

22 al 26 de OCTUBRE DE 2012

COMPLEJO FERIAL CÓRDOBA - CIUDAD DE CÓRDOBA . ARGENTINA



**DESAFÍOS DEL TRANSPORTE FRENTE AL CRECIMIENTO**



## CONCEPTOS GENERALES. FUNDAMENTOS DE LA SEGURIDAD VIAL (desmontando 10 dogmas de partida)

**Jacobo Díaz Pineda**

*Director General* - Asociación Española de la Carretera (AEC)

*Presidente* - Federación Europea de Carreteras (ERF)

*Board of Directors* - Federación Internacional de Carreteras (IRF)

*Presidente* - Instituto Vial Ibero Americano (IVIA)

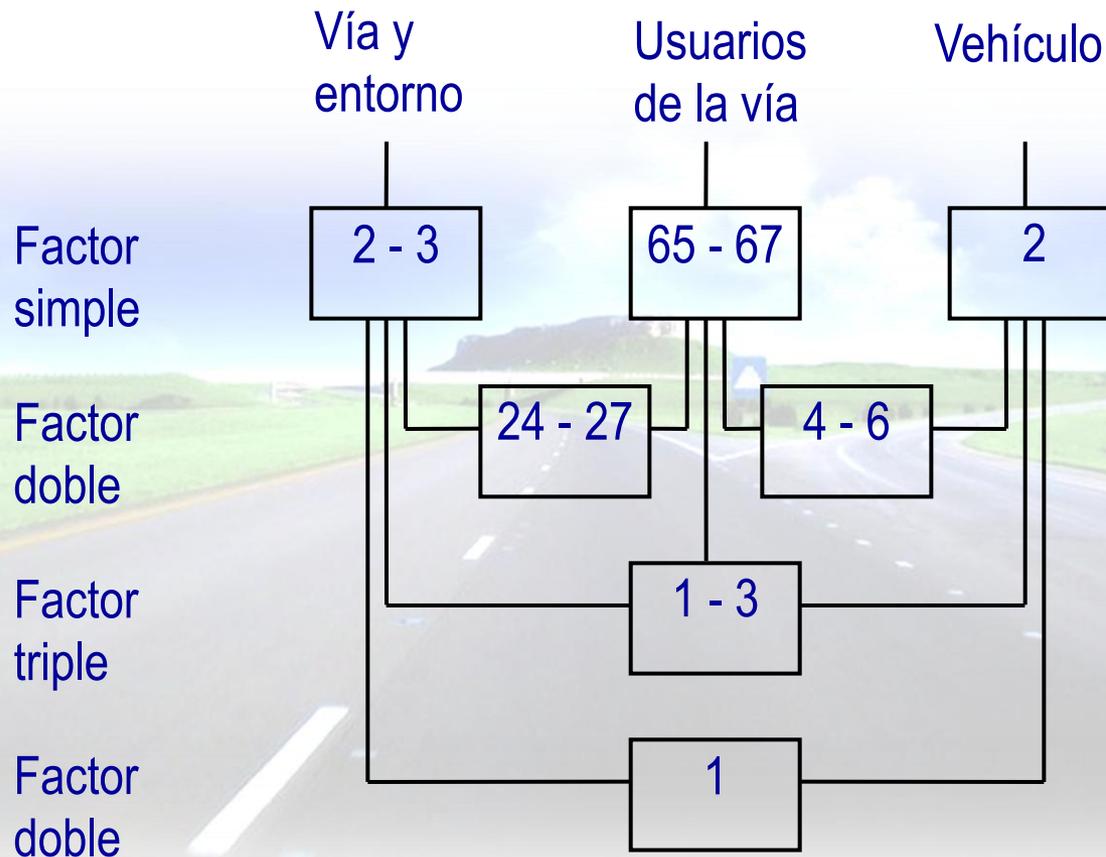
## desmontando 10 dogmas de partida (I/II)

- ↖ las vías representan el 3% del problema
- ↖ el problema radica en los puntos negros
- ↖ la accidentalidad es culpa de la infraestructura
- ↖ la velocidad de circulación es un valor fijo
- ↖ el comportamiento es independiente del control

## desmontando 10 dogmas de partida (II/II)

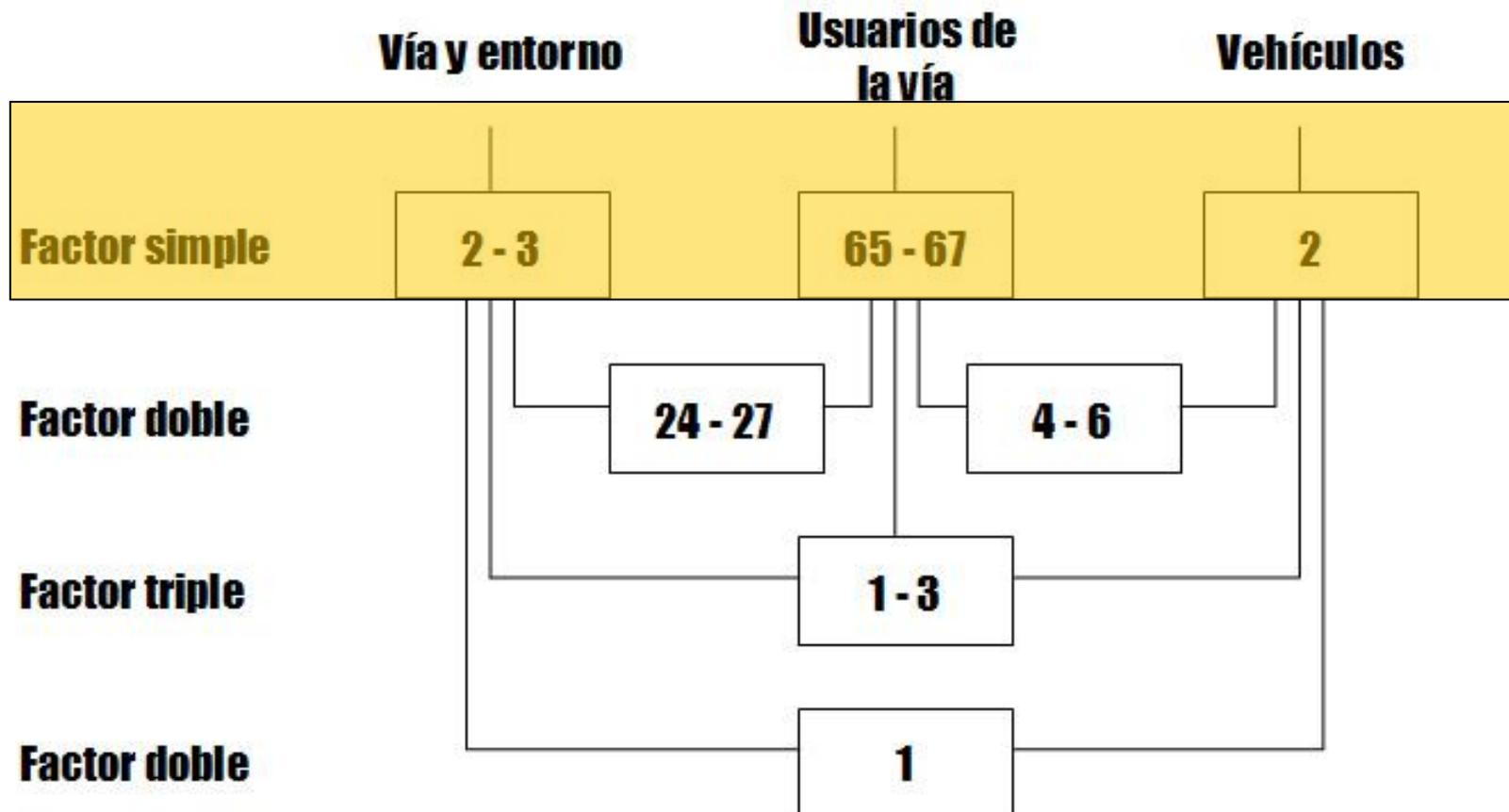
- ↖ las carreteras son seguras por “norma”
- ↖ la seguridad es un problema de educación
- ↖ hay que aspirar a cero muertes
- ↖ el porcentaje de pesados es anecdótico
- ↖ las carreteras son simétricas, ..., ..., ...

las vías representan el 3% del problema



## FACTORES DE LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN VIAL

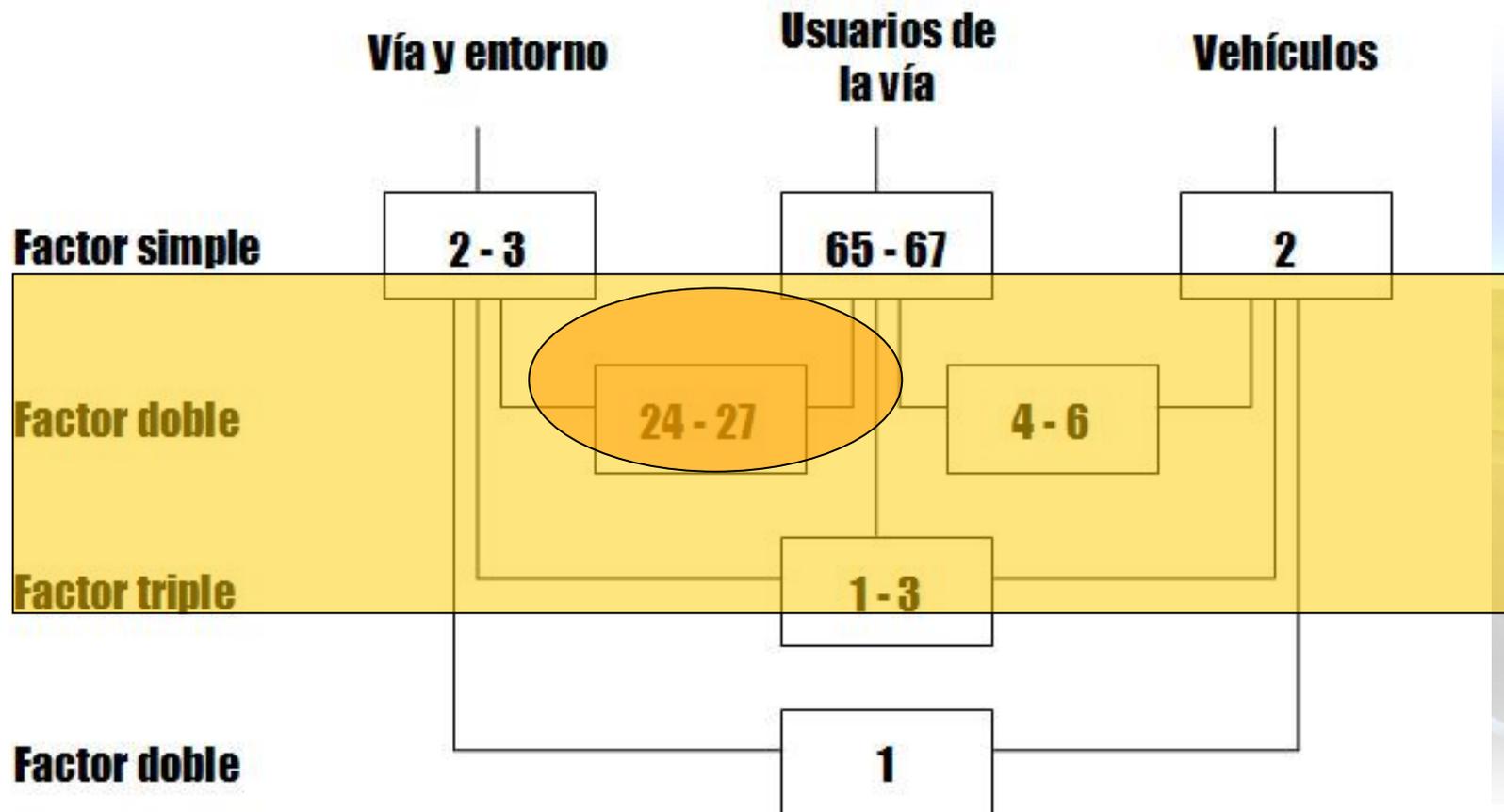
### Atribución relativa de los factores simples y combinados en las causas de los accidentes de circulación (en porcentajes)



Fuente: B. E. Sabey y G. C. Staughton: "Interacting roles of road environment, vehicle and road user in accidents"

## FACTORES DE LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN VIAL

### Atribución relativa de los factores simples y combinados en las causas de los accidentes de circulación (en porcentajes)



el problema radica en los puntos negros

## DEFICIENCIAS DEL CONCEPTO DE PUNTO NEGRO

- ☰ Aleatoriedad de los accidentes
- ☰ Regresión a la media
- ☰ Migración de accidentes
- ☰ Volumen de tráfico

	$I_p$	Accidentes	IMD
M~30	348	87	72.500
N~110	835	26	8.500
N~630	913	31	9.300

## TRAMO DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES

“Tramo de 1 Km o intersección, donde, habiéndose producido 10 o más accidentes con víctimas en los últimos 5 años, el índice medio de peligrosidad en ese período, o la frecuencia de los accidentes en los últimos 2 años, hayan sido superiores al doble de la media en todos los tramos de categoría y aforo de tráfico equivalentes”

$$I_p = \frac{\text{n}^\circ \text{ accidentes con víctimas} * 10^8}{\text{Vehículos-Km tramo}}$$

## PUNTO BLANCO

“Tramo de 25 Km de carretera convencional en el que, durante un periodo de cinco años, no se han producido accidentes con víctimas mortales”

CARRETERA CONVENCIONAL	
Velocidad diseño	80-90Km/h
Intervalos IMD	[700-1400] [1950-3200]
% PESADOS	(10-17) (7-9)

SECCIÓN TIPO	6/8	
	7/9 – 7/10	
DOTACIONES	Señalización horizontal	100% en borde v eies
		>> 150 mcd/lux·m <sup>2</sup>
	Señalización vertical	Señales >90 cm
		< 7 años
Balizamiento	Retroreflectantes	
		Hitos de arista

la accidentalidad es culpa de la infraestructura

- UNICIDAD DE FUNCIONES:
  - “one road, one function”
  - carreteras auto-explicativas
  - limitación de usuarios autorizados
- ESPECIALIZACIÓN DE SECCIONES -jerarquización-
- FORGIVING ROADS
- DIRECTIVA DE SEGURIDAD VIAL

- de las 3 posibles causas de accidente y sus combinaciones, el factor más representativo es el humano (> 85%)
- según ello, poco puede hacer el ingeniero,
- sin embargo, la técnica se compromete en dos líneas:
  - disminuir la posibilidad de error humano,
  - mitigar las consecuencias de un accidente.
- la formación es una medida de rentabilidad a largo plazo; la ingeniería propone soluciones de rentabilidad inmediata.

- máxima publicidad: "el 90% de la inversión de una campaña se pierde; lo que nadie sabe es el 10% que funciona..."
- la posibilidad de aparición de error humano no se elimina con formación y concienciación; y cuando éste aparece, sólo la ingeniería puede aportar soluciones compensatorias.
- la búsqueda de soluciones integrales pasa por la combinación de las aportaciones de cada factor interviniente.

la velocidad de circulación es un valor fijo

El eterno debate del incremento de la velocidad:

- 📄 ¿Qué porcentaje de red puede asumir el aumento?
- 📄 Aumento del gradiente de velocidades
- 📄 ¿Qué porcentaje de parque puede afrontarlo?
- 📄 ¿Cuál es el coste de las modificaciones requeridas?
- 📄 ¿Quién asume el descenso del margen de seguridad?

la velocidad de circulación es un valor fijo

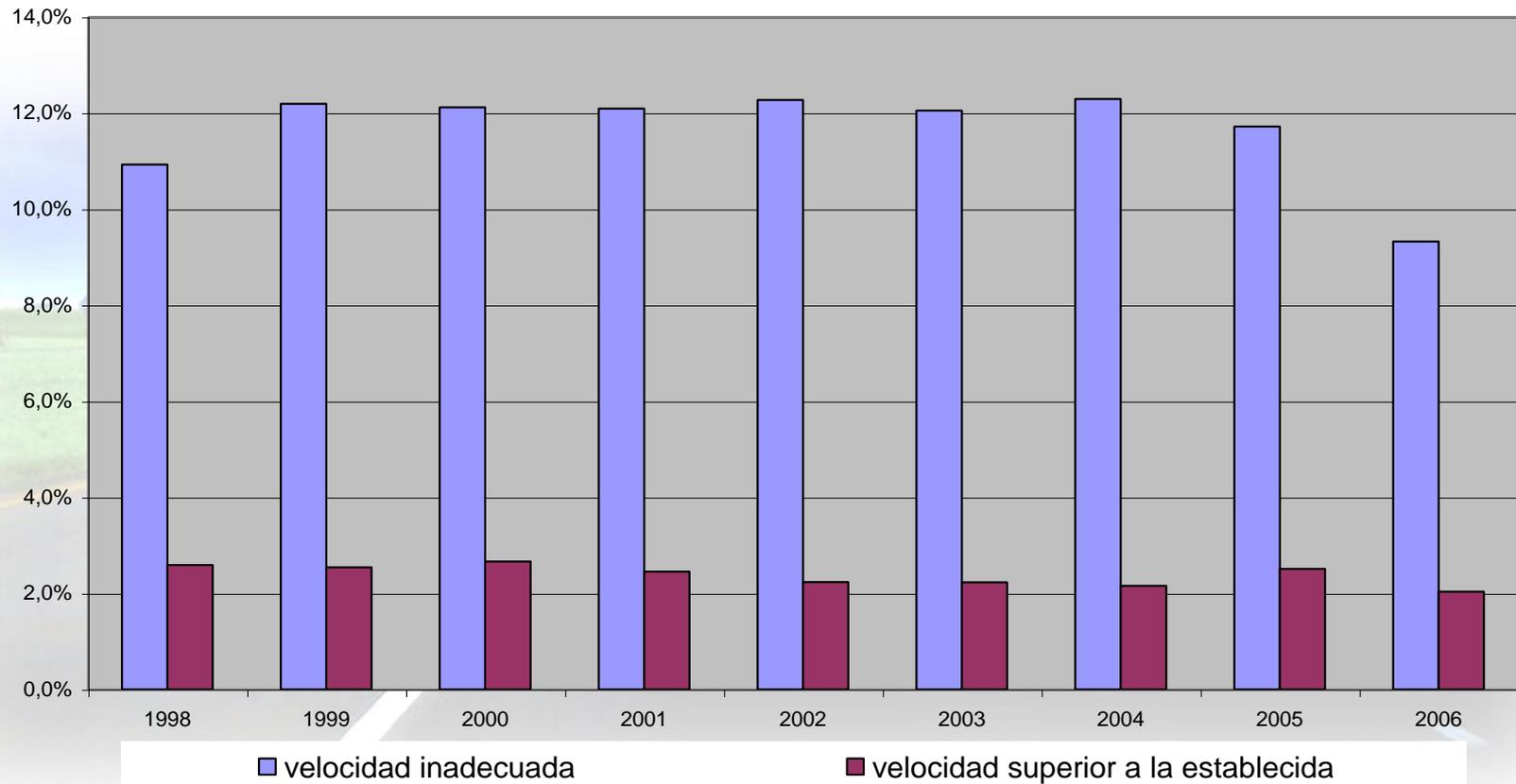
Existen estudios y experiencias contradictorios

Se sabe que:

aumentaría la severidad en caso de accidente, y

significaría un aumento de la probabilidad de tener un accidente...???

# Accidentalidad por velocidad excesiva o inadecuada



TIPO DE VÍA	ENTORNO	LIMITACIÓN GENÉRICA		
		REDUCIDA	BÁSICA	AMPLIADA
		$IP_{\text{tramo}} > 1,5$ $IP_{\text{medio}}$	$0,5 IP_{\text{medio}} \leq IP_{\text{tramo}} \leq 1,5$ $IP_{\text{medio}}$	$IP_{\text{tramo}} < 0,5$ $IP_{\text{medio}}$
Calzadas separadas	<i>Inter-urbano</i>			
Calzada única				
Vías de alta capacidad	<i>Peri-urbano</i>			
Urbano				
Zonas de transición		<b>Escalonamiento progresivo</b>		

## El comportamiento es independiente del control

- No son sólo 3 FACTORES:

Vehículo + Usuario + Infraestructura → ¡¡¡ INCOMPLETO !!!

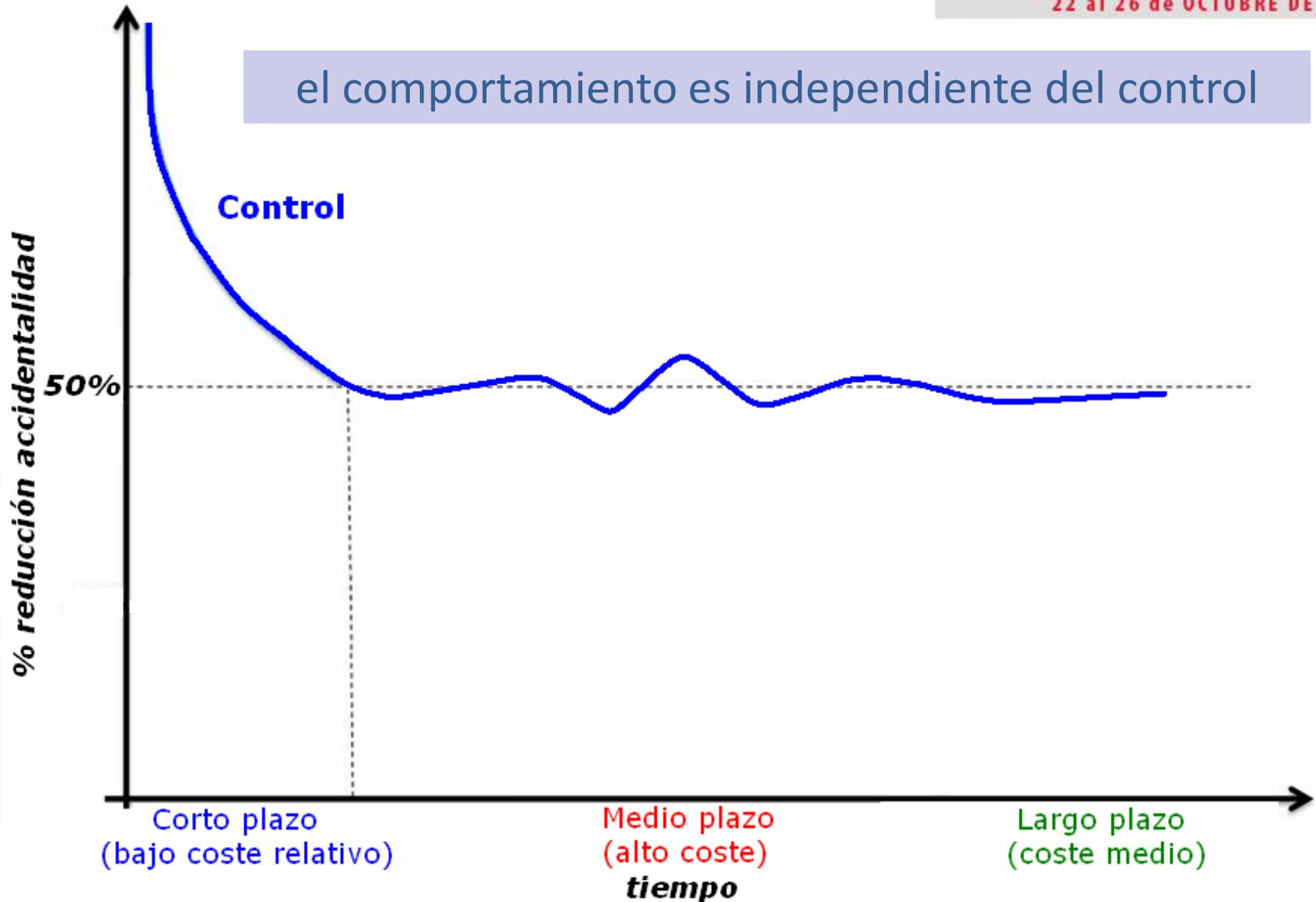
- Factor **NORMATIVO**; presión policial; capacidad de control (¿?):  
El nivel de seguridad **NO** es independiente de este factor !!!

- Triple E: Education, Engineering, Enforcement

Traducción/Adaptación → ¡¡¡ DEFICIENTE !!!

- Es una combinación de 4 factores que interactúan entre sí:  
Vehículo – Usuario – Infraestructura – Control

el comportamiento es independiente del control



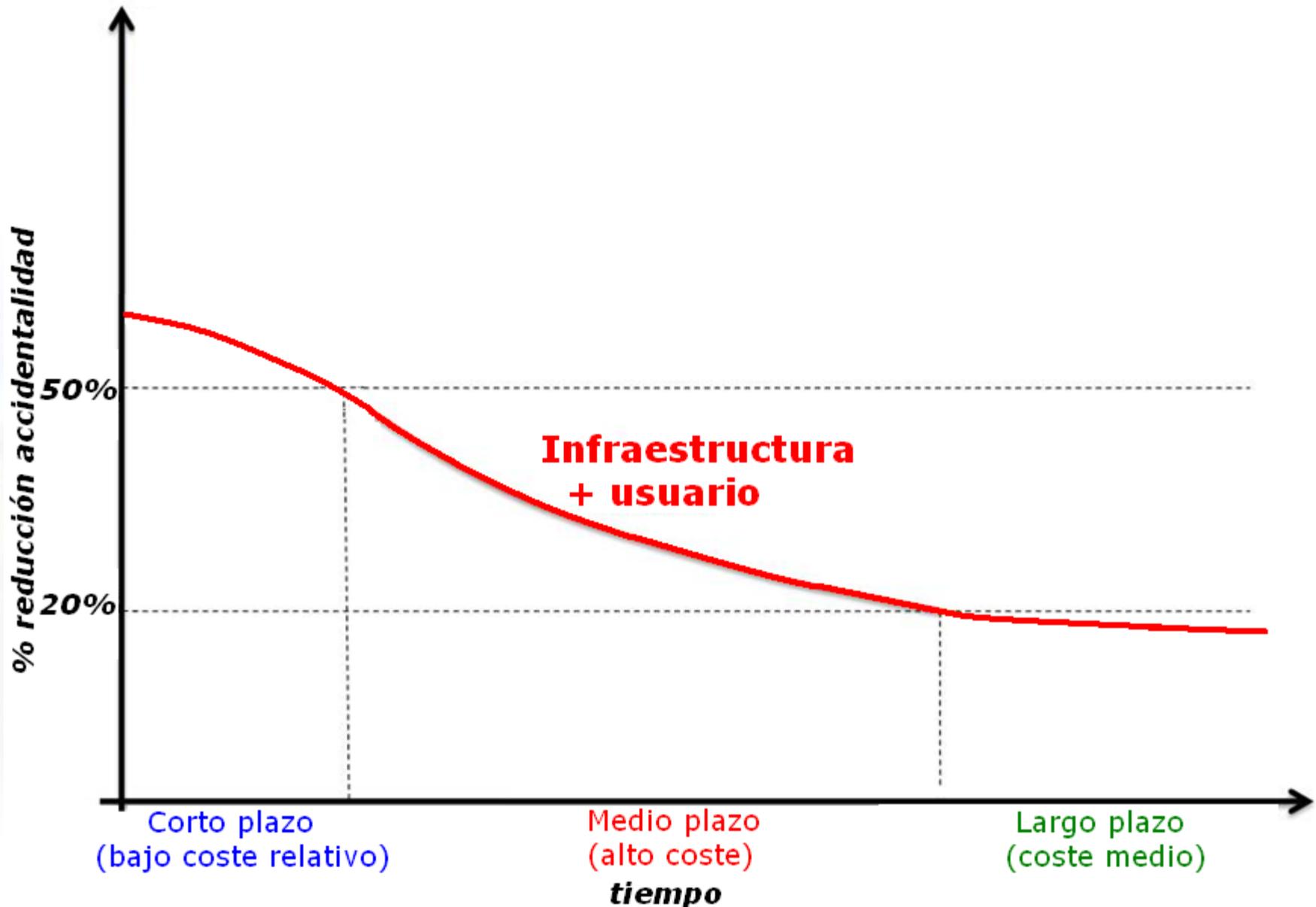
## desmontando 10 dogmas de partida (II/II)

- ↖ las carreteras son seguras por “norma”
- ↖ la seguridad es un problema de educación
- ↖ hay que aspirar a cero muertes
- ↖ el porcentaje de pesados es anecdótico
- ↖ las carreteras son simétricas, ..., ..., ...

## las vías son seguras por norma

- TCA: 18-20% accidentes ; 2-4% red
- Teoría del Punto Blanco: La accidentalidad se distribuye de manera aleatoria en vías de calzadas separadas.

*“las combinaciones de elementos seguros, no necesariamente configuran soluciones globales seguras”*



las vías son seguras por norma

- **3 aspectos de partida: Funcionalidad, Homogeneidad y Predictibilidad**

- **4 conceptos clave: Legibilidad, Credibilidad, Consistencia y Carga de trabajo**

## PRINCIPIOS BÁSICOS del “DISEÑO SEGURO” de carreteras:

- **FUNCIONALIDAD**: Diferentes categorías de carreteras requieren un diseño compatible con su función. El tráfico se debe distribuir en cada tipología de red sobre un diseño pensado específicamente para su función.
- **HOMOGENEIDAD**: Las diferencias de velocidad, dirección y masa entre los vehículos que utilizan una misma carretera o intersección debe ser reducida al mínimo.
- **PREDICTIBILIDAD**: Las carreteras se deben construir para que resulte obvio el tipo de comportamiento esperado; deben ser auto-explicativas.

- FUNCIONALIDAD: una red planificada para la seguridad debe presentar un jerarquía clara de carreteras, con diferentes niveles sirviendo a funciones específicas.

Categorización de funciones: desplazamiento, distribución y acceso.

Requerimientos de la FUNCIONALIDAD:

- \* Mínimo tiempo de desplazamiento en carreteras inseguras.
- \* Viajes tan cortos como se pueda.
- \* El viaje más seguro debe coincidir con el más corto.
- \* Eliminar todas las combinaciones que no sean mono-funcionales.

- HOMOGENEIDAD: las autopistas son las carreteras más seguras; las vías de distribución, las más inseguras.

### Requerimientos de la HOMOGENEIDAD:

- \* Sistemas de control de tráfico (rotondas, semáforos,...)
- \* Segregación de diferentes tipos de vehículos (peatones y ciclistas...)
- \* Reducción de la velocidad en potenciales puntos conflictivos
- \* Eliminación de obstáculos en los márgenes

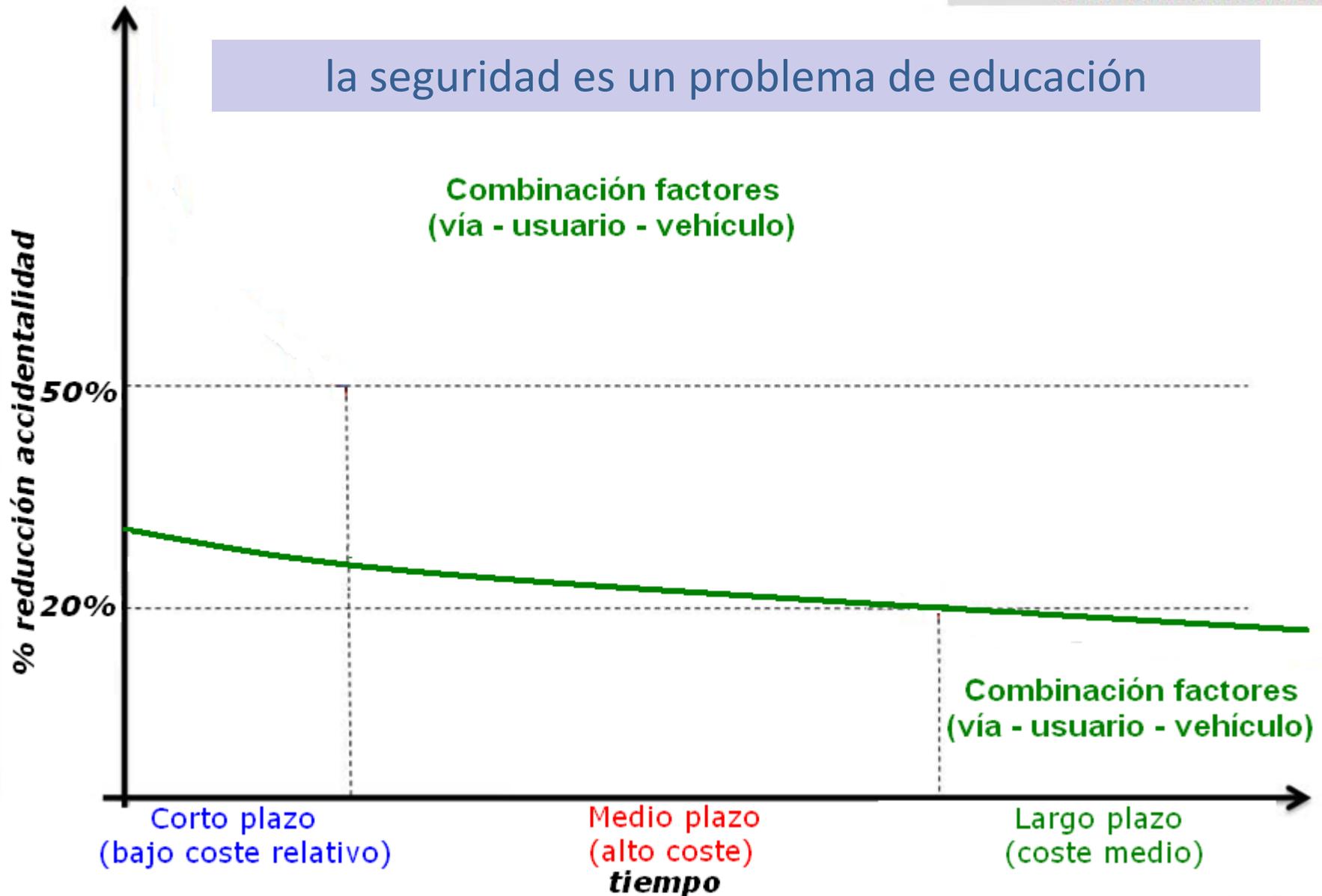
- PREDICTIBILIDAD: Con carreteras auto-explicativas, los usuarios saben a qué velocidad conducir y qué se pueden esperar...

### Requerimientos de la PREDICTIBILIDAD:

- \* Eliminar comportamientos impredecibles.
- \* Hacer patente y reconocible cada tipología de carretera.
- \* El trazado debe “automáticamente” forzar la velocidad deseada.
- \* El usuario debe reconocer cada tipología por un número limitado de elementos.

- **3 puntos de partida: Funcionalidad, Homogeneidad y Predictibilidad**
- **4 conceptos clave: Legibilidad, Credibilidad, Consistencia y Carga de trabajo**

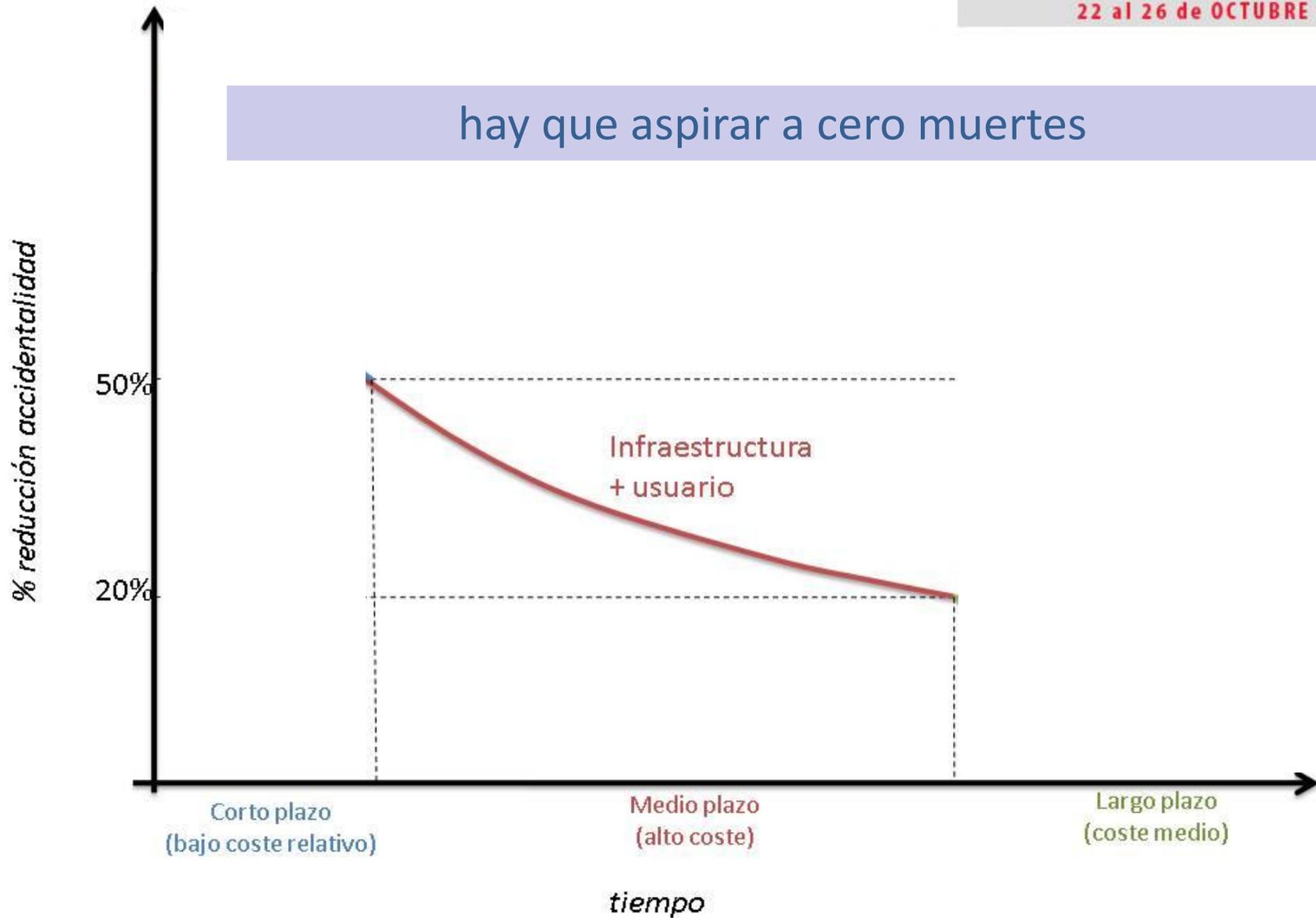
la seguridad es un problema de educación



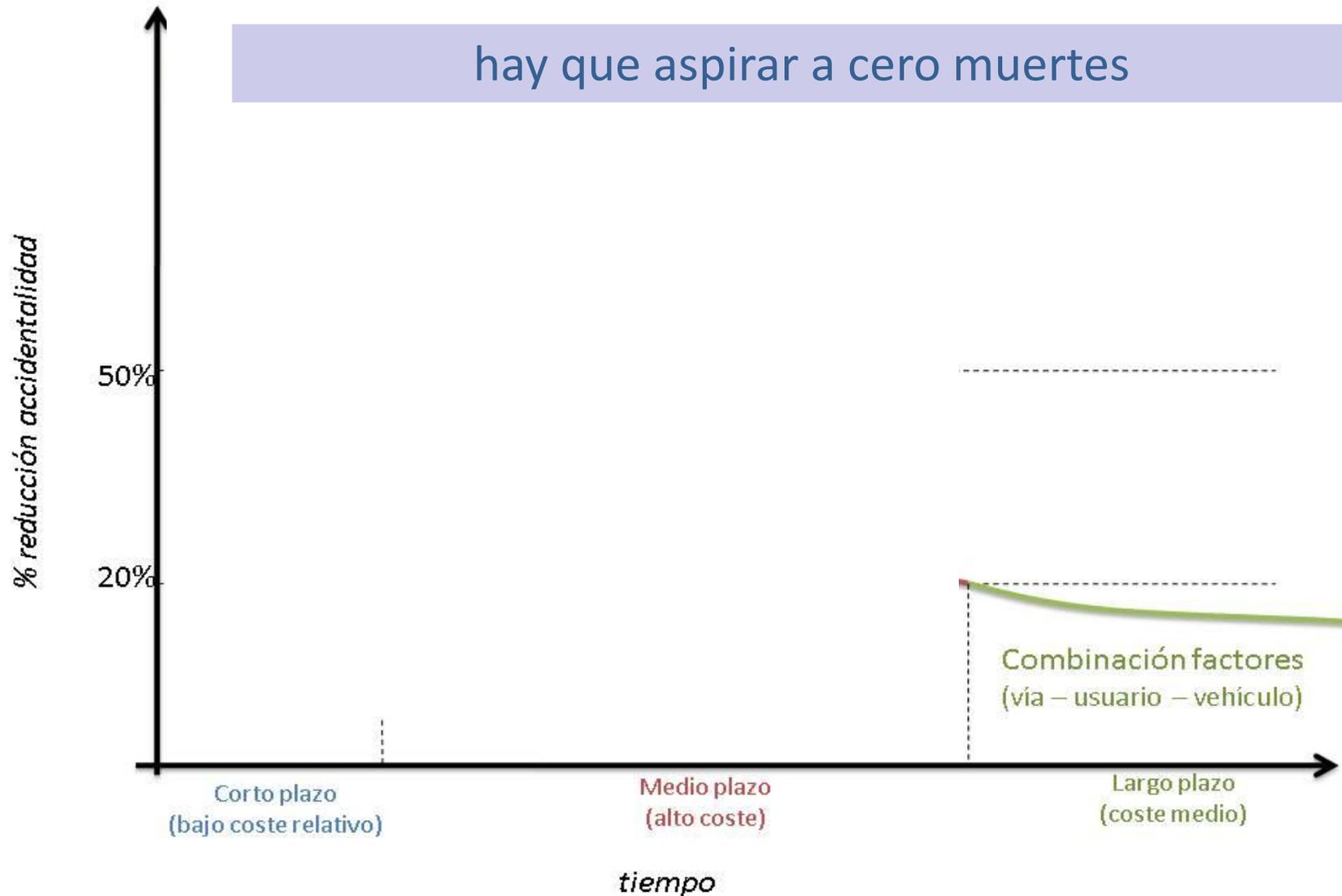
hay que aspirar a cero muertes



hay que aspirar a cero muertes



hay que aspirar a cero muertes



hay que aspirar a cero muertes



## El % de pesados es anecdótico

<b>CARRETERA CONVENCIONAL</b>	
Velocidad diseño	80-90Km/h
Intervalos IMD	[700-1400] [1950-3200]
% PESADOS	(10-17) (7-9)

las carreteras son simétricas,

se dimensionan en función de la IMD,

se adecúan a las necesidades de los vh. ligeros

con dos tipologías de carreteras es suficiente.



muchas gracias

*[jdiaz@aecarretera.com](mailto:jdiaz@aecarretera.com)*



**XVI CONGRESO ARGENTINO  
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO**

**7<sup>ma</sup> EXPOVIAL ARGENTINA**

**22 al 26 de OCTUBRE DE 2012**



22 al 26 de OCTUBRE DE 2012

COMPLEJO FERIAL CÓRDOBA - CIUDAD DE CÓRDOBA . ARGENTINA



**DESAFÍOS DEL TRANSPORTE FRENTE AL CRECIMIENTO**



**¿Qué se puede plantear desde la perspectiva de la infraestructura<sup>1</sup>?**

**Jacobo Díaz Pineda**

*Director General - Asociación Española de la Carretera (AEC)*

*Presidente - Federación Europea de Carreteras (ERF)*

*Board of Directors - Federación Internacional de Carreteras (IRF)*

*Presidente - Instituto Vial Ibero Americano (IVIA)*

## Qué hacer desde la perspectiva de la infraestructura

- **PLANIFICAR-DISEÑAR:**

- carreteras simétricas
- dimensionadas para TMDA
- para todos los usuarios
- con dos posibles modelos

- **DISEÑAR-EXPLOTAR:**

- 25%; 40%; 20%; 15%

- **GESTIONAR:**

- directiva de seguridad vial (auditorías e inspecciones)

## Qué hacer desde la perspectiva de la infraestructura

- **PLANIFICAR-DISEÑAR:**

- *“one road, one function”*
- carreteras auto-explicativas, legibles y consistentes
- limitación de usuarios (segregar masas y velocidades)
- regular velocidad en función de accdt. registrada
- diseñar para capacidades del usuario (carga de trabajo)

## Qué hacer desde la perspectiva de la infraestructura

- **DISEÑAR-EXPLOTAR:**

- 25%: frontal-alcance

- 40%: salida de vía

- 20%: fronto-lateral

- 15%: travesías y atropellos

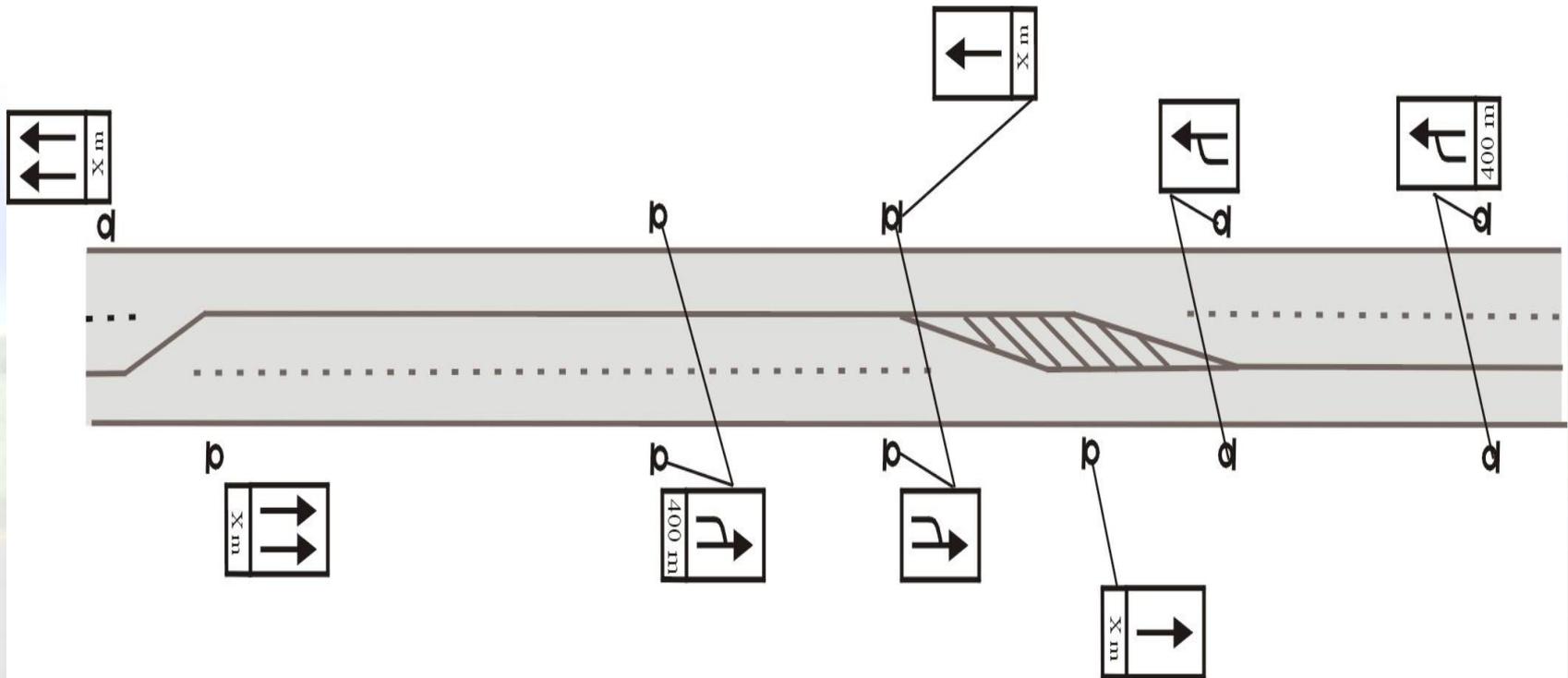
CALZADAS SEPARADAS (ó 2+1)

FORGIVEN ROADS (3 claves)

DISEÑO SEGÚN IMD

CALMING TRAFFIC

# SECCIONES 2+1 (alternas)



# SECCIONES 2+1 (alternas)



# otros conceptos: FORGIVEN ROADS

- **diseño que compensa los errores humanos o mecánicos y minimiza las consecuencias de los accidentes,**
- **es la línea de trabajo de mayor rentabilidad a corto plazo,**
- **tres tipos de actuación básicas:**
  - despejes laterales y aperturas de visibilidad,
  - retirada de obstáculos y tendido de taludes,
  - protección de obstáculos,

## Qué hacer desde la perspectiva de la infraestructura

### • GESTIONAR:



- **3 puntos de partida**: Funcionalidad, Homogeneidad y Predictibilidad

- **3 conceptos clave**: Legibilidad, Consistencia y Carga de trabajo

## PRINCIPIOS BÁSICOS del “DISEÑO SEGURO” de carreteras:

- **FUNCIONALIDAD**: Diferentes categorías de carreteras requieren un diseño compatible con su función. El tráfico se debe distribuir en cada tipología de red sobre un diseño pensado específicamente para su función.
- **HOMOGENEIDAD**: Las diferencias de velocidad, dirección y masa entre los vehículos que utilizan una misma carretera o intersección debe ser reducida al mínimo.
- **PREDICTIBILIDAD**: Las carreteras se deben construir para que resulte obvio el tipo de comportamiento esperado; deben ser auto-explicativas.

- 3 puntos de partida: Funcionalidad, Homogeneidad y Predictibilidad

- 3 conceptos clave: Legibilidad, Consistencia y Carga de trabajo

# otros conceptos: LEGIBILIDAD

- la vía y entorno son siempre bien percibidos *-interpretados-*, y el conductor adapta su conducción a esas características,
- la información debe llegar visualmente,
- el proyectista controla la conducción a través de la definición de la información que le transmite,
- todos los usuarios deben realizar la misma lectura de la vía,
- la lectura debe ser fácil *-amigable-*, rápida e inequívoca,

# otros conceptos: CONSISTENCIA

- **soluciones similares y homogéneas ante problemas o circunstancias similares,**
- **cubrir en todo momento las expectativas del conductor-,**
- **expectativa cubierta  $\Rightarrow$  actuación predecible y adecuada,**
- **expectativas “a priori”: basadas experiencia y aprendizaje,**
- **expectativas “ad hoc”: basadas itinerario recorrido,**
- **el diseño consistente minimiza las violaciones a las expectativas del conductor, a través de trazado homogéneo,**
- **puntos críticos: secciones consecutivas con diferencias de v de diseño por encima de 20km/h.**

# otros conceptos: CARGA de TRABAJO

- mide el esfuerzo de asimilación y/o decisión de cada tramo o punto singular de un carretera,
- el objetivo es **minimizar** las zonas de sobrecarga de trabajo,
- minimizar demasiado la carga de trabajo también puede resultar peligroso **-monotonía-**,
- el *método de Messer* cuantifica la carga de trabajo y permite mantenerla dentro de los rangos previstos.



muchas gracias

*[jdiaz@aecarretera.com](mailto:jdiaz@aecarretera.com)*