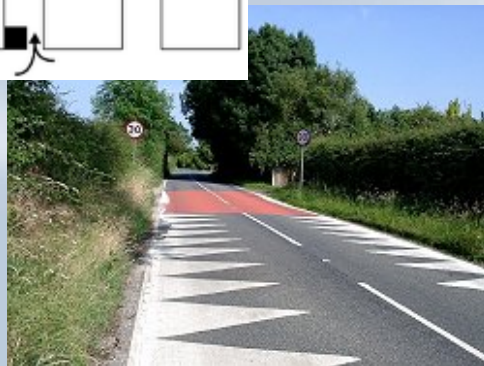
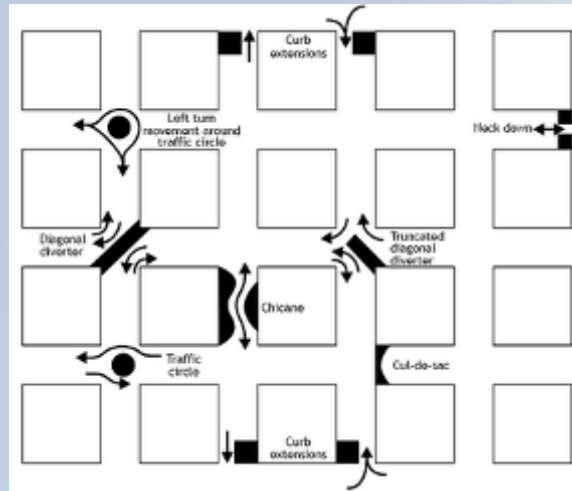


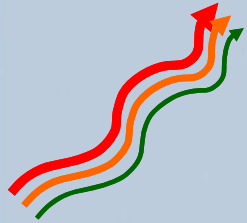
# SEGURIDAD VIAL EN ZONA URBANA: MODERACIÓN DE LA VELOCIDAD



ESTADO DE LA TÉCNICA

GUILLERMO ALBRECHT





# Introducción

- **Sistemas moderadores de tráfico:**

- **Efectos de su implantación:**

- Disminución de velocidad
    - Moderación de la demanda

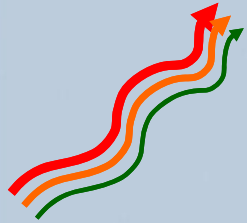
- Confort
    - Ruido

- Seguridad vial

- Vehículos de emergencia
    - Transporte público

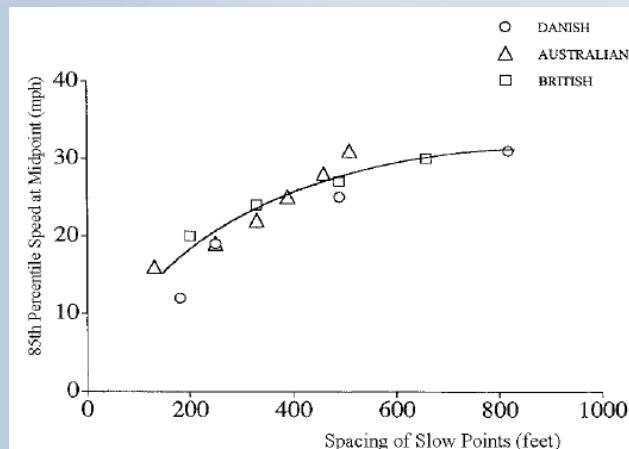


**Proceso de toma de decisión**

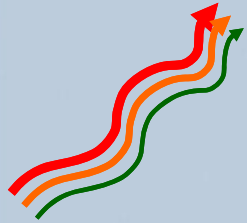


# Introducción

- **Sistemas moderadores de tráfico:**
  - **Factores influyentes en su eficacia**
    - Efecto físico sobre el usuario
    - Efecto físico sobre el vehículo
    - Efecto psicológico sobre el usuario
    - Habitualidad de los usuarios
  - **Coordinación entre los EMT**



**Proceso de toma de decisión**



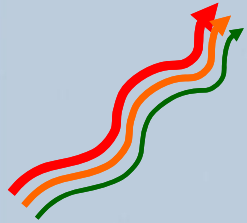
# Introducción

- Metodología de priorización para la implantación. Valoración  
– Ejemplo

	Concepto	Valor máximo
	Peticiones de ciudadanos	10
	Accidentalidad alta	10
	Volumen alto de tráfico	5
	Incumplimiento habitual límites velocidad	10
	Zona residencial	5
	Zona comercial	10
	Zona escolar o industrial	10
	Proximidad de intersección	10
	Trazado inadecuado	5
	Mala visibilidad	5
	Existencia de rutas alternativas	10
	Bajo coste de implantación	10
	Afección a emergencias (Peso hasta -10)	0
TOTAL		100

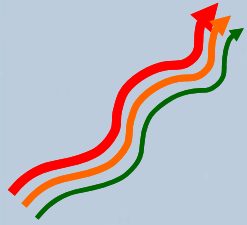


Proceso de toma de decisión

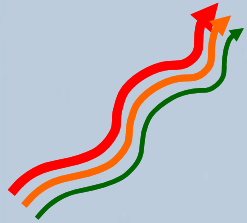


# Estado de la Técnica

- Estado del Arte
- Inventario
- Estudio de Seguridad Vial
  
- Glosario

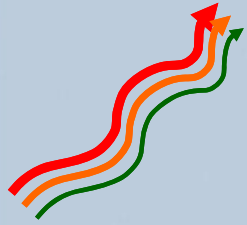


**ESTADO DEL ARTE**



## Estado de la Técnica

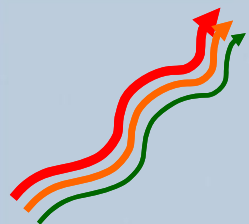
- **Sistemas de Moderación de Tráfico:**
  - **Actuaciones sobre el Trazado en Alzado**
  - **Actuaciones sobre el Trazado en Planta**
  - **Actuaciones sobre la Sección Transversal**
  - **Actuaciones sobre la Superficie**
  - **Otros**



# **SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO:**

- ACTUACIONES SOBRE EL TRAZADO EN ALZADO**





## Nueva Normativa – Ministerio Fomento

NUEVA NORMATIVA

# Los ayuntamientos podrán ser sancionados si no adaptan los reductores de velocidad

Publicado el 30-10-2008 , por [Expansión.com](#)



Estás en: [Valencia - Las Provincias](#) > [Noticias Valencia](#) > [Noticias L'horta](#)

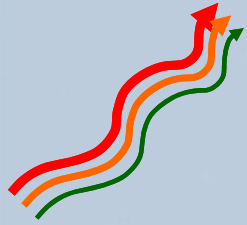
L'HORTA

## Examen a los badenes de velocidad



Llíria analiza si cumple una instrucción de Fomento que será obligatoria en dos años

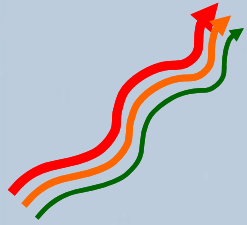
04.11.08 - MOISÉS RODRÍGUEZ| LLÍRIA



# Sistemas de Moderación de Tráfico

- **Actuaciones sobre el Trazado en Alzado:**
  - Resaltes
  - Almohadas, Cojines
  - Badenes
  - Intersecciones sobreelevadas

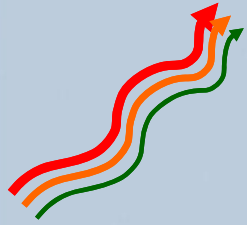




# Resaltes

- **Resaltes:**
  - **Resaltes prefabricados**
  - **Lomos Transversales**
  - **Pasos Peatonales Sobreelevados**
  - **Resaltes Adaptativos**





## Resaltes Prefabricados



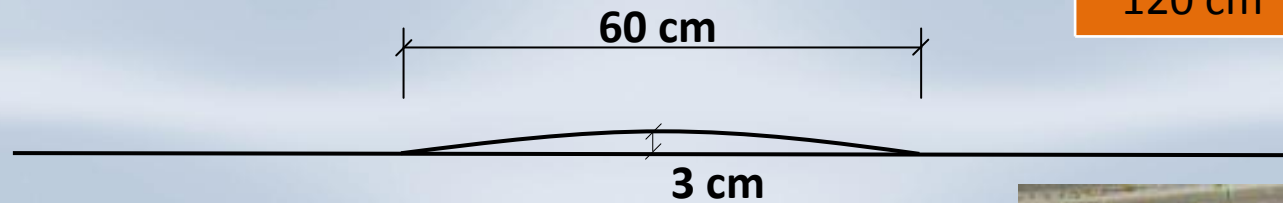
- Elevación de la rasante de la calzada en un tramo corto, mediante un perfil curvo, diseñado específicamente para mantener una velocidad reducida





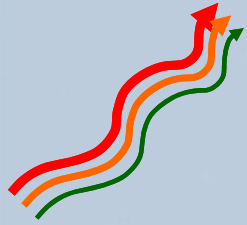


# Resaltes – Norma MFom



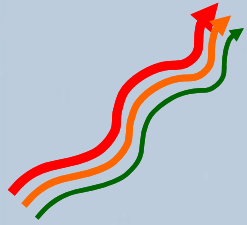
Longitud	Altura
60 cm	3,0 cm
Excepcionalmente: •Recintos interiores •Obras	
90 cm	5,0 cm
120 cm	7,0 cm



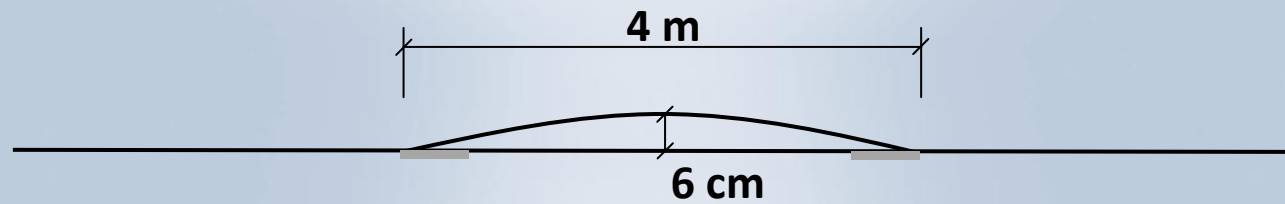
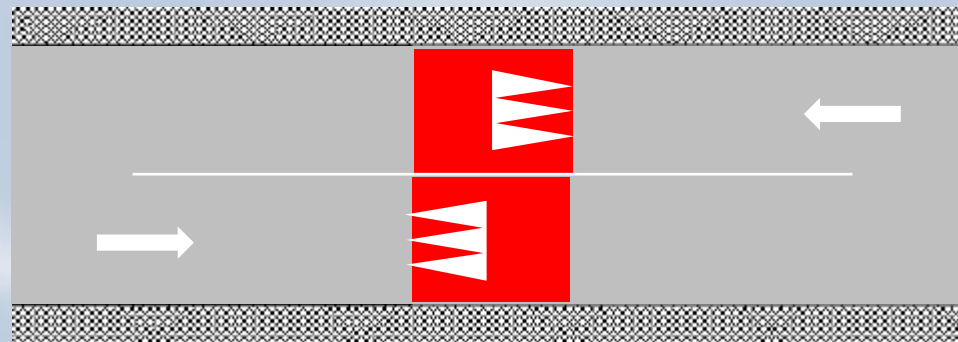
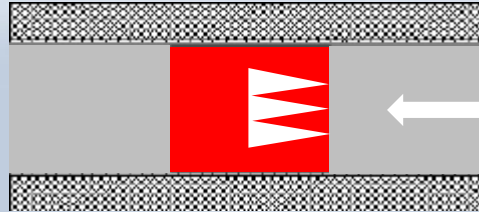


# Lomos Transversales





# Lomos Transversales – Norma MFom







# Pasos Peatonales Sobreelevados



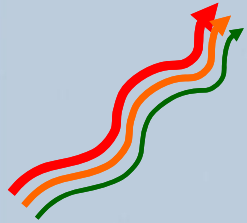
SINUSOIDAL

CIRCULAR

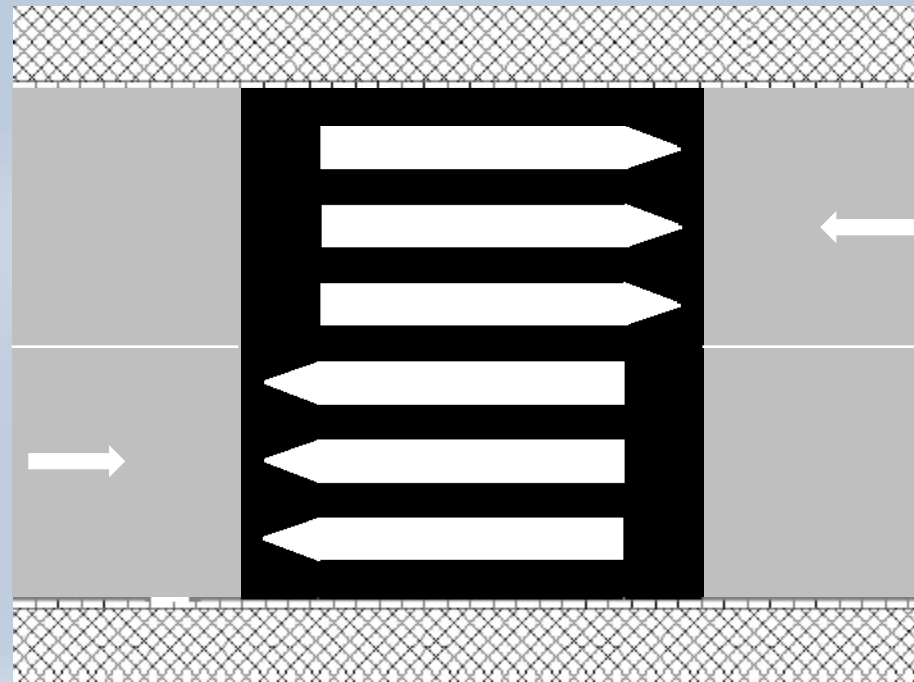
PARABOLIC

FLAT-TOPPED

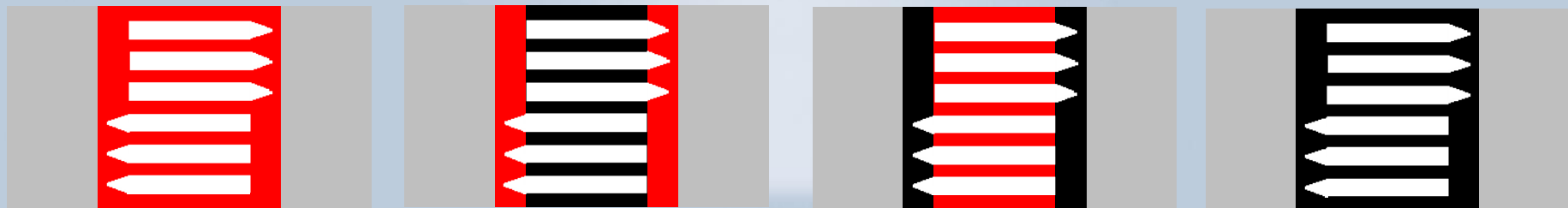
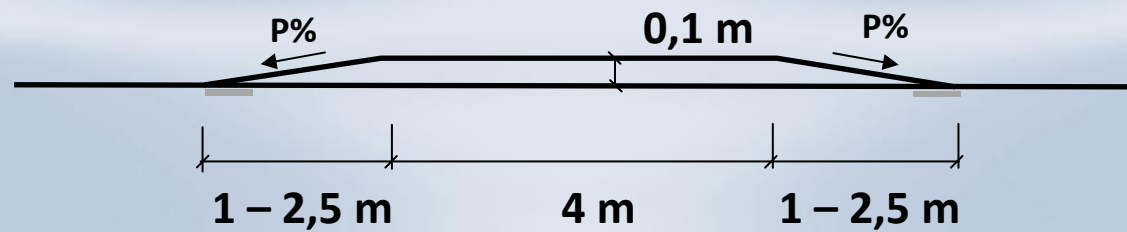


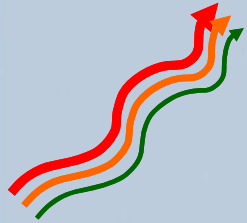


# Pasos Peatonales Sobreelevados Norma MFom

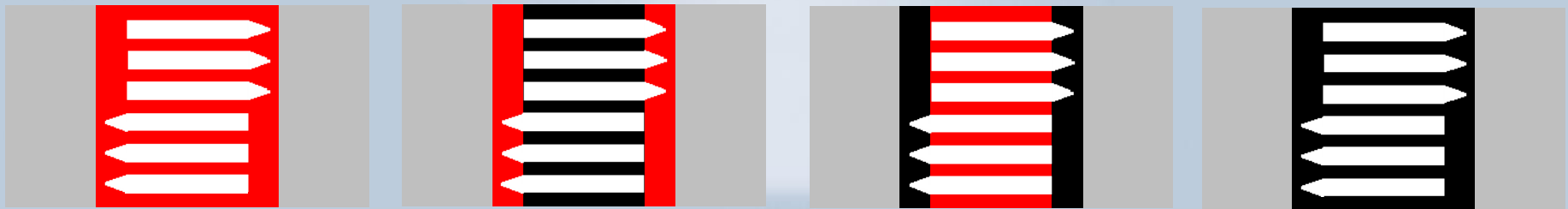
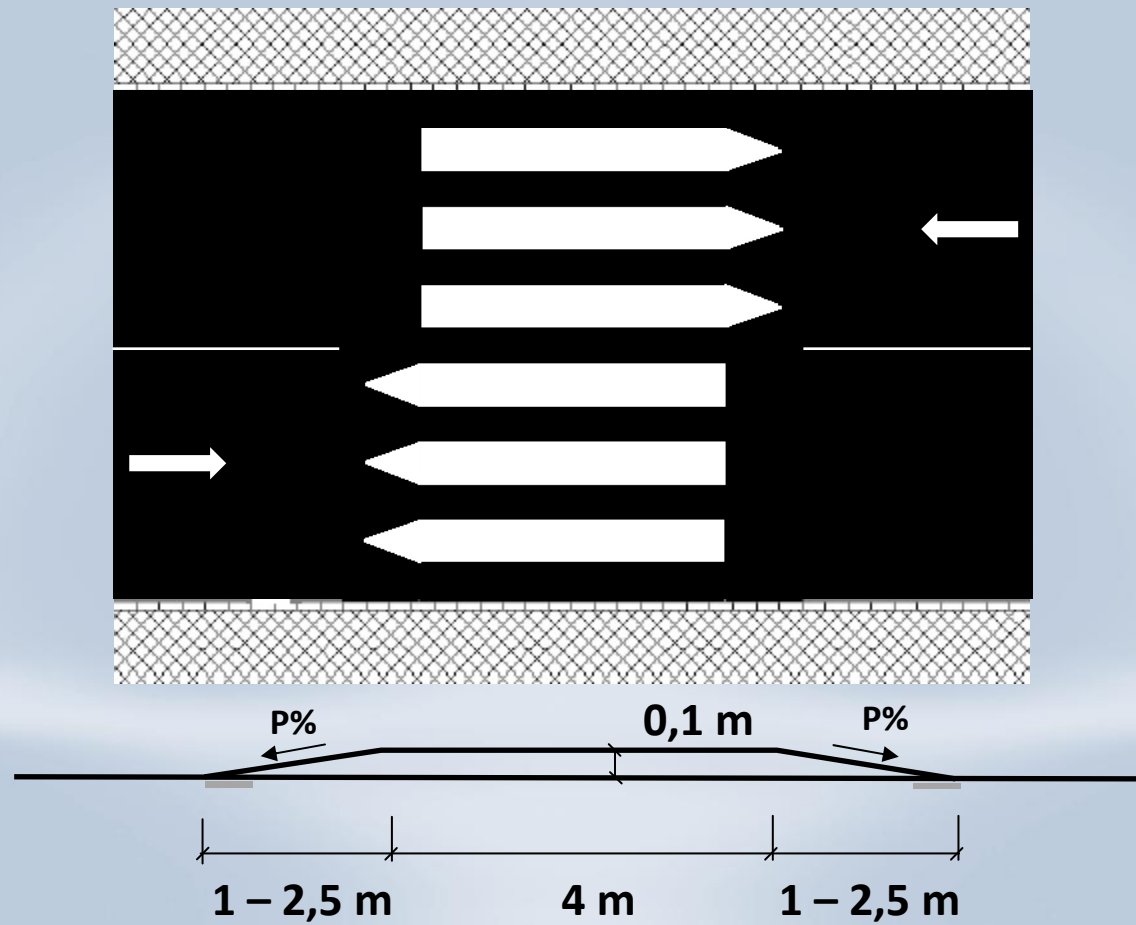


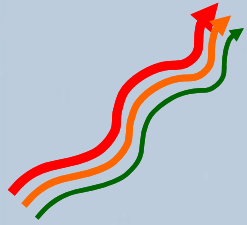
Velocidad	Longitud Rampa
30 km/h	1,0 m
40 km/h	1,5 m
50 km/h	2,5 m





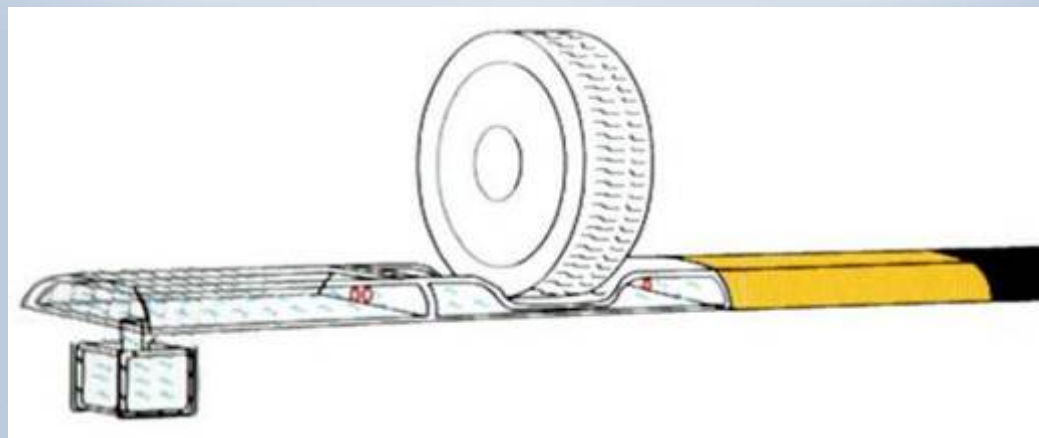
# Pasos Peatonales Sobreelevados Norma MFom

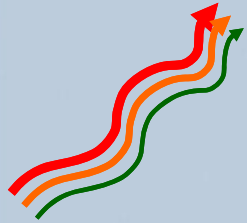




## Resaltes Adaptativos

- Actúan sólo cuando el vehículo supera la velocidad permitida



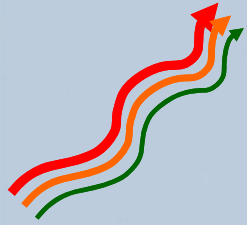


## Resaltes Adaptativos

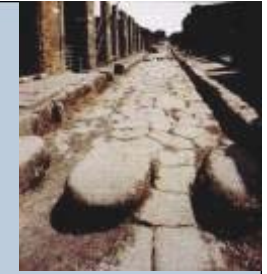
- Ó actúan sólo para ciertos tipos de vehículos







# Almohadas y Cojines



- Resaltes con discontinuidades transversales con el fin de que ciertos vehículos no se vean afectados



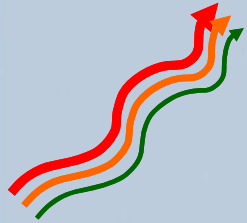
## Planta

- Ovalado
- Circular
- Rectangular

## Perfil

- Circular
- Parabólico
- Sinusoidal
- Trapezoidal

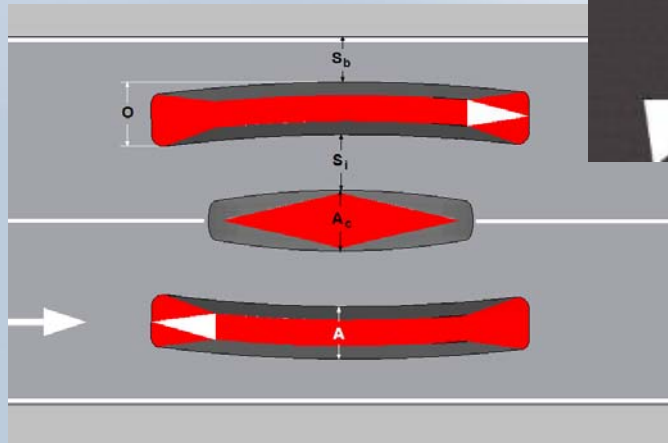
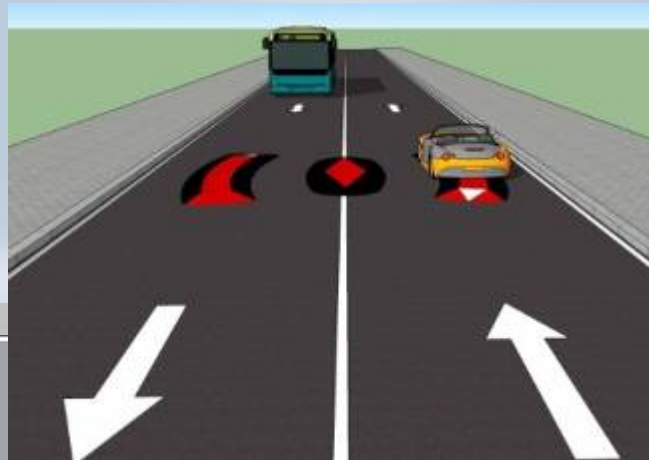


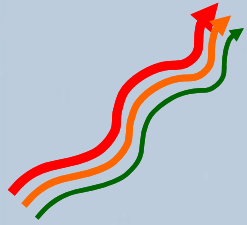


# Almohadas y Cojines

- **SPEED KIDNEY (SK)**

- Nuevo moderador de velocidad
- Presentación patente: 31/07/2009, Número P200901749

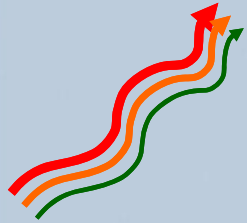




# Badenes

- Zanja o depresión en la superficie de un camino o de una carretera para limitar la velocidad de los vehículos



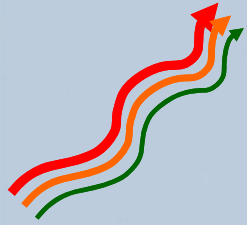


## Intersecciones Sobreelevadas

- Resalte trapezoidal en todas las direcciones, cuya plataforma se extiende hacia el interior de las vías que conforman la intersección. Su altura generalmente iguala la de la acera

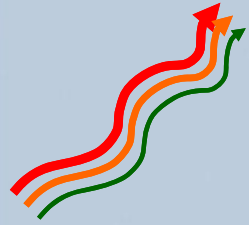






# **SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO:**

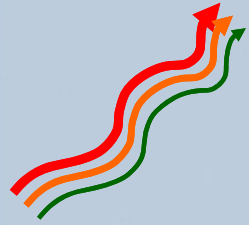
- ACTUACIONES SOBRE EL TRAZADO EN PLANTA**



# Actuaciones sobre el Trazado en Planta

- **Glorietas:**
  - **Glorietas convencionales**
  - **Mini-glorietas**

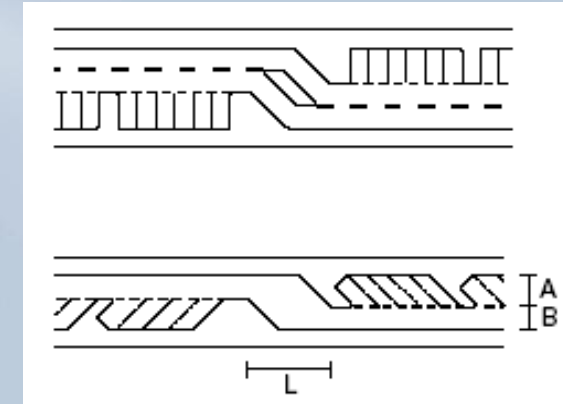
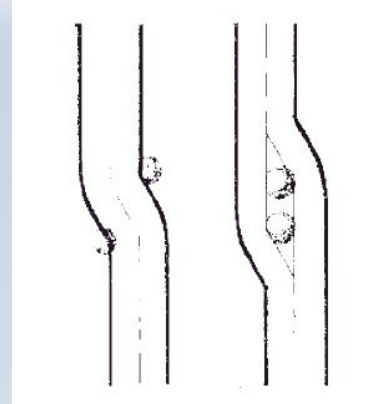




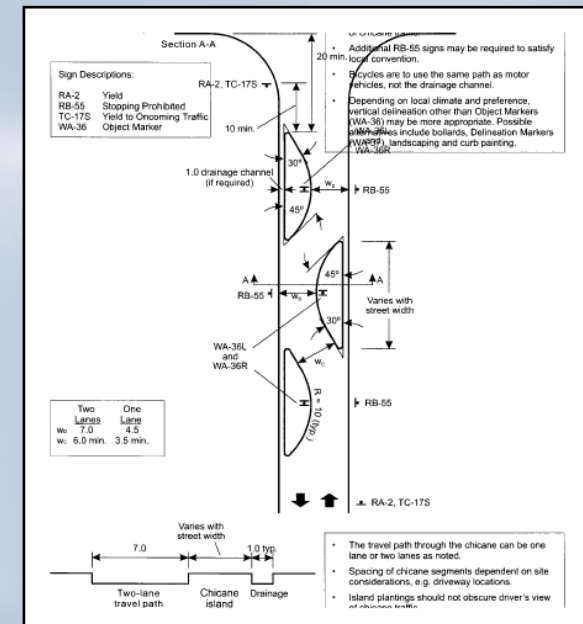
# Actuaciones sobre el Trazado en Planta

- **Rotura de Alineaciones:**

- **Retranqueos**

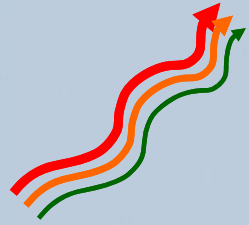


- **Chicanes o Zigzag**





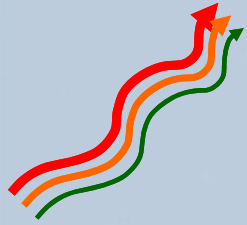




## Actuaciones sobre el Trazado en Planta

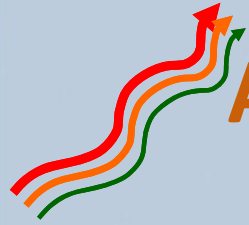
- Disminución de radio en curva a derechas





# **SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO:**

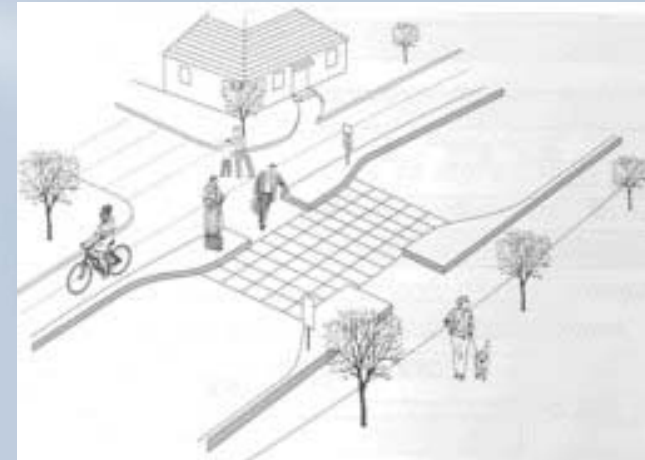
- ACTUACIONES SOBRE LA SECCIÓN TRANSVERSAL**



# Actuaciones sobre la Sección Transversal

- **Estrechamientos puntuales:**

- **Gargantas**

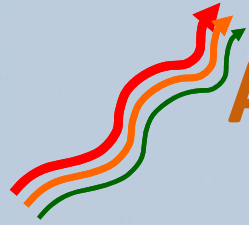


- **Martillos**



- **Isletas peatonales centrales**





# Actuaciones sobre la Sección Transversal

- **Estrechamientos continuos:**

- **Medianas**



- **Ensanchamiento de aceras**

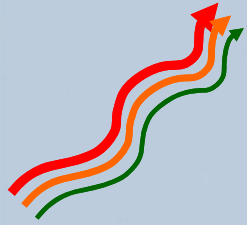


- **Cambio de sentidos viales**

- **Elementos de ajardinamiento**

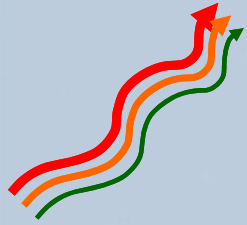






# **SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO:**

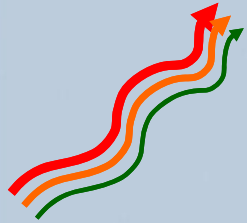
## **- ACTUACIONES SOBRE LA SUPERFICIE**



## Actuaciones sobre la Superficie

- **Modificaciones del pavimento que animan a mantener velocidades reducidas a los conductores o les alertan sobre un posible riesgo en la circulación:**
  - **Bandas Transversales**
  - **Cambios de pavimento**





# Bandas Transversales

- **Bandas Visuales**

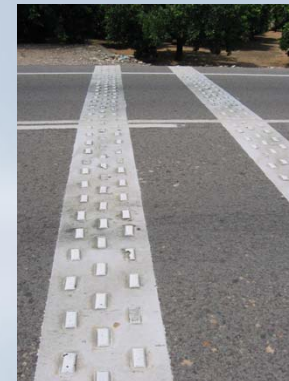


- **Bandas Sonoras:**

– **Fresadas**



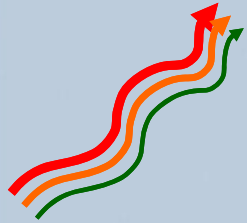
– **Resaltadas**



– **A nivel (distinta textura a la del pavimento)**

– **Rejillas**

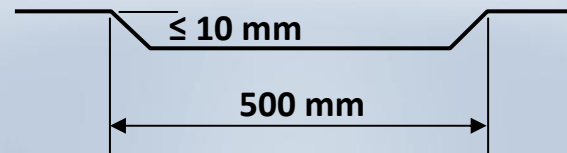




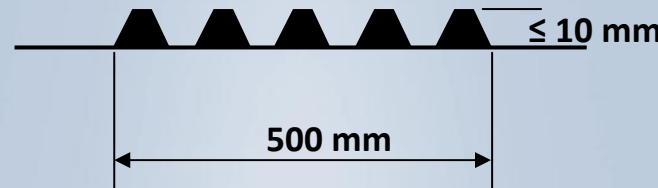
# Bandas Transversales – Norma MFom

- **Bandas Transversales de Alerta (BTA):**

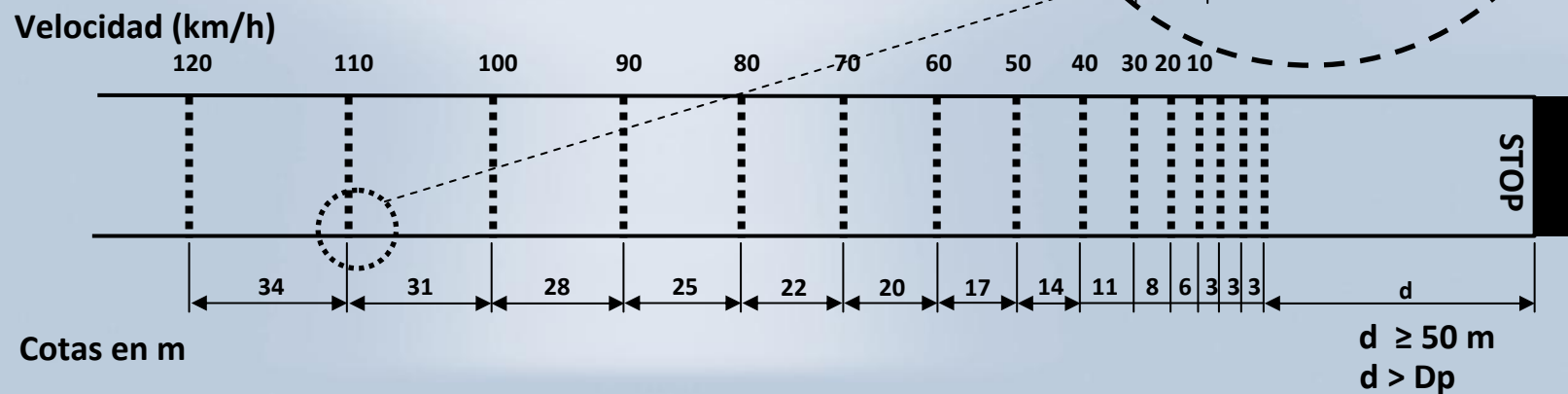
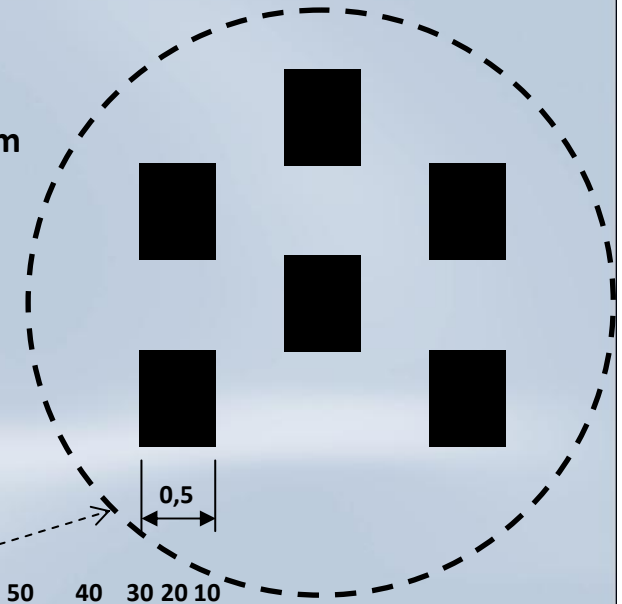
- **Fresadas**

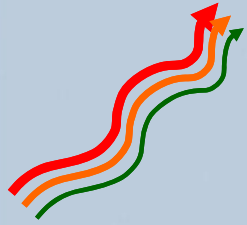


- **Resaltadas**



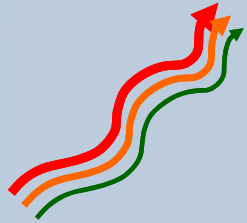
- **A nivel**





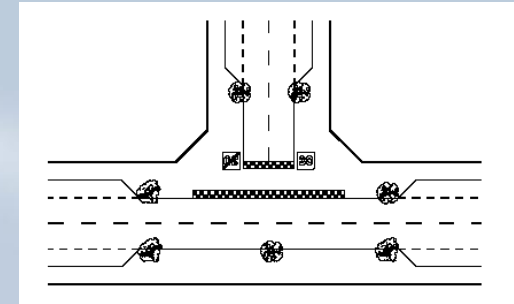
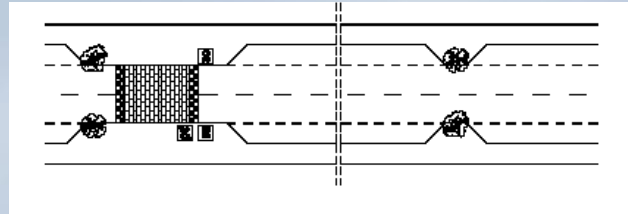
# **SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO:**

## **- OTROS**



# Otros Sistemas de Moderación

- Puertas



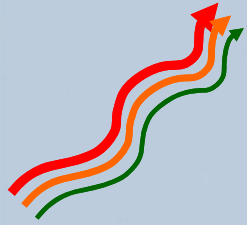
- Semáforos de control de velocidad



- Dispositivos para medir la velocidad



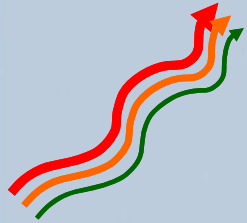




## Otros Sistemas de Moderación

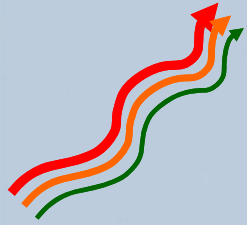
- Intersecciones All stops
- Pasos peatonales
- Elementos simulados





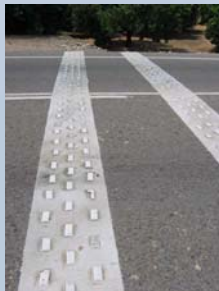
# INVENTARIO





# Inventario

- Catálogo y clasificación de los elementos moderadores del tráfico empleados en España



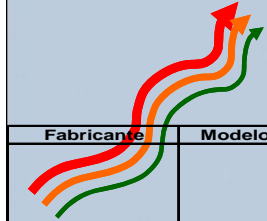


# Inventario

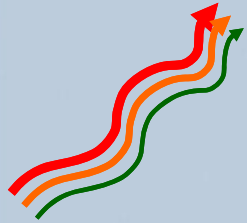
## • Ministerio Fomento

	Modelo	Material	Altura	V recomendada	Anchura *	Longitud	Dibujo/pintura	Fijación	Unión	Geometría	Observaciones
Ministerio de Fomento Genérico	Lomos de asno in situ	Hormigón con textura entre 0,6 y 0,9 ó materiales asfálticos con CRT $\geq 65$	6 cm $\pm$ 1 cm	Entre 30 km/h y 50 km/h	4 m $\pm$ 0,20 m	Hasta completar el ancho de calzada		--	--	Segmento circular	
Ministerio de Fomento Genérico	Paso peatonal sobreelevado o insitu	Hormigón con textura entre 0,6 y 0,9 ó materiales asfálticos con CRT $\geq 65$	10 cm $\pm$ 1 cm	30 km/h 40 km/h 50 km/h	4 m $\pm$ 0,20 m Excepcionalmente hasta 2,5 m	Hasta completar el ancho de calzada		--	--	Trapezoidal con rampas entre: 1 m para zona 30 1,5 m para zona 40 2,5 m para zona 50	
Ministerio de Fomento Genérico	Reductor pefabricado	Caucho o derivados y materiales plásticos	$\leq 3$ cm	V máx = 50 km/h	$\geq 60$ cm	Hasta completar el ancho de calzada	Igual que lomos de asno in situ variando el tamaño de los triángulos	Tornillos o adhesivo químico	--	---	
Ministerio de Fomento Genérico	Reductor pefabricado	Caucho o derivados y materiales plásticos	Entre 5 y 7 cm	V máx < 50 km/h	Entre 60 y 120 cm	Hasta completar el ancho de calzada	Igual que lomos de asno in situ variando el tamaño de los triángulos	Tornillos o adhesivo químico	--	---	En casos excepcionales por obras o recintos interiores con limitación de velocidades inferiores a a 50 km/h

# Inventario



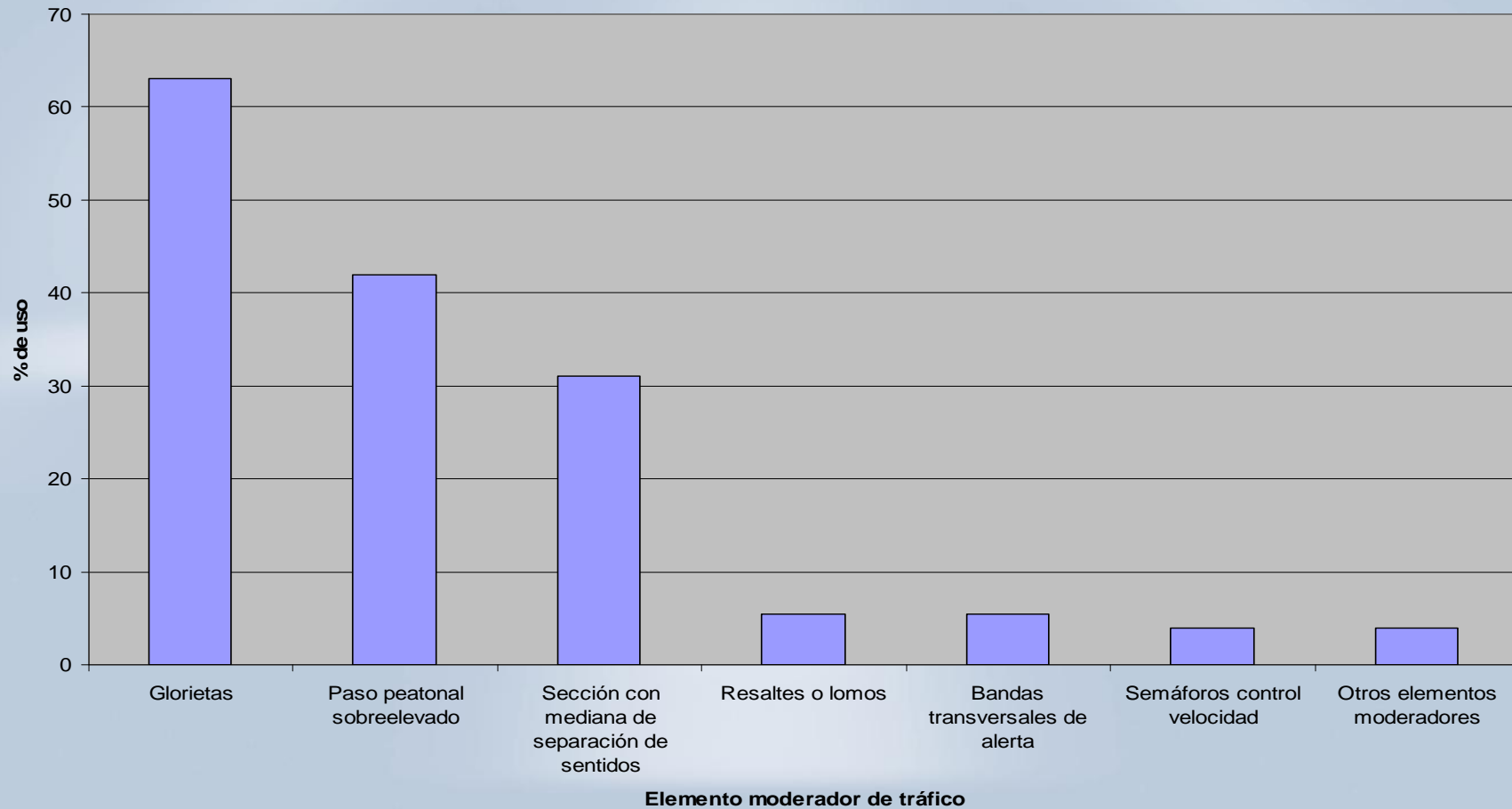
Fabricante	Modelo	Material	Altura	V recomendada	Anchura *	Longitud	Dibujo/pintura	Fijación	Unión	Geometría	Observaciones
3M		goma natural negra	3 cm	50 km/h	60 cm	47,5 cm	Cintas amarillas antideslizantes encastradas, de alta retroreflexión	4 Tornillos	Ensamblaje en cola de golondrina	Casquete cilíndrico	
		"	5 cm	40 km/h	90 cm	50 cm	"	5 Tornillos	"	"	
		"	7 cm	30 km/h	120 cm		"		"	"	Yuxtaposición de dos elementos de 60x50 cm.
Siñar, S.L.		PVC reciclado	2,5 cm		40 cm	50 cm	Piezas amarillas o negras	Tornillos o pegados con adhesivo		"	Extremos de 25 cm long.
		"	3 cm		50 cm	50 cm	"	"		"	"
		"	5 cm		40 cm	50 cm	"	"	Pestañas de conexión	"	Ojos de gato reflectantes opcionales
		"	7 cm		50 cm	50 cm	"	"	"	"	Ojos de gato reflectantes opcionales; Túnel central para cableados
Proseñal, S.L.	tipo 3M	goma natural	3cm	50 km/h	60 cm	47,5 cm	Cintas amarillas antideslizantes encastradas, de alta retroreflexión	4 Tornillos con taco plástico	Ensamblaje en cola de golondrina	"	
		"	5 cm	40 km/h	90 cm	50 cm	"	5 Tornillos con taco	"	"	
	tipo Mauro CZ8	goma natural	5 cm	reducción más de 20 km/h	43 cm	50 cm	Piezas amarillas o negras	4 Tacos expansivos		"	
	tipo Prose mod. 25	caucho y goma	4,3 cm		25 cm	100 cm	Tira de material reflectante a cada lado	3 Tornillos expansivos con tacos de		"	
Oxford Plastic Systems Ltd.		PVC reciclado	5 cm	ralentiza hasta 16 km/h	42 cm	50 cm	Piezas amarillas o negras	Tornillos	Ensambladas	"	
			7,5 cm	ralentiza hasta 8 km/h	42 cm	50 cm	"	"	"	"	Reflectores blancos en cada tramo
			7 cm	centros urbanos o zonas peatonalizadas	50 cm	80 cm	Piezas negras con triángulos blancos	"	"	Trapezoidal	Acopladas componen una rampa más larga
Equipamientos urbanos de Córdoba, S.L.		goma natural	3 cm	50 km/h	60 cm	47,5 cm	Cintas amarillas antideslizantes encastradas, de alta retroreflexión	5 Tornillos expansivos	Ensambladas	"	Pieza Terminal de long. 25 cm
			5 cm	40 km/h	60 cm	47,5 cm	"	7 Tornillos expansivos		"	Pieza Terminal de long. 22,5 cm
Ingeniería de Seguridad Vial, S.L.		caucho reciclado de neumáticos	3 cm		60 cm	48 cm	Bandas reflectantes			"	
		"	5 cm		90 cm	50 cm				"	
		"	7 cm		120 cm	33 cm				"	
		"	4 cm		35 cm	70 cm				"	
Tecnival		"	4 cm		40 cm	70 cm				"	
	Redutec	goma natural	3 cm					Tornillos o adhesivos químicos		"	
		"	5 cm							"	
CODICCE DELLA ESTRADA de ITALIA (Art. 42)		caucho o material plástico	3 cm	50 km/h	120 cm		Superficie antideslizante	Deben ir fuertemente anclados al pavimento		Trapezoidal o Casquete cilíndrico	Han de estar señalizados previamente. Tienen autorizados los 3M tipo A y B (3 y 5 cm)
			5 cm	40 km/h	90 cm						
		también puede ser aglomerado	7 cm	30 km/h	60 cm						

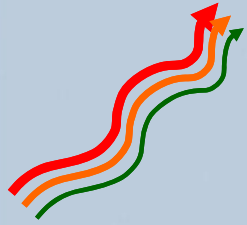


# Inventario

- **Inventario EMT Comunidad Valenciana**

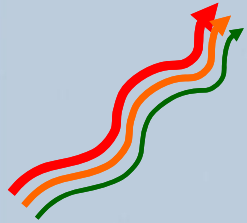
Uso de elementos moderadores de tráfico, EMT, en las travesías de la Red de carreteras de la Comunidad Valenciana





# ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL





# Estudio de Seguridad Vial

- Detectar los principales conflictos:
  - Según información previa para el estudio de sistemas moderadores:
    - Objetivo y funcionalidad del elemento
    - Experiencia que relaciona la forma y características con la funcionalidad obtenida
    - Ventajas e inconvenientes
    - Lugares adecuados para la implantación
    - Posibilidades de combinación con otras soluciones

MEASURE		BENEFITS			
		Speed Reduction	Volume Reduction	Conflict Reduction	Environment
Vertical Deflection	Raised crosswalk	●	○	○	○
	Raised intersection	○	○	○	○
	Rumble strips	○	○	○	○
	Sidewalk extension	○	○	○	○
	Speed hump	●	○	○	○
	Textured crosswalk	○	○	○	○
Horizontal Deflection	Chicane — one-lane	○	●	●	○
	Chicane — two-lane	○	○	○	○
	Curb extension	○	○	○	○
	Curb radius	○	○	○	○
	Median island	○	○	○	○
	On-street parking	○	○	○	○
	Traffic circle	○	○	○	○
Obstruction	Directional closure	○	●	○	○
	Diverter	○	●	○	○
	Full closure	○	●	○	○
	Intersection channelization	○	○	○	○
	Median barrier	○	○	○	○
Signage	No Through Traffic sign	○	○	○	○
	One-way Street sign	○	○	○	○

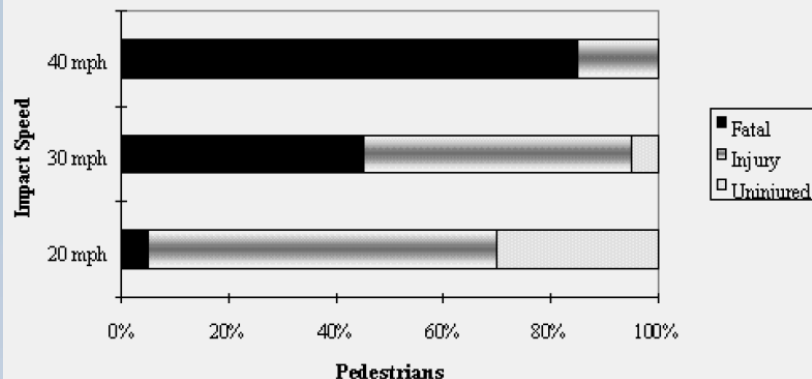
  

MEASURE	IMPACTS					Cost
	Local Access	Emergency Response	Driver Travel Modes	Enforcement	Maintenance	
Vertical Deflection	Raised crosswalk	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Raised intersection	○	○	○	○	\$\$
	Rumble strips	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Sidewalk extension	○	○	○	○	\$
	Speed hump	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Textured crosswalk	○	○	○	○	\$ to \$\$
Horizontal Deflection	Chicane — one-lane	○	○	○	○	\$ to \$\$\$
	Chicane — two-lane	○	○	○	○	\$
	Curb extension	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Curb radius	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Median island	○	○	○	○	\$ to \$\$
	On-street parking	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Traffic circle	○	○	○	○	\$\$ to \$\$\$
Obstruction	Directional closure	○	○	○	○	\$
	Diverter	○	○	○	○	\$\$ to \$\$\$
	Full closure	○	○	○	○	\$\$ to \$\$\$
	Intersection channelization	○	○	○	○	\$\$ to \$\$\$
	Median barrier	○	○	○	○	\$ to \$\$
	Right-in/right-out island	○	○	○	○	\$\$
Signage	No Through Traffic sign	○	○	○	○	\$
	One-way Street sign	○	○	○	○	\$
	Traffic Calmed	○	○	○	○	\$
	Neighborhood sign	○	○	○	○	\$
	Speed Limit sign	○	○	○	○	\$
	STOP sign	○	○	○	○	\$
	Turn Prohibition sign	○	○	○	○	\$
	Yield sign	○	○	○	○	\$

● = Substantial impacts  
 ○ = No impacts  
 \$ = Low cost  
 \$\$ = Moderate cost  
 \$\$\$ = High cost

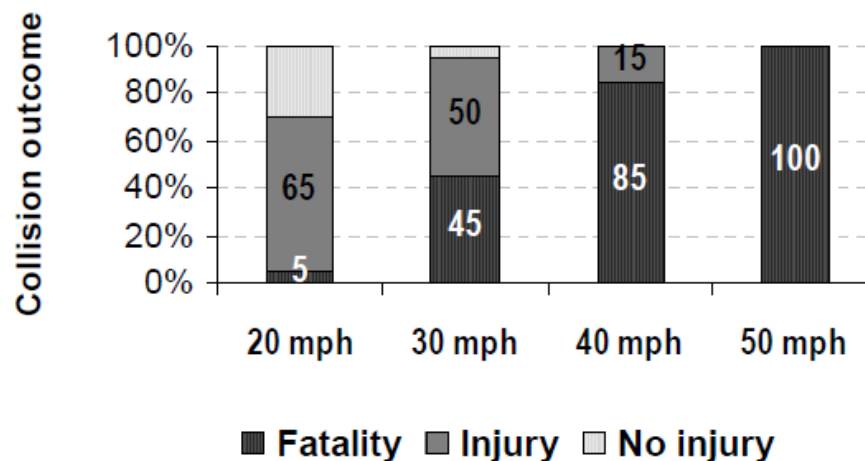
# Estudio de Seguridad Vial

**Figure 1. Vehicle Impact Speed and Pedestrian Injury Severity (from DETR)**

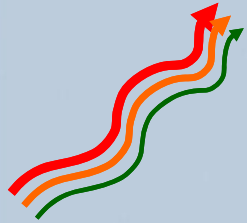


UK Department of Transport Traffic Advisory Leaflet 7/93 (TAU, 1993)

**Impact speeds, pedestrian fatality and injury**

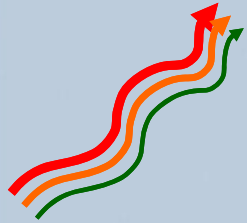


(U.S. Department of Transportation, Leaf WA, Preusser DF 1999)



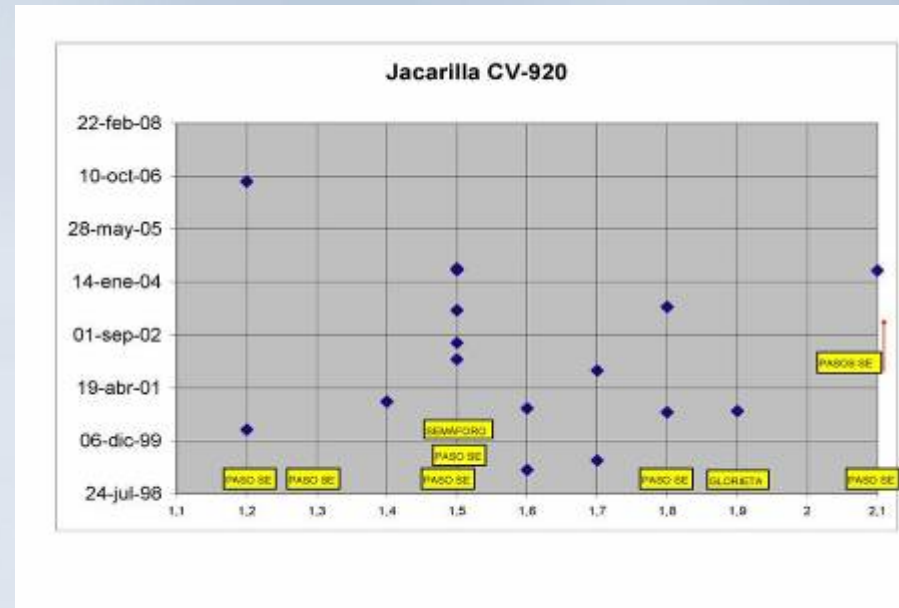
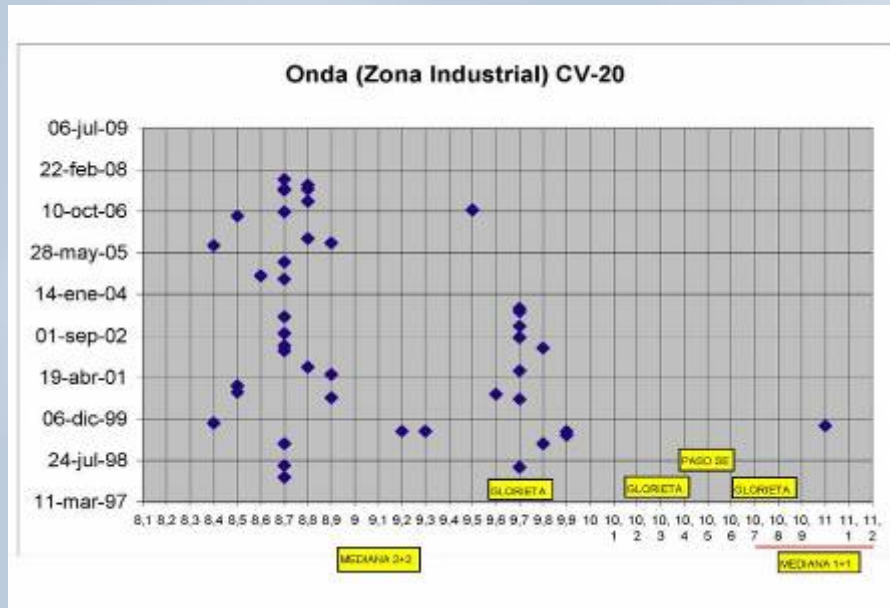
# Estudio de Seguridad Vial

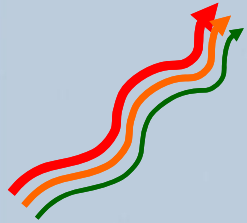
- **Detectar posibles zonas de estudio:**
  - Base de datos de accidentes de la C. Valenciana
  - Filtrado por travesías y zonas de implantación de Elementos Moderadores de Tráfico (EMT)
  - **Análisis:**
    - Travesías priorizadas por número de accidentes
    - Valorando los elementos moderadores de tráfico ya implantados, incluso con fecha de implantación
    - Valorando la eficacia de los ya implantados a través del análisis de los accidentes



# Estudio de Seguridad Vial

- Estudios Espacio-Temporales de la accidentalidad y de las actuaciones

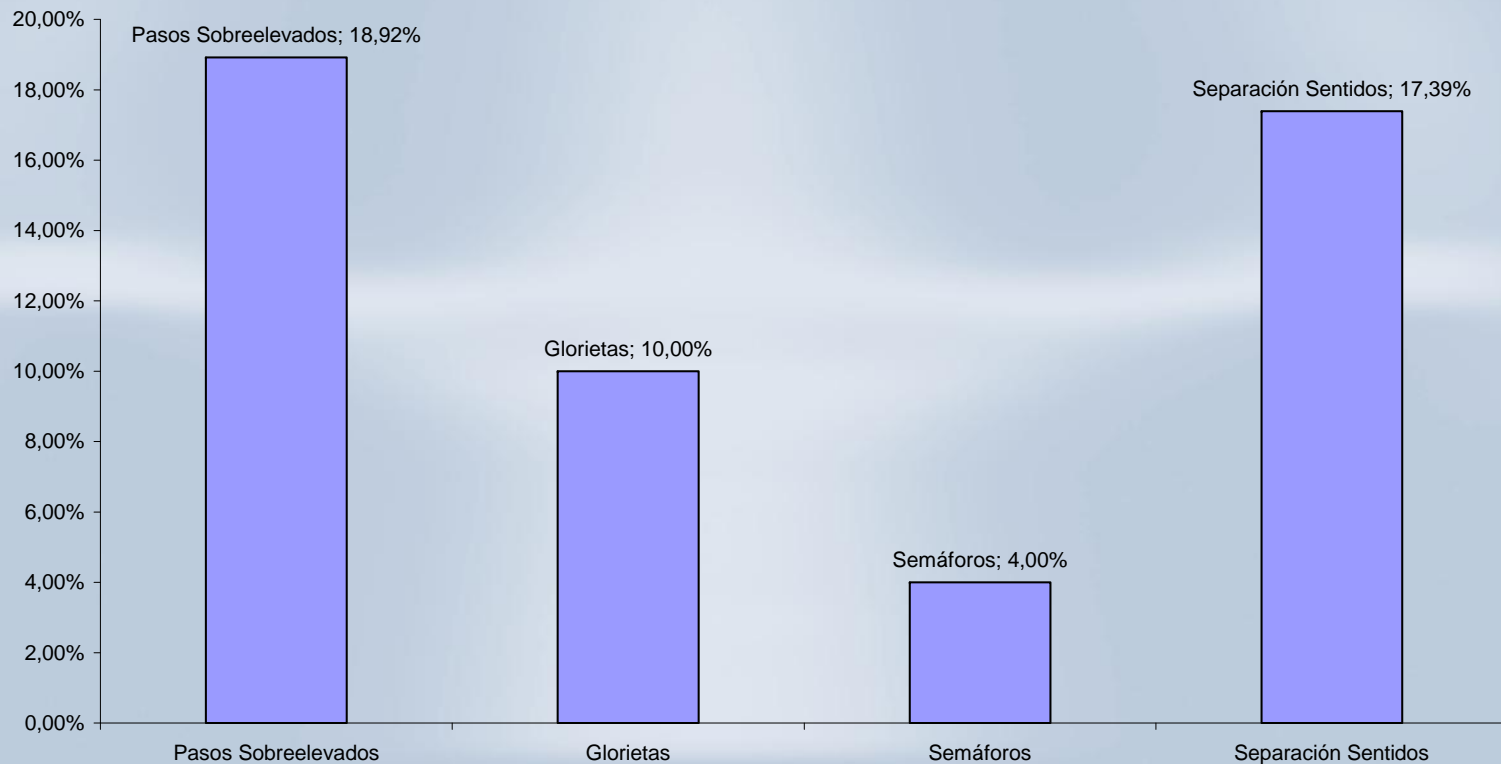




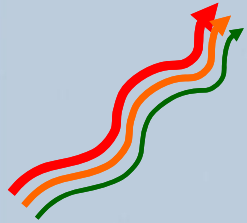
# Estudio de Seguridad Vial

- Mejora de accidentalidad asociada a la implantación de EMT

Para cada elemento moderador de tráfico, porcentaje de casos donde se observa una mejora de la accidentalidad asociada a la implantación del elemento  
Muestra analizada de travesías de la Red de carreteras de la Comunidad Valenciana





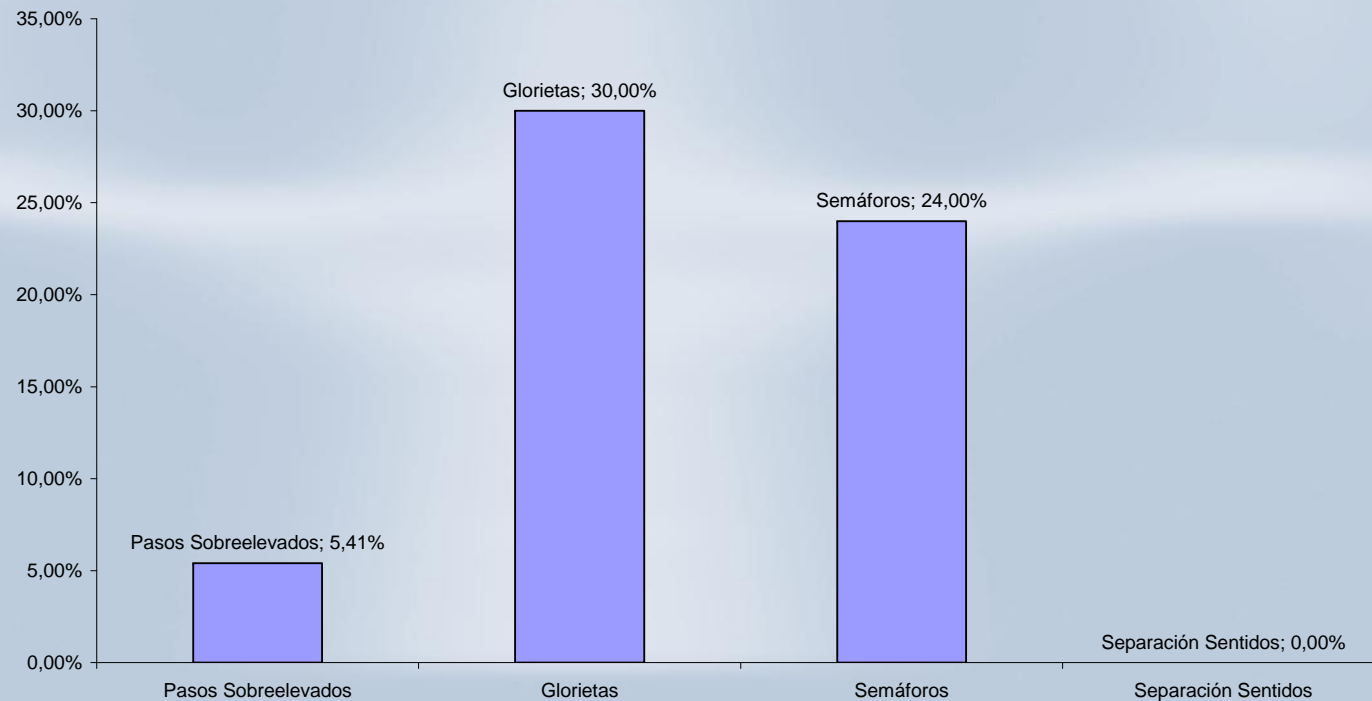


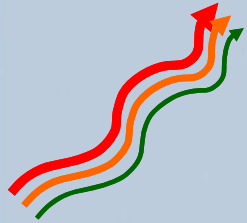
# Estudio de Seguridad Vial

- **Concentración de accidentes en EMT. Eficacia en la eliminación del número de accidentes. No se valora la gravedad**

Para cada elemento moderador de tráfico, porcentaje de casos donde se observa concentración de accidentes

Muestra analizada de travesías de la Red de carreteras de la Comunidad Valenciana

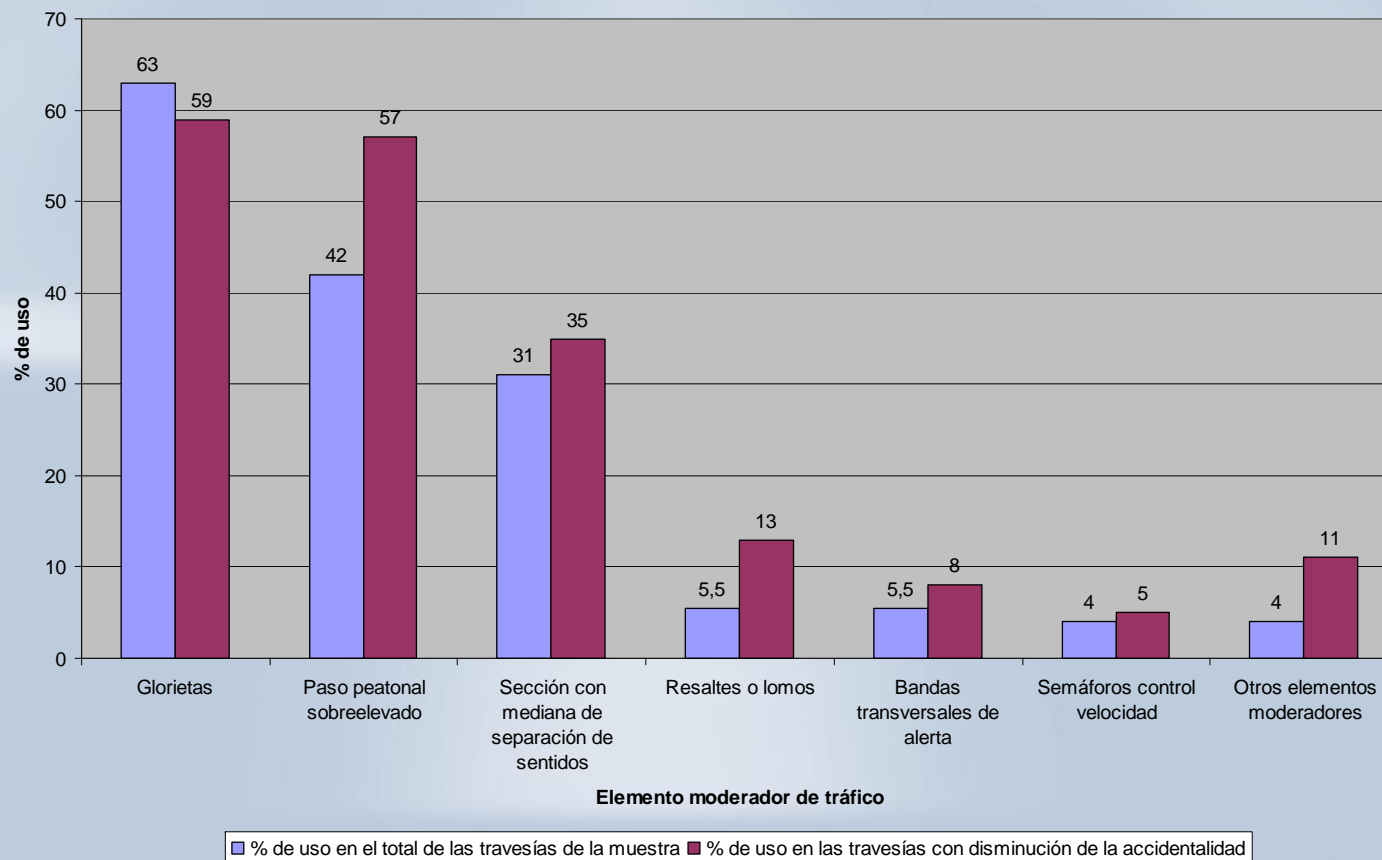


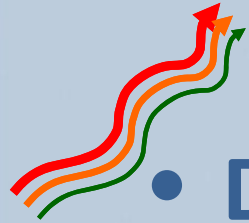


# Estudio de Seguridad Vial

- Efecto de los Elementos moderadores de tráfico

Uso de elementos moderadores de tráfico, EMT, en las travesías de la Red de carreteras de la Comunidad Valenciana





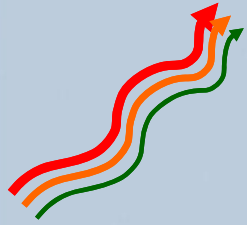
# Estudio de Seguridad Vial

## • Detectar posibles zonas de estudio:

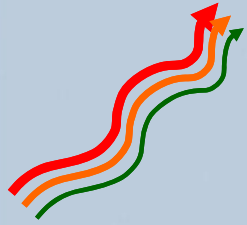
### – Resultado:

- Travesías susceptibles de implantación de EMT
- Travesías susceptibles de observación para ver la eficacia de los EMT ya implantados
- Travesías susceptibles de observación por evolución anómala de la siniestralidad

Carretera	PK Inicio	PK Final	Población	Nº Accid.	IMD 2007	% Pes	Hab.	Actuaciones Moderación tráfico	Resultado	Punto conflicto Motivos
CV-20	8,1	11,2	Onda (Zona Industrial)	45	21.516	14 %				PK 8,7
CV-95	24,4	25,65	Los Balcones	40	24.587		177	Rotondas Mediana Antes de 2002	Mejora apreciable	Inicio travesía
CV-900	2,24	3	Redován	36	10.636		5.623	Semáforos		Velocidad Incumplimiento señalización
CV-500	14,9	18,1	El Perellonet	31	12.997	3%	1.552	Semáforos vel. Mediana		Inicio y puntual Velocidad
CV-190	0	1,755	Alcora (Zona Industrial)	29	4.856					Inicio y puntual Velocidad
CV-855	16,06	17	Dolores	24	4.942		5.737			Inicio y Final Velocidad
CV-895	3,8	5,2	El Campico	22	9.017		410	Bandas transversales de alerta	Mejora evidente	Sin conflicto actual
CV-81	40,5	42	Villena	20	6.790	11%	32.383	Rotondas Mediana Antes de 2002		Inicio y Final Velocidad, Cruce, Incumplimiento señalización
CV-60	37,1	38,2	Real de Gandía	19			1.637	Pasos sobreelevados Verano 2006	Mejora evidente	Sin conflicto actual
CV-300	6,8	7,7	Museros	16	7.384	6%	4.451	Variante Mayo 2007	Accidentes muy anteriores a la actuación	
CV-91	3,3	3,8	La Campaneta	16	13.040	4%	481			No concreto Invasiones carril, etc.
CV-915	3,7	4,1	Los Desamparados	16	9.567	4%	846	Mediana en 2004		Final y puntual Velocidad y cruces



## **GLOSARIO**

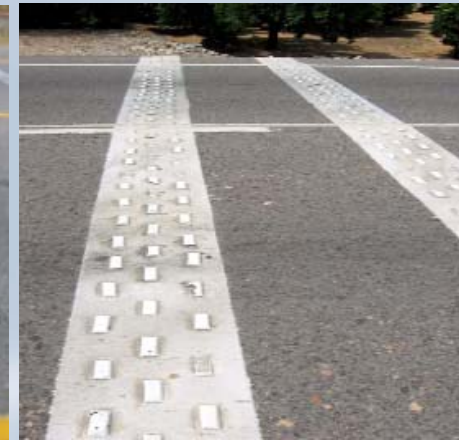


# Glosario

- **Unificación de terminología de los diferentes sistemas moderadores de tráfico**

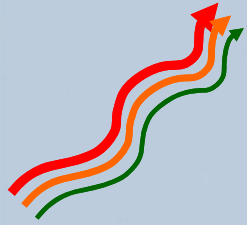


**Reductor de velocidad prefabricado**  
**Badén, Resalte, Lomo,**  
**Reductor de velocidad sobreelevado**



**Bandas sonoras**  
**Bandas transversales de alerta**



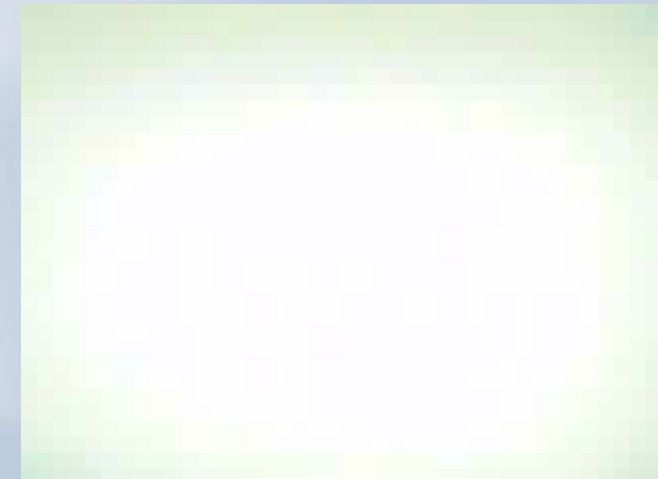
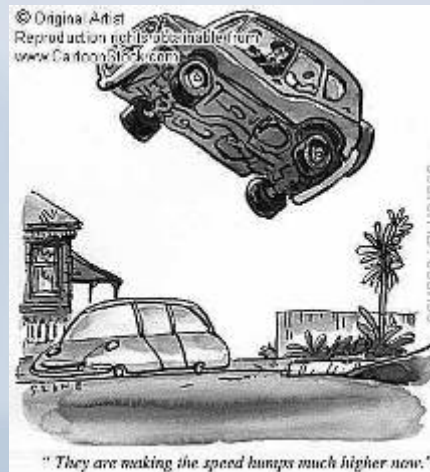
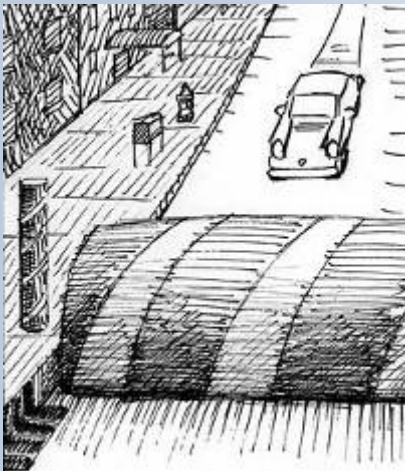


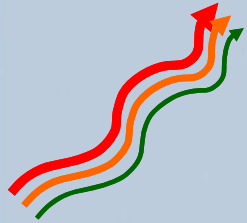
## Precauciones finales

- También existen elementos de moderación “naturales” no aconsejables



- Cuidado con elementos radicales





# METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE MODERACIÓN DE TRÁFICO (MODETRA)



**Gracias por su Atención**

