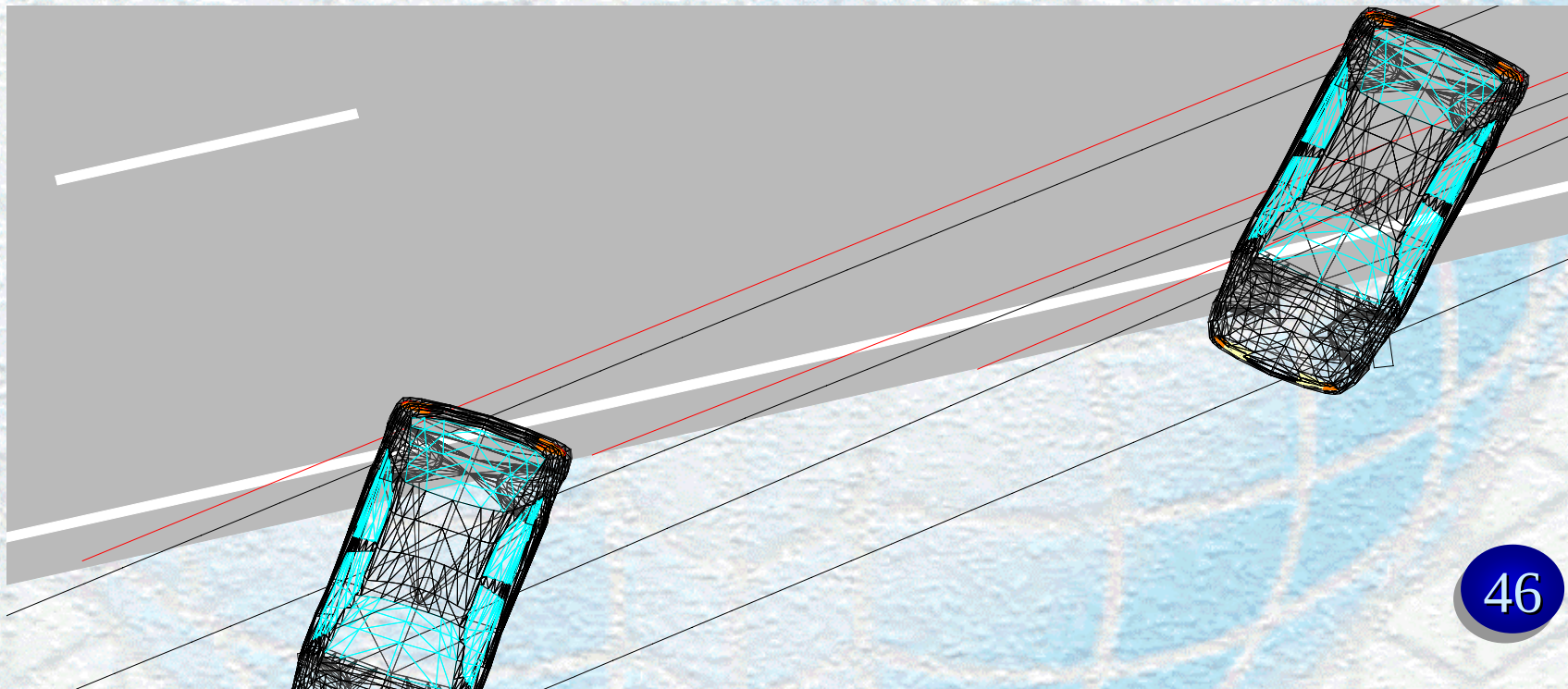


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**POSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS AL ABANDONAR
ÉSTOS LA CALZADA DE HABER CIRCULADO
INICIALMENTE A UNA VELOCIDAD DE 130 KM/ H**

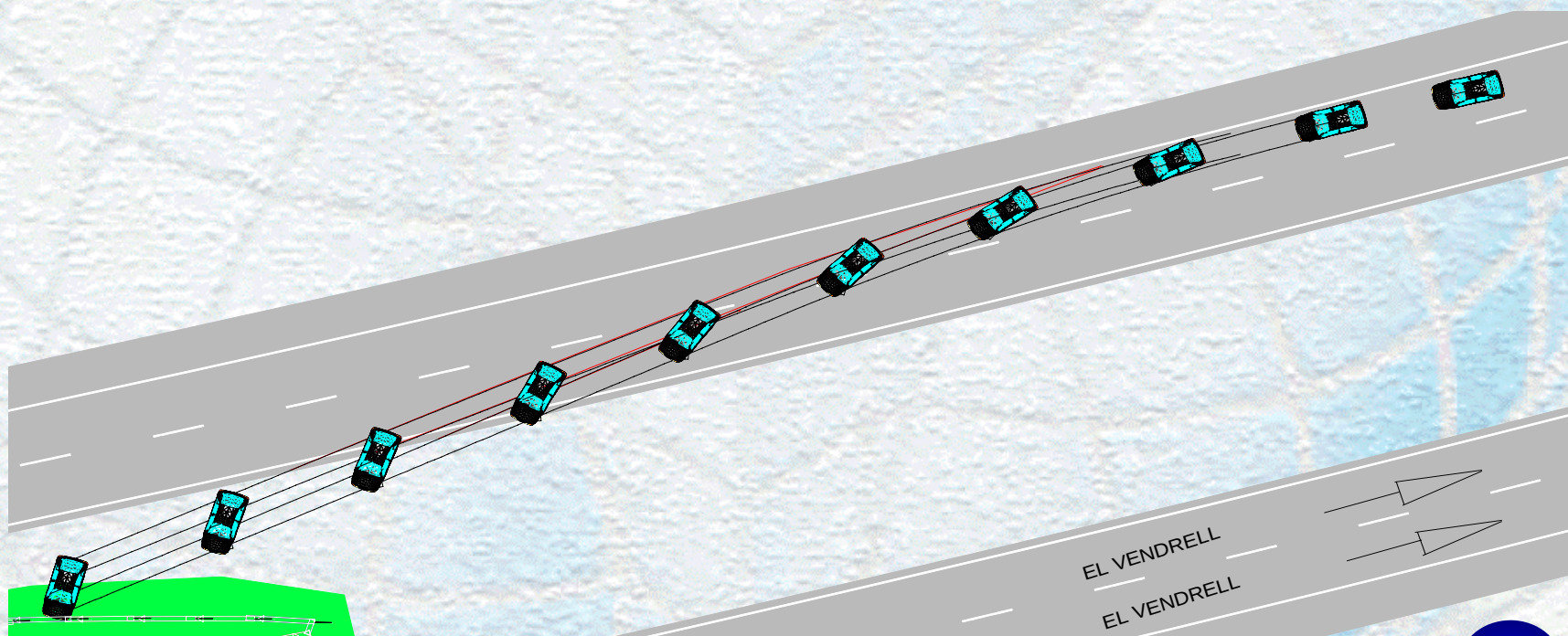


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

TRAYECTORIA SEGUI DA POR EL TURISMO DE
HABER CIRCULADO INICIALMENTE A 132 KM/H

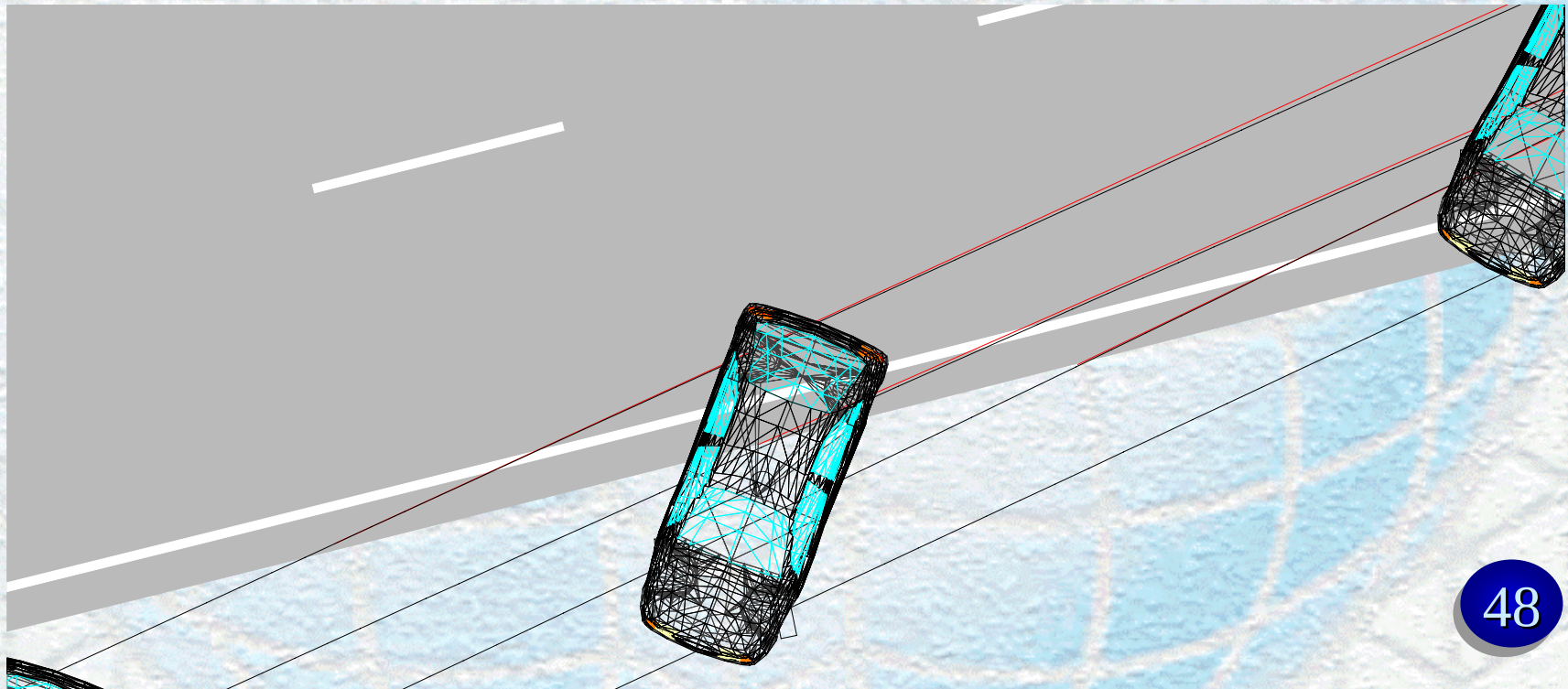


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**POSICIÓN DE LOS NEUMÁTICOS AL ABANDONAR
ÉSTOS LA CALZADA DE HABER CIRCULADO
INICIALMENTE A UNA VELOCIDAD DE 132 KM/ H**



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

SALIDA GRÁFICA DEL PROGRAMA INFORMÁTICO PC-CRASH

- Posibilita una mejor visualización de la evolución del accidente
- Facilita la comprensión de la forma en la que se produjo el accidente
- Permite observar desde distintas posiciones cómo se desarrollan los hechos

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



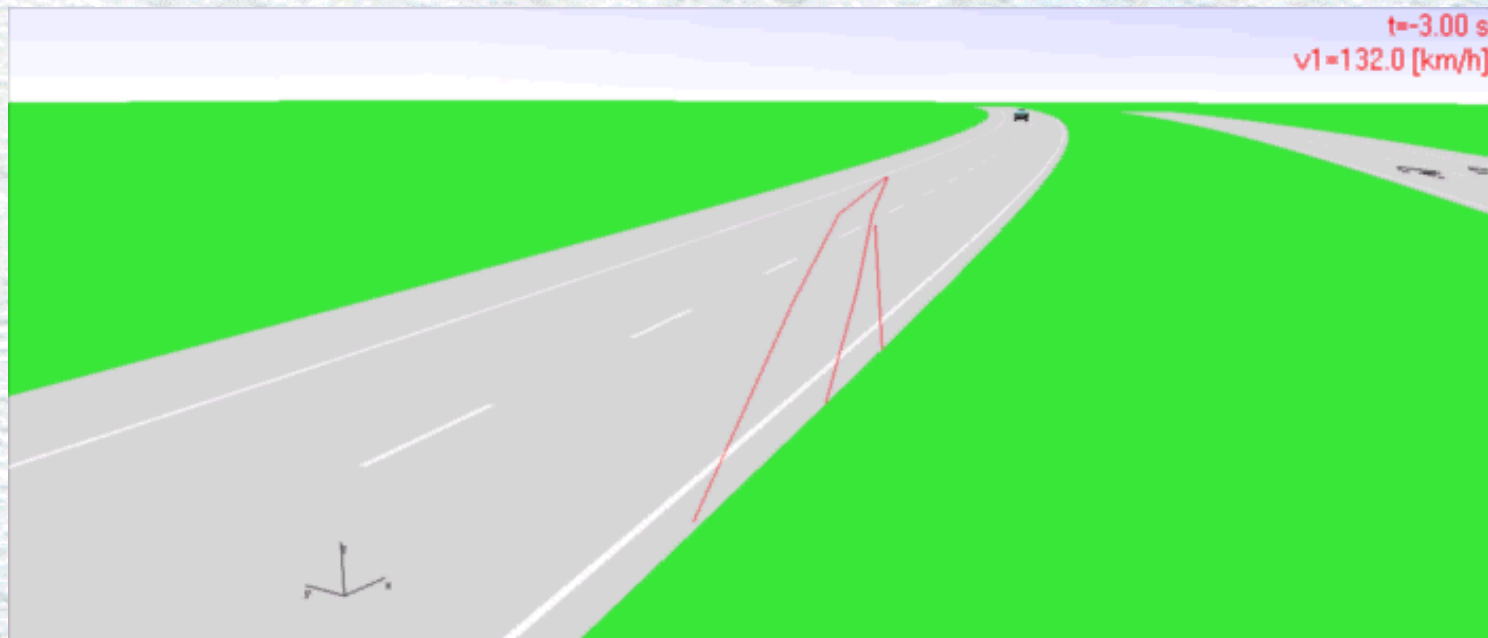
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**Cámara 1:
Observando la pérdida de control y
posterior salida de vía**

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



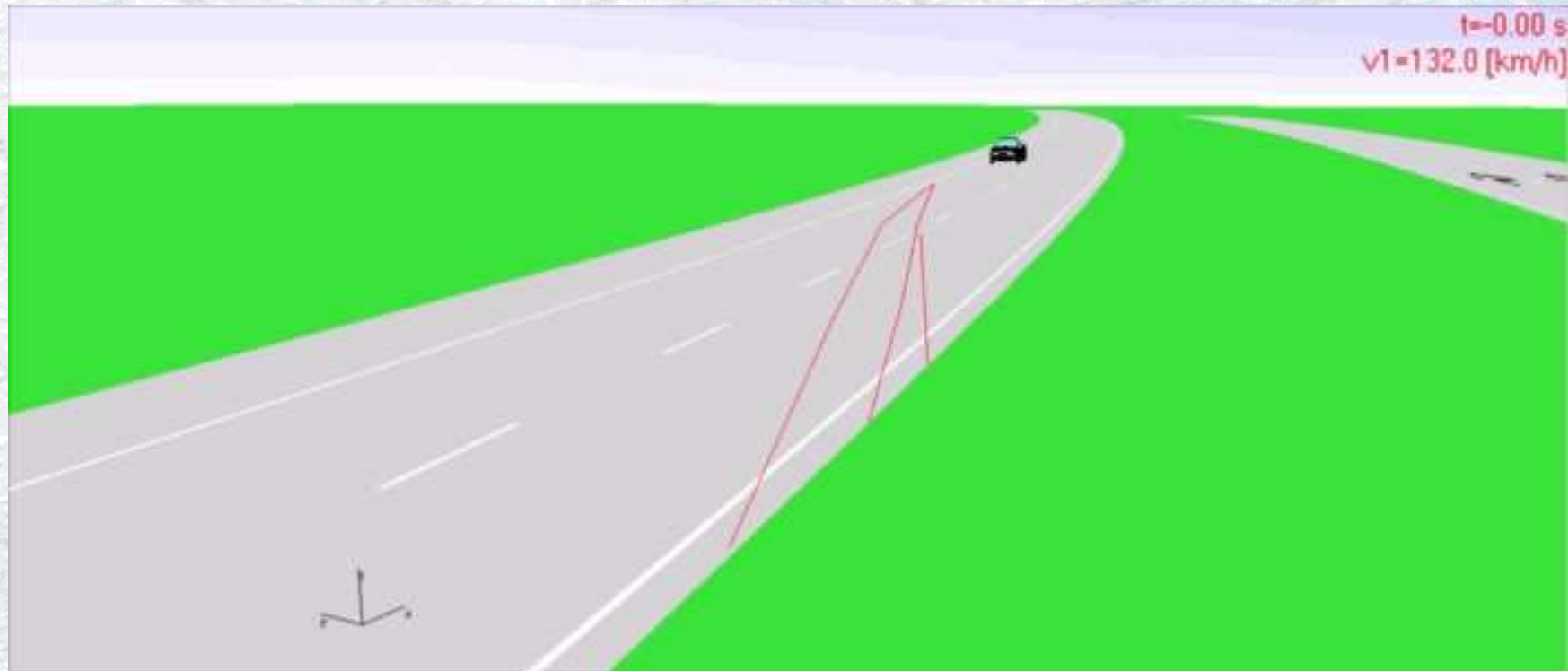
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



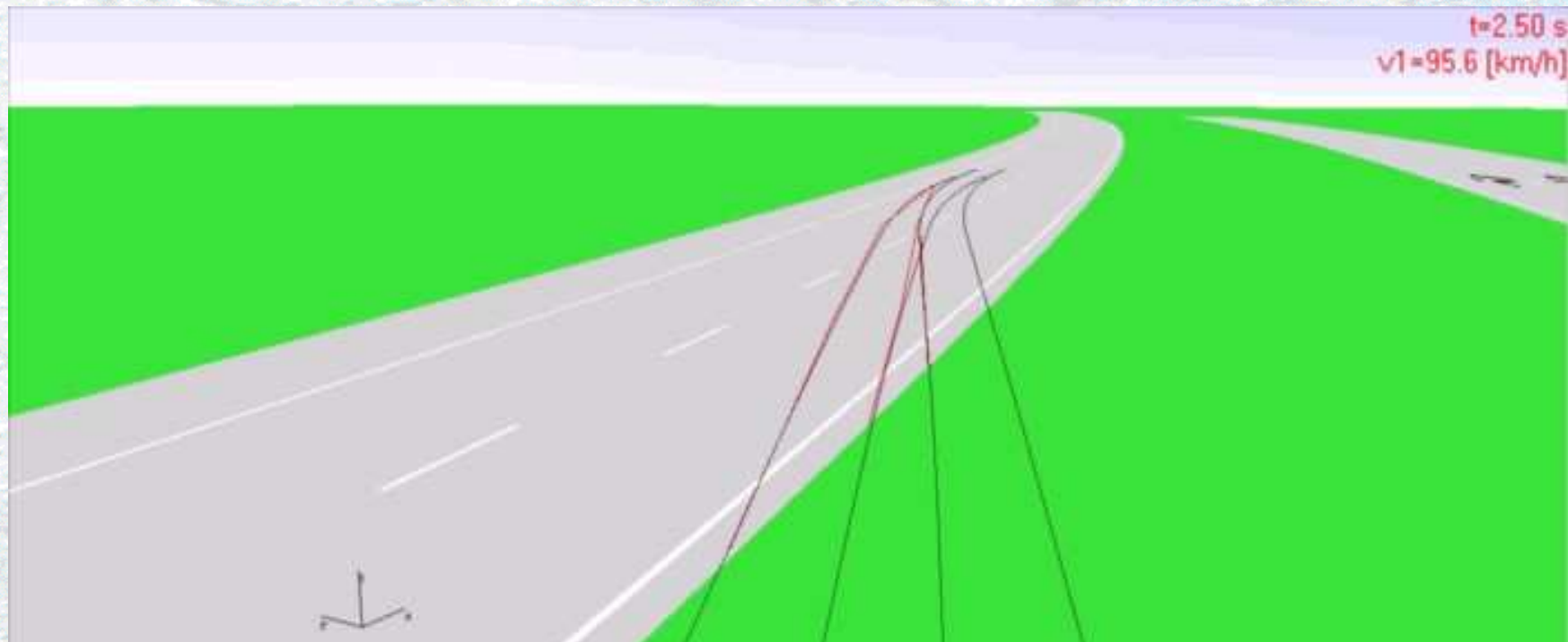
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



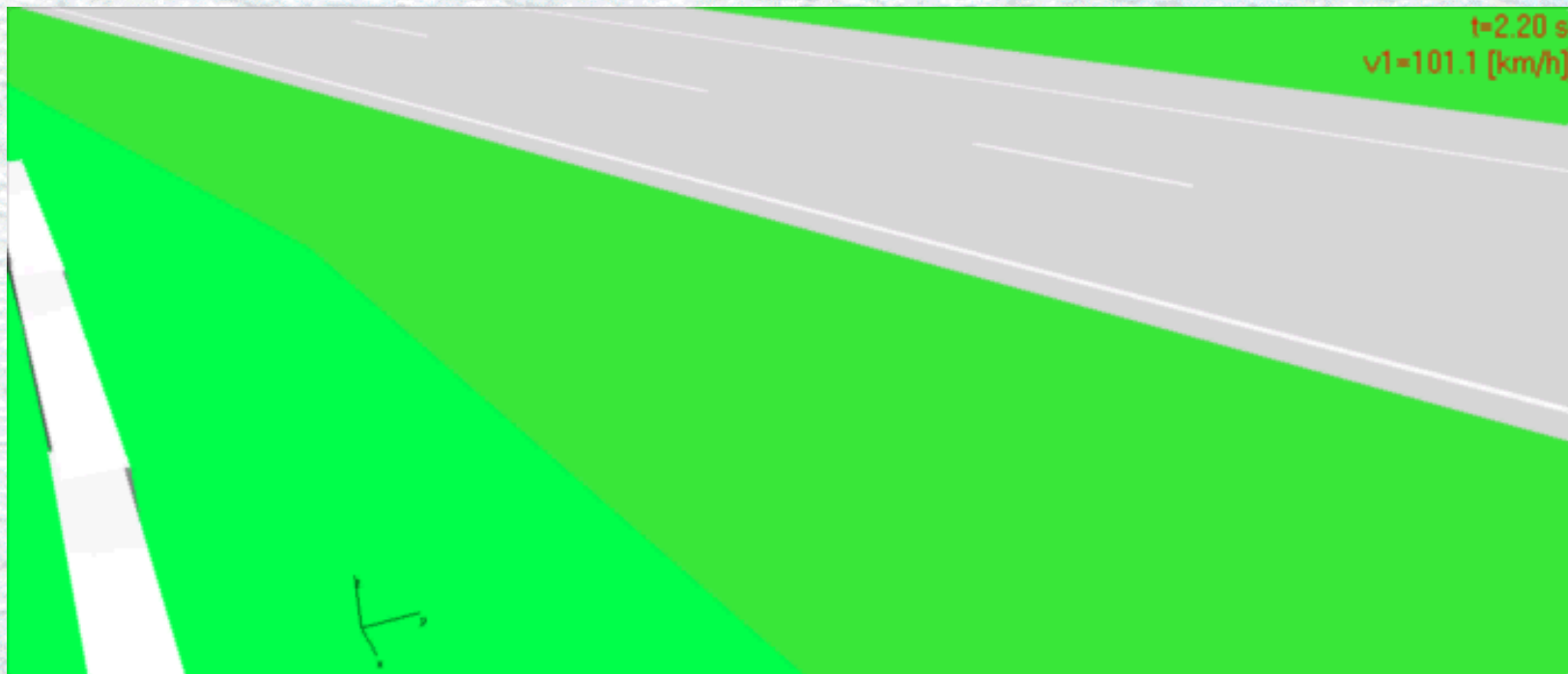
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**Cámara 2:
Observando el impacto contra la valla
metálica de protección**

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



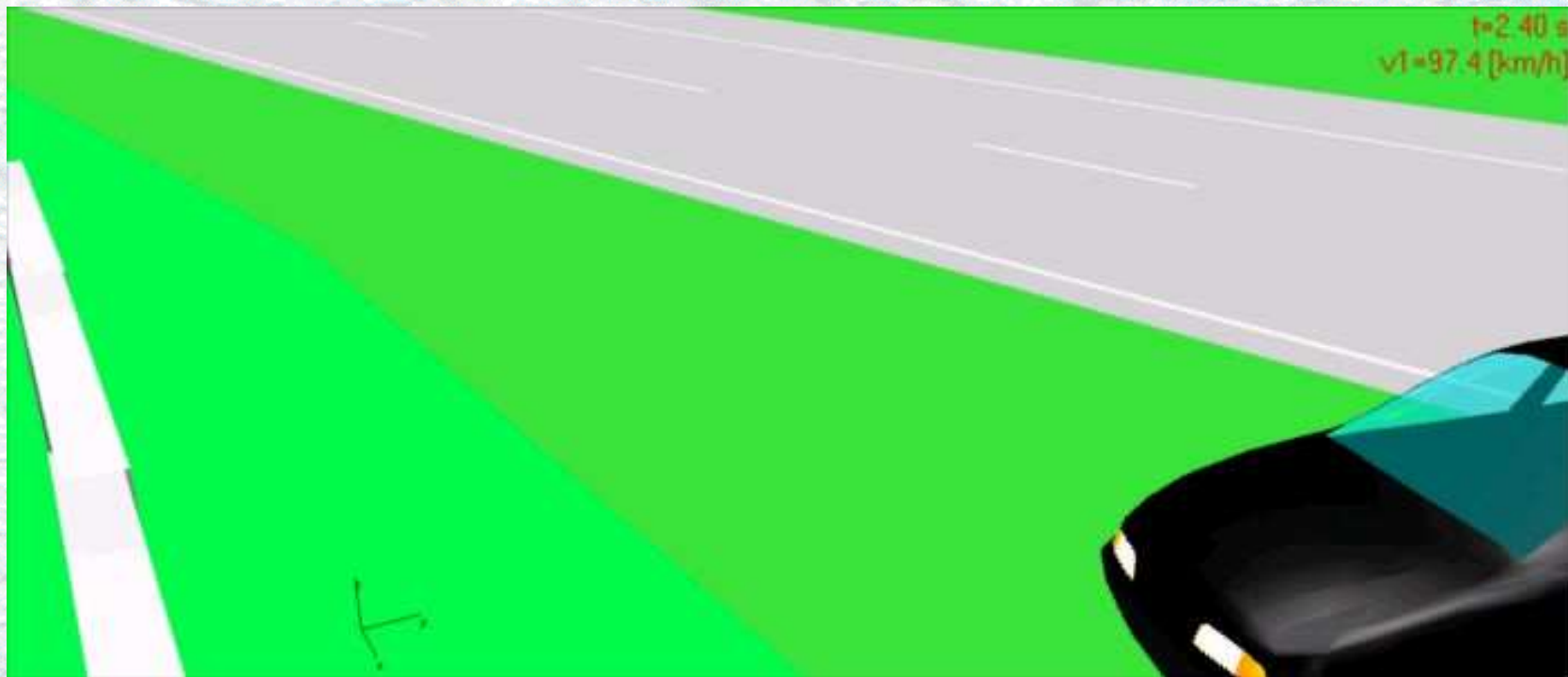
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



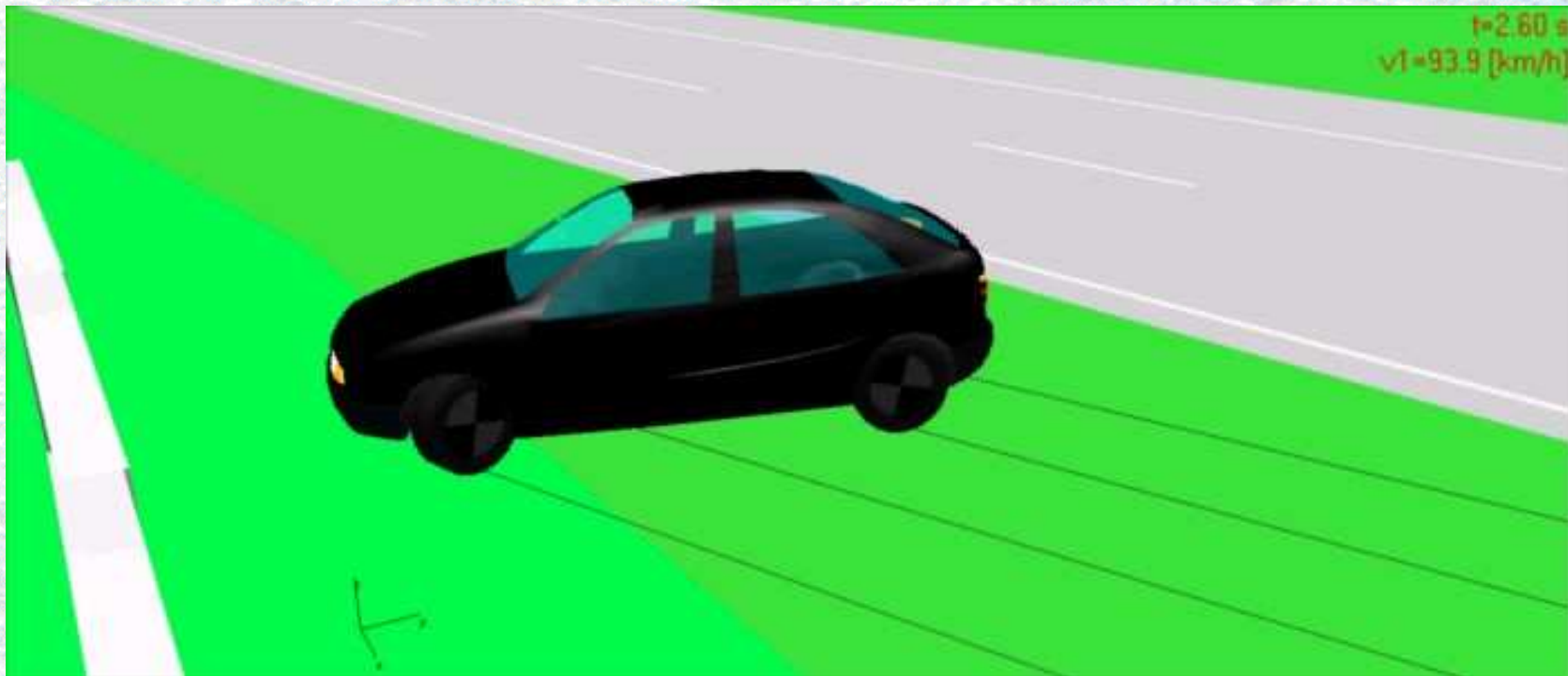
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



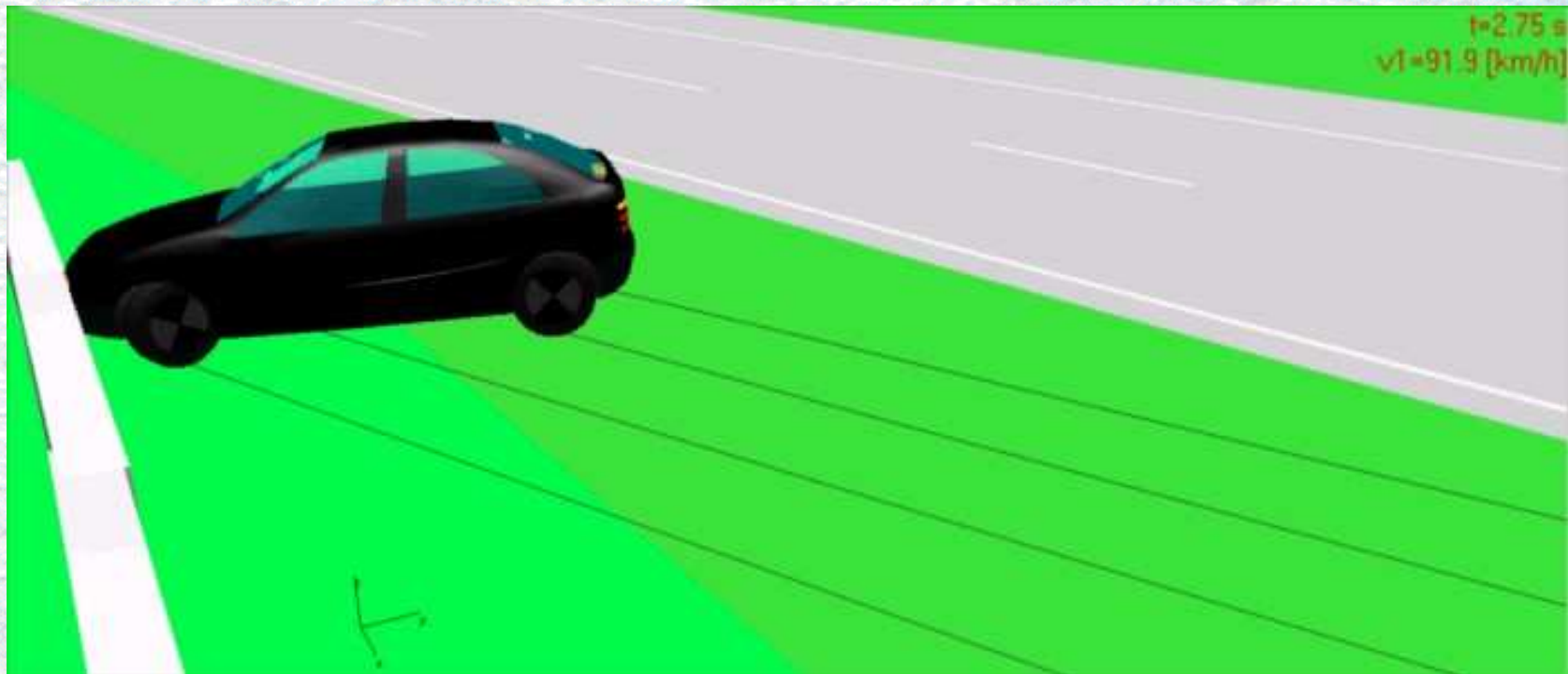
CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.





Conclusiones

- Resulta esencial disponer de una buena medición de las huellas de derrape para poder abordar este análisis.
- No basta con conocer la longitud de las huellas, sino que se requieren coordenadas de origen y final, siendo deseable también su curvatura, para determinar la trayectoria del vehículo.
- Valiosa información procede del análisis de las huellas del eje motriz, para discernir si vehículo aceleraba o frenaba.

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Conclusiones

- Para el análisis físico del proceso herramientas informáticas resultan de gran ayuda:
- Incorporan modelos matemáticos que contemplan las inercias del vehículo y la acción de sus sistemas de dirección, suspensión, frenado, interacción neumáticos/firme.
- Permiten variar principales parámetros y simular numerosas hipótesis, observando cómo se modifica el comportamiento del vehículo ...
- Hasta llegar a encontrar solución compatible con las huellas, los daños del vehículo y su posición final.

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

■ EJEMPLO DE APLICACIÓN 2:

Análisis de Accidentes en los que se ven
implicados Vehículos de 2 Ruedas

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Ejemplo 2: Conocido el resultado ...



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Ejemplo 2: ... ¿Podemos conocer el origen?



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Ejemplo 2: Comparemos con resultados de Crash Tests



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

■ Ejemplo 2: Preparación del Ensayo



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Ejemplo 3: Video del Ensayo

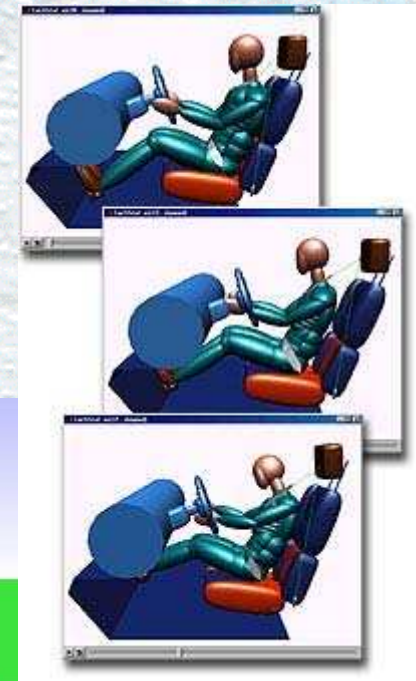


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Reconstrucción Biomecánica de Accidentes



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

■ EJEMPLO

Colisión por alcance de un turismo Citroën Xsara a un turismo Fiat Brava y éste a su vez a un turismo Ford Mondeo.

Análisis de los daños presentes en los turismos Fiat Brava y Ford Mondeo.

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**Colisión por alcance de un turismo Citroën Xsara
a un turismo Fiat Brava y éste a su vez a un Ford
Mondeo**



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

**Colisión por alcance de un turismo Citroën Xsara
a un turismo Fiat Brava y éste a su vez a un Ford
Mondeo**



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

CASO REAL



- Rotura de paragolpes (señalado)
- Ligero desenganche del portón

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real



- Crash test contra barrera

Fuente: AZT (Allianz Zentrums für Technik)

Solape: 40%

EBS = 10 Km/h



- Fuente: Dr. Meleg (Investigador de Accidentes de Tráfico)

Solape: 40%

EBS = 14 Km/h

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

CASO REAL



- Deformaciones en parte frontal, localizadas en el capó

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real



- Crash test contra barrera rígida
Fuente: AZT (Allianz Zentrurn für Technik)
EBS = 13 Km/h



- Crash test contra barrera rígida
Fuente: AZT (Allianz Zentrurn für Technik)
EBS = 15 Km/h

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

CRASH TEST N° 1

- Fiat 127 (vehículo impactante); Velocidad = 25 km/h
 - Opel Kadett (vehículo impactado); Velocidad = 0 km/h
- Solape: 100%



Estado del vehículo impactado
después del Crash Test

EBS = 18 Km/h

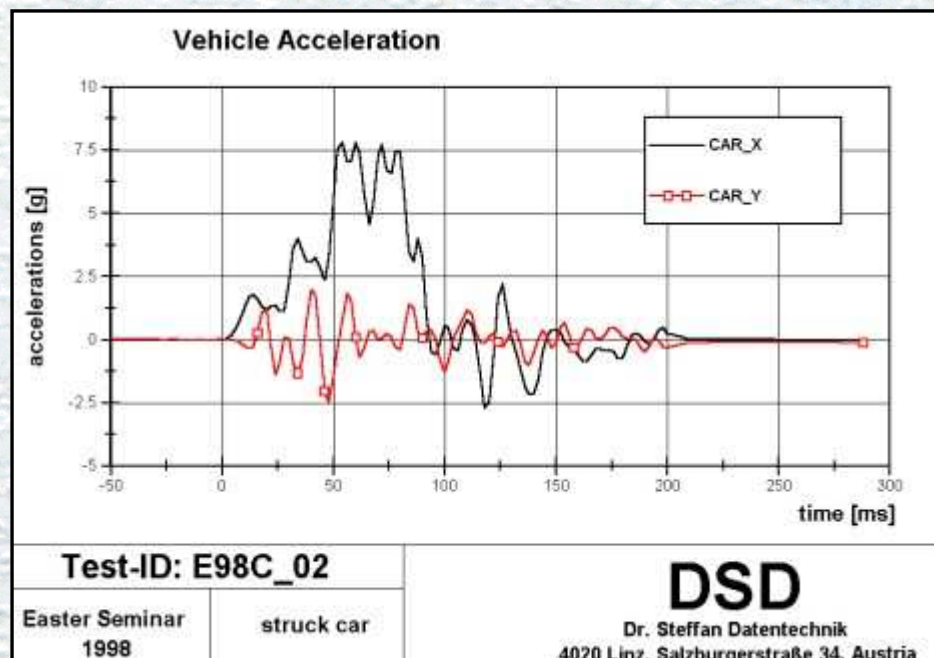
RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

Podemos afirmar que la colisión entre los turismos Ford Mondeo y Fiat Brava tuvo que producirse a una velocidad inferior a 25 km/h



Aceleración que experimentó el
vehículo impactado

Pico de aceleración = 7,5 g

Aceleración media (en los primeros 100
milisegundos) = 4 g

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

CRASH TEST N° 2

- Volvo 242 (vehículo impactante); Velocidad = 16 km/h
- BMW 318 (vehículo impactado); Velocidad = 0 km/h

Solape: 100%



Estado del vehículo impactado
después del Crash Test

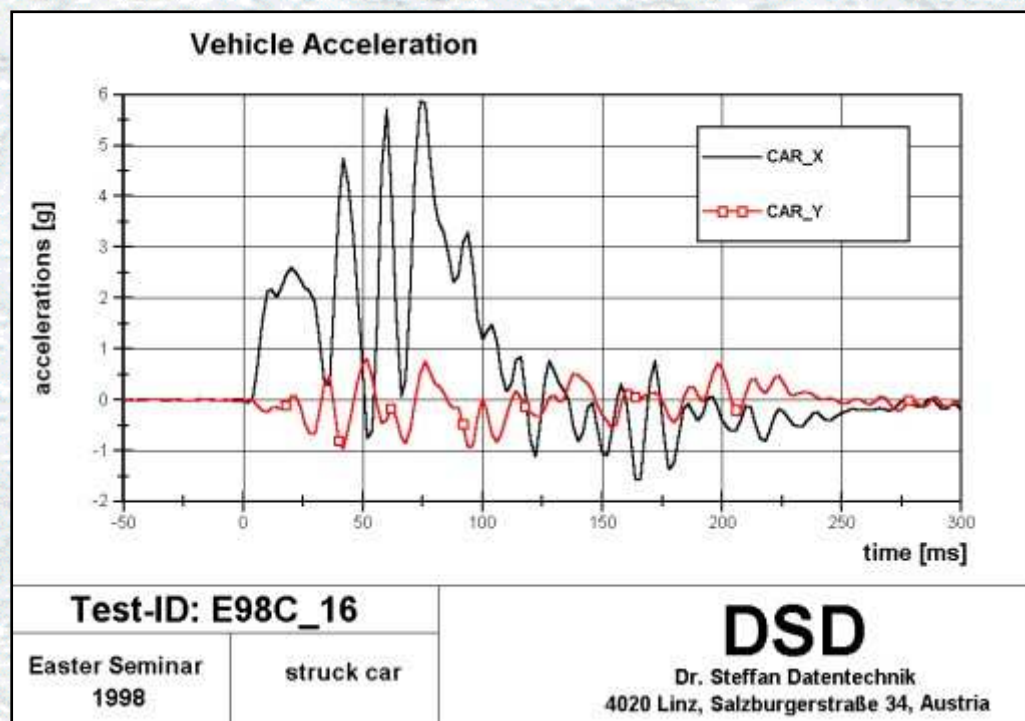
EBS = 10 Km/h

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real



Aceleración que experimentó el
vehículo impactado

Pico de aceleración = 6 g

Aceleración media (en los primeros 100
milisegundos) = 2,7 g

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Se asimila con un crash test real

Deformaciones que presentaron los vehículos ensayados/
Deformaciones que presentaron los vehículos objeto de estudio



Colisión entre Fiat Brava y Ford Mondeo tuvo que producirse a
una velocidad en torno a 16 km/h (similar al crash Test Nº2)



Se toma un rango de velocidades de colisión entre estos vehículos
comprendido entre 16 y 25 km/h, sabiendo que ésta última sería
con certeza, una velocidad máxima de colisión.



El turismo Ford Mondeo tuvo que experimentar una aceleración
media comprendida entre 2,7 y 4g

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Utilizando MADYMO

Conocemos el pulso de aceleración



Se introduce en el fichero de Madymo creado para la simulación
del movimiento del ocupante

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

■ ¿QUÉ ES MADYMO?

- MADYMO es un software que reconstruye el comportamiento dinámico de sistemas físicos centrándose en el análisis de colisiones de vehículos y analizando las lesiones sufridas por sus ocupantes.
- MADYMO permite analizar el comportamiento de los sistemas de retención sobre los ocupantes (cinturones, airbags).
- Con este software se pueden analizar las lesiones sufridas por los ocupantes en una colisión y determinar su origen.
- El manejo de este software requiere un elevado nivel de experiencia.
- Se desarrolla un interfaz entre MADYMO y PC-Crash.

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Utilizando MADYMO

Introducir Pulso de Aceleración en el fichero MADYMO

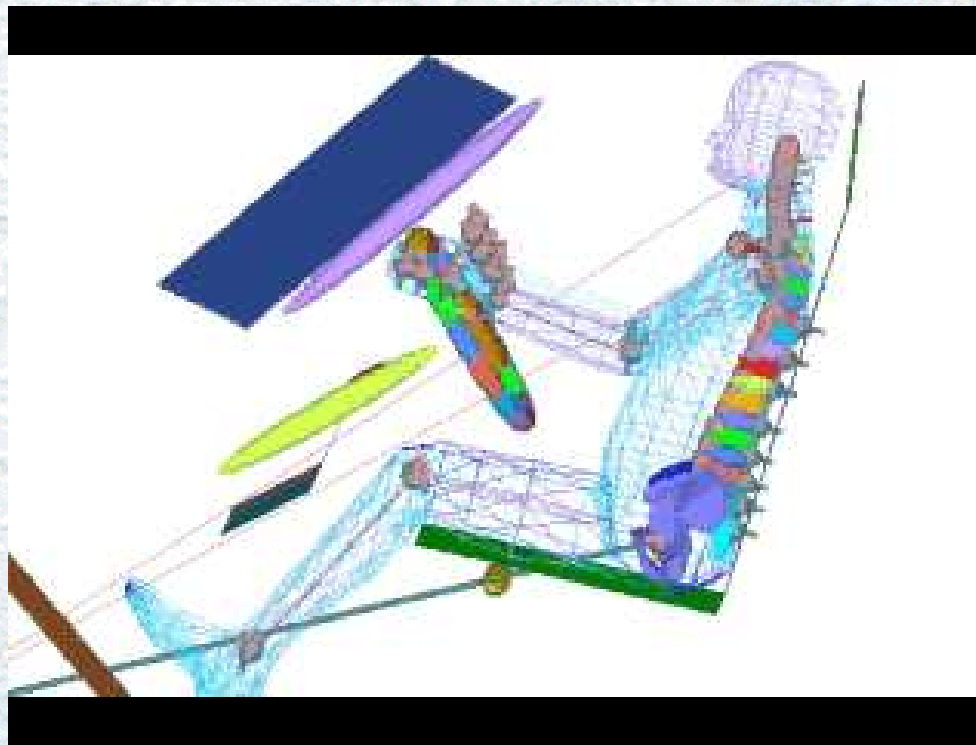


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Utilizando MADYMO

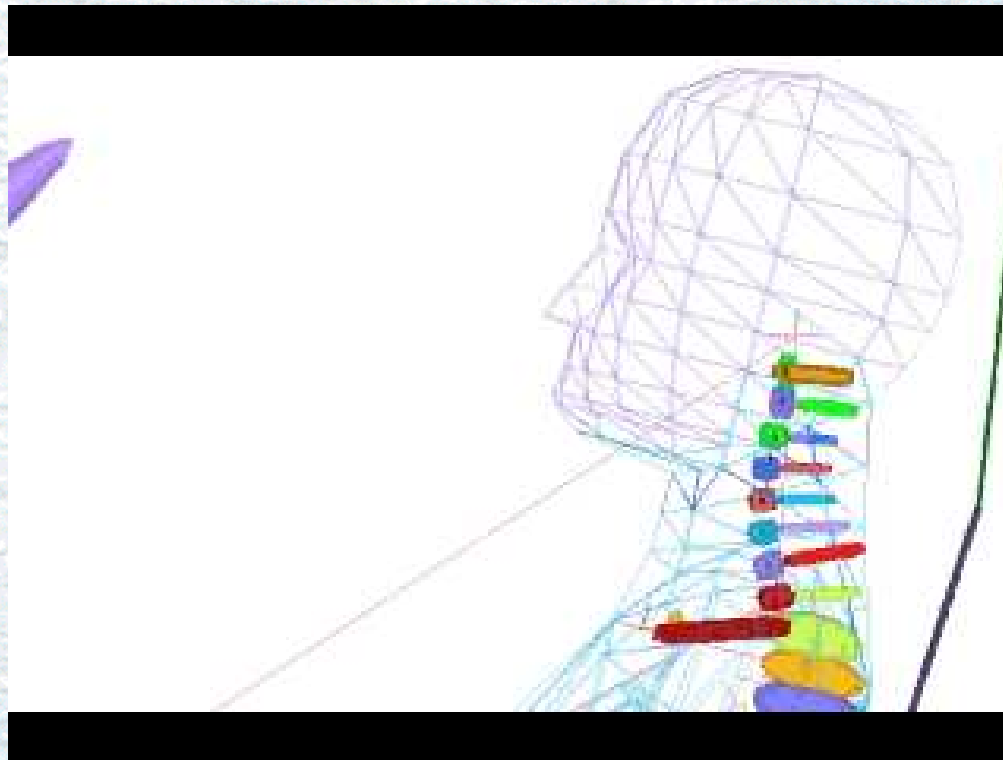


RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Utilizando MADYMO



RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

■ Parámetros NIC (m^2/s^2) y N_{km}

$$\text{NIC} = 0,2 \cdot a_{\text{rel}}(t) + (v_{\text{rel}}(t))^2$$

$a_{\text{rel}}(t)$ y $v_{\text{rel}}(t)$ entre T1 y la unión occipital

MAZ_G2_v622.peak - Bloc de notas

[Type : Injury]					
	0.0000E+00	0.10	3.0128E+01	164.10	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/3/14 (/HumanMale50%/FNICBending_inj) - NIC_FORWARD-Bending negative (N)					
[Type : Injury]					
	0.0000E+00	0.00	4.7577E+00	167.80	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/3/14 (/HumanMale50%/FNICBending_inj) - NIC_FORWARD-Bending positive (N)					
[Type : Injury]					
	0.0000E+00	0.70	2.2983E+00	221.90	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/3/1000 (/HumanMale50%/RNIC_inj) - NIC_REARWARD-Relative acceleration (m^2/s^2)					
[Type : Injury]					
	-9.0307E+00	161.10	1.4659E+01	102.30	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/1 (NTE_inj) - NIJ-NTE					
[Type : Injury]					
	0.0000E+00	0.10	5.3471E-02	167.30	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/3/12 (/HumanMale50%/FNICTension_inj) duration - NIC_FORWARD-Tension negative (N)					
[Type : duration injury]					
duration (ms)	0.0000E+00	1.00	2.5000E+02	101.00	
load (N or Nm)	0.0000E+00	101.00	4.9090E+01	1.00	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	
/3/12 (/HumanMale50%/FNICTension_inj) duration - NIC_FORWARD-Tension positive (N)					
[Type : duration injury]					
duration (ms)	0.0000E+00	1.00	2.5000E+02	101.00	
load (N or Nm)	0.0000E+00	101.00	1.6721E+02	1.00	
- identifier -----	min	time	max	time	
		(ms)		(ms)	

$$\text{NIC} = 14,659 \text{ m}^2/\text{s}^2 < 15 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

- Parámetros N/C (m^2/s^2) y N_{km}

$$N_{km}(t) = \frac{F_x(t)}{F_{int}} + \frac{M_y(t)}{M_{int}}$$

$F_x(t)$ Fuerza cortante

$M_y(t)$ Momento de flexión/extensión

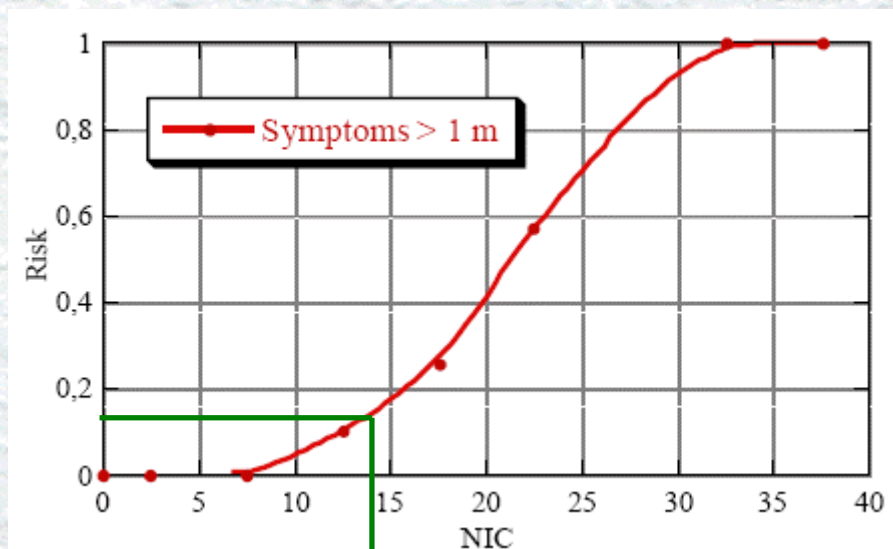
$$N_{km} = 0,177 < 0,3$$

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

VALORES DE REFERENCIA IARV (Injury Assessment Reference Value)



$$NIC = 14,659 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Evitar lesiones en el
cuello asociadas a
whiplash



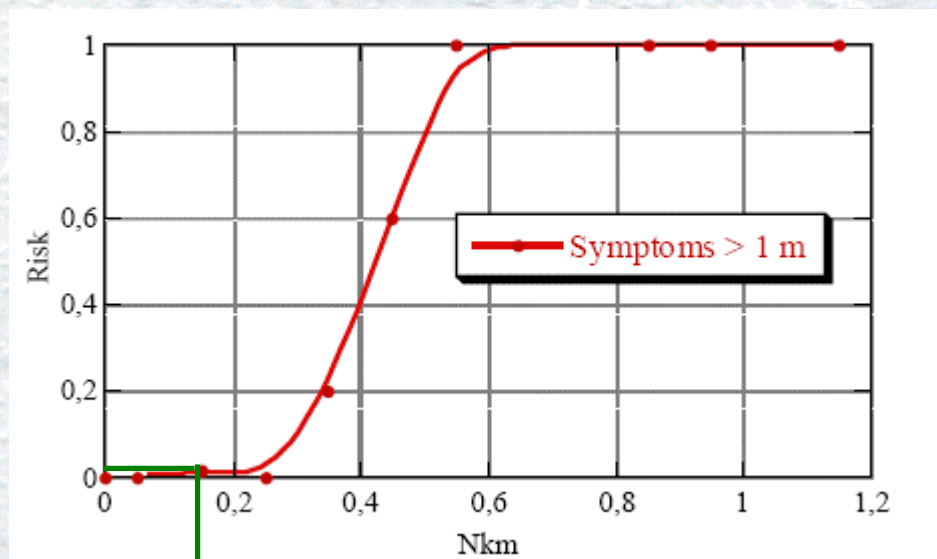
$$NIC_{\max} < 15$$

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

VALORES DE REFERENCIA IARV (Injury Assessment Reference Value)



$$N_{km} = 0,177$$

Evitar lesiones en el
cuello asociadas a
whiplash



$$N_{km} < 0,3$$

RECONSTRUCCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO



CENTRO ZARAGOZA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
SOBRE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS, S.A.

Para más información:

Ana L. Olona Solano

Centro Zaragoza, Instituto de Investigación sobre Reparación de
Vehículos S.A.

seguridad.vial@centro-zaragoza.com