

PEIT – Cedex 2007



# JORNADA

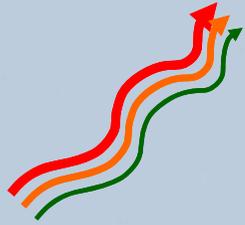
## Seguridad Vial en Zona Urbana: Moderación de la Velocidad

# NUEVAS INVESTIGACIONES: Proyecto MODETRA

Ana Tsui Moreno Chou  
Javier Camacho Torregrosa

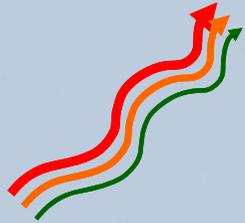


REFERENCIA: PT-2007-052-23IAPM



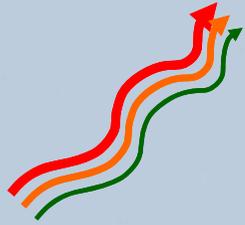
## Objetivos

- **Formulación de metodología para el diseño e implantación de sistemas de moderación**
- **Desarrollo de criterios técnicos**
- **Mejora de la normativa establecida**
- **Sistematización y optimización de los sistemas moderadores del tráfico:**
  - **Repercusiones económicas**
  - **Influencia sobre la seguridad vial y el confort de los usuarios**

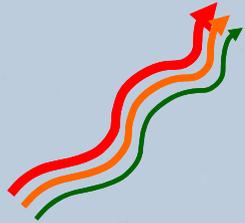


## Actividades

1. Estado de la técnica
2. Definición de funciones
3. Evaluación de sistemas existentes
4. Desarrollo de nuevos sistemas
5. Definición de exigencias y recomendaciones
6. Evaluación práctica de la efectividad de las recomendaciones
7. Difusión

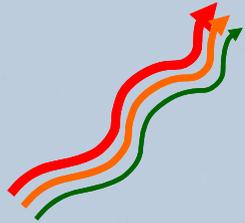


# DEFINICIÓN DE FUNCIONES



## Definición de funciones

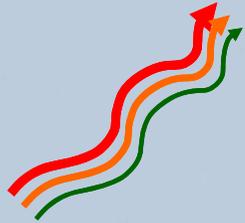
- **Funciones de la moderación del tráfico:**
  - Seguridad
  - Movilidad/accesibilidad
  - Social
  - Económica
  - Medio ambiente



# Definición de funciones

- **Funciones de la moderación del tráfico (I):**

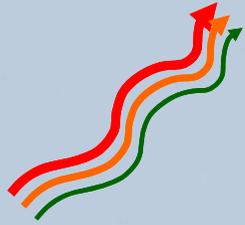
Funciones de Moderación de Tráfico		Zonas urbanizadas			
		Autovía (urbana)	Arterias	Vías Urbanas	Vía Residencial
Seguridad	Reducir la accidentalidad				
	Reducir la severidad del accidente				
	Reducir los accidentes con usuarios vulnerables implicados				
	Reducir el número de conflictos de tráfico serios				
	Promover velocidades apropiadas				
	Mejorar la conciencia de los conductores respecto a otros usuarios				
	Incrementar la conciencia de potenciales situaciones de peligro en la carretera				
	Reducir conductas potencialmente peligrosas				
Movilidad/ Accesibilidad	Reducir el tráfico en esa zona				
	Favorecer la fluidez del tráfico				
	Mejorar el acceso a lugares públicos (escuelas, hospitales, bibliotecas, etc.) y zonas de ocio				
	Mejorar el acceso a zonas comerciales				
	Favorecer una accesibilidad y desplazamiento seguro a las personas con discapacidad				
	Facilitar la entrada y el tránsito de los vehículos de emergencias				
	Incrementar la posibilidad de caminar y usar la bicicleta				
	Incrementar el uso del transporte público				



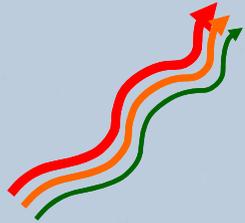
# Definición de funciones

- **Funciones de la moderación del tráfico (II):**

Funciones de Moderación de Tráfico		Zonas urbanizadas			
		Autovía (urbana)	Arterias	Vías Urbanas	Vía Residencial
<b>Social</b>	Incrementar la calidad de vida de los residentes				
	Favorecer la creación de un entorno atractivo para todos los usuarios				
	Facilitar la conciliación de la vida familiar y laboral				
	Mejora de la salud de los residentes				
	Disminución del índice de criminalidad				
	Potenciar las relaciones entre los residentes, especialmente entre los niños				
	Favorece la independencia de los niños y las personas mayores				
<b>Medio ambiente</b>	Reducir la contaminación atmosférica generada por el tráfico				
	Reducir la contaminación acústica generada por el tráfico				
	Reducir las vibraciones generadas por el tráfico				
<b>Economía</b>	Revalorizar la zona				
	Reducir el coste de accidentes				

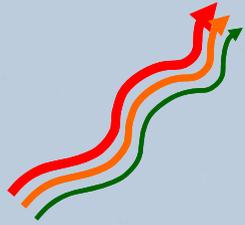


## **EVALUACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES**



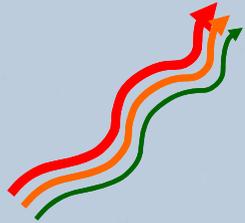
# Evaluación de sistemas existentes

- **Tareas:**
  - **Ensayos de Laboratorio**
  - **Tramos de Observación**
  - **Microsimulación**
  - **Tramos de Experimentación**



# **EVALUACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES:**

- ENSAYOS DE LABORATORIO**



# Ensayos de Laboratorio

- **Geometrías ensayadas:**

Resalte	Velocidades (km/h)			
Resalte A (3M 90x5cm)	30	40	50	
Resalte B (3M 60x3cm)	40	50	60	70
Resalte C (3M 120x7cm)	20	30	40	
Resalte PT 44x3cm	30	40	50	

- **Vehículos:**

- **Turismo, furgoneta 14m<sup>3</sup> y autobús urbano**



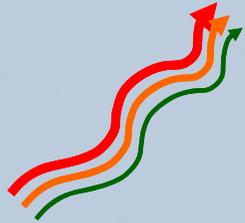
- **Medidas objetivas:**

- Ruido y confort vibratorio
- Vibraciones interiores y transmitidas al terreno
- Influencia sobre sistema ABS y longitud de frenada
- Despegue de las ruedas (cámaras alta velocidad)

- **Medidas subjetivas:**

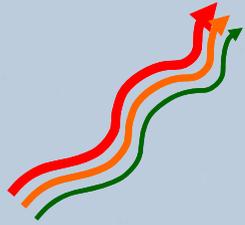
- Apreciación de los usuarios
- Intención de velocidad de paso





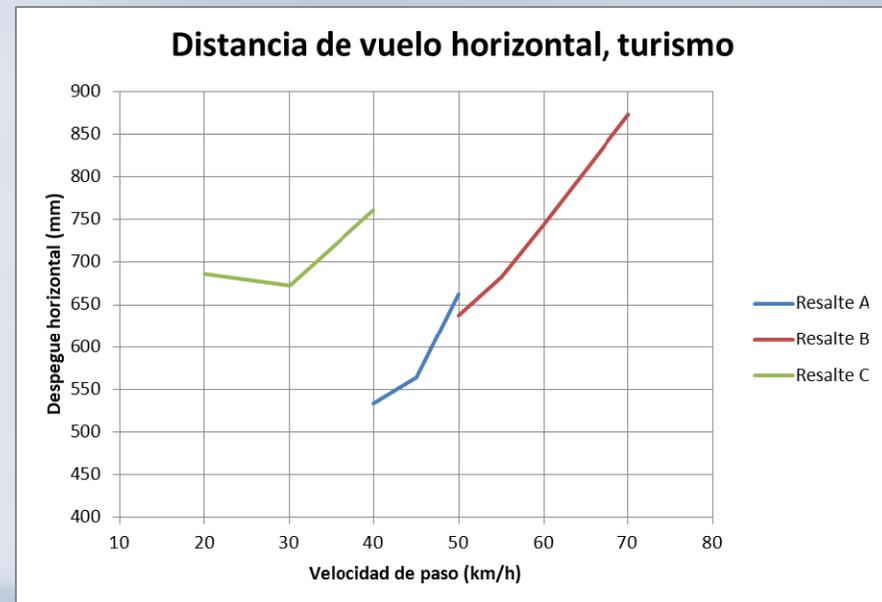
# Ensayos de laboratorio

- **Confort vibratorio interior:**
  - Menor confort a mayor velocidad
  - Apenas varía en el resalte de 3 cm por su poca altura
- **Vibración exterior:**
  - Valores muy bajos, mayores por el autobús
  - Mayores en el resalte prefabricado (rígido)
- **Ruido interior:**
  - Incremento de ruido importante ( $>10\text{dB(A)}$ )
  - Dos máximos relativos (trenes delantero y trasero)
- **Ruido exterior:**
  - Dos máximos, correspondientes al tren delantero y trasero
  - No se produce en el caso del autobús (ruido motor elevado)

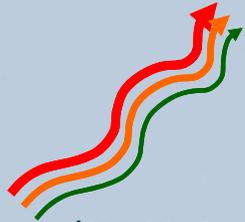


# Despegue de las Ruedas

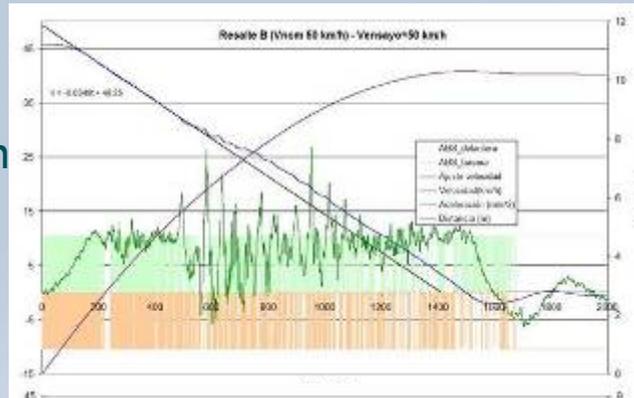
- **Despegue:**
  - Todos los elementos y vehículos producen despegue de las ruedas
  - Turismo y furgoneta: mayor en el eje trasero
  - El resalte de 3 cm produce un menor despegue



# Influencia en la Distancia de Frenado

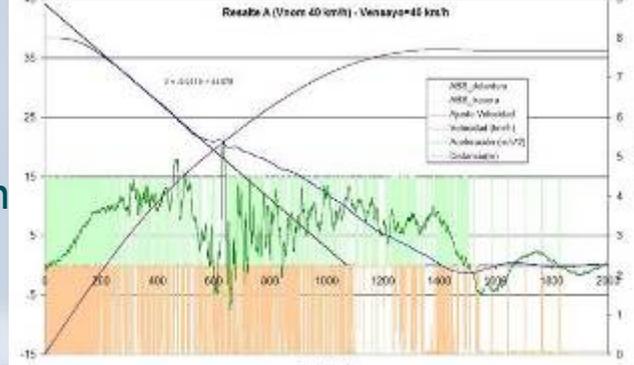


(3M 60x3cm)  
Vnom=50km/h



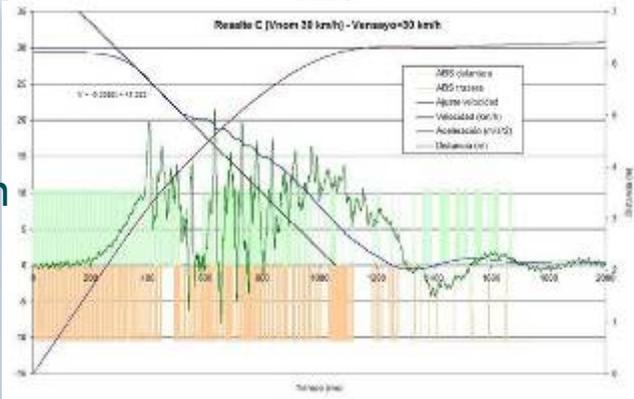
Velocidad ensayo	Distancia frenado (m)	Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup> (m)	% Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup>
40 km/h	6,85	0,37	5,4%
50 km/h	10,29	0,70	6,8%
60 km/h	14,50	0,77	5,3%

(3M 90x5cm)  
Vnom=40km/h



Velocidad ensayo	Distancia frenado (m)	Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup> (m)	% Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup>
30 km/h	4,21	0,64	17,9%
40 km/h	7,72	1,29	20,1%
50 km/h	10,93	1,58	16,9%

(3M 120x7cm)  
Vnom=30km/h



Velocidad ensayo	Distancia frenado (m)	Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup> (m)	% Aumento distancia de frenado <sup>1)</sup>
20 km/h	3,16	0,46	14,6%
30 km/h	6,33	0,80	12,6%
40 km/h	8,31	1,65	19,9%



Necesario alejar de intersecciones y pasos de peatones



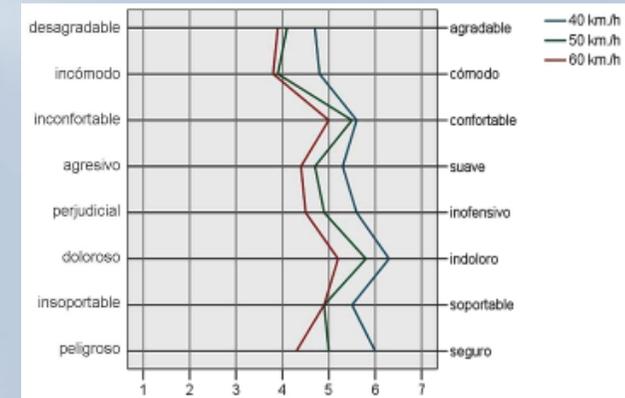
# Influencia sobre el Conductor

## – Efecto de la velocidad:

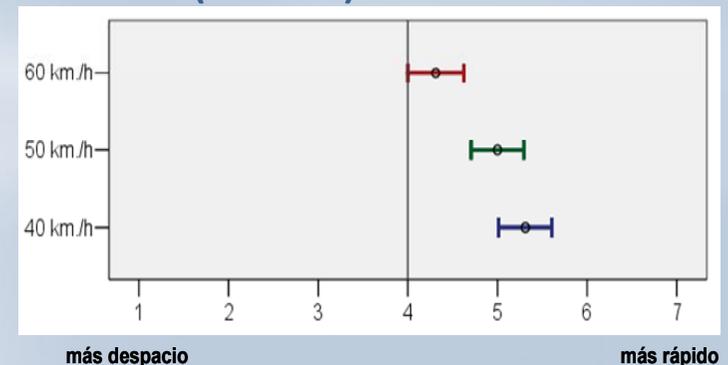
- Aumenta el disconfort
- Aumenta la percepción de inseguridad

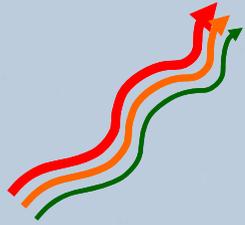
## – Elección de una velocidad diferente:

- En muchas ocasiones los conductores circularían a velocidades mayores que la nominal
- El descenso de confort percibido no es suficiente para que los conductores escojan la velocidad nominal



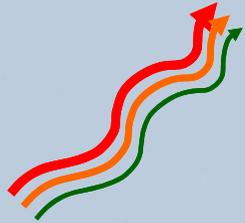
Resalte de 60x3cm  
(turismo)





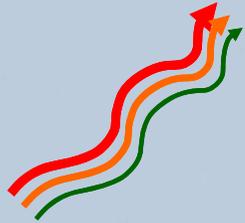
# **EVALUACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES:**

## **- TRAMOS DE OBSERVACIÓN**



## Tramos de Observación

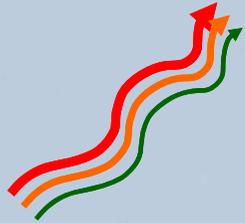
- **Evaluar la influencia de diferentes elementos moderadores del tráfico en el comportamiento de los conductores en función de sus características**
- **Vías estudiadas:**
  - **Travesías**
  - **Vías urbanas**



# Tramos de Observación - Travesías

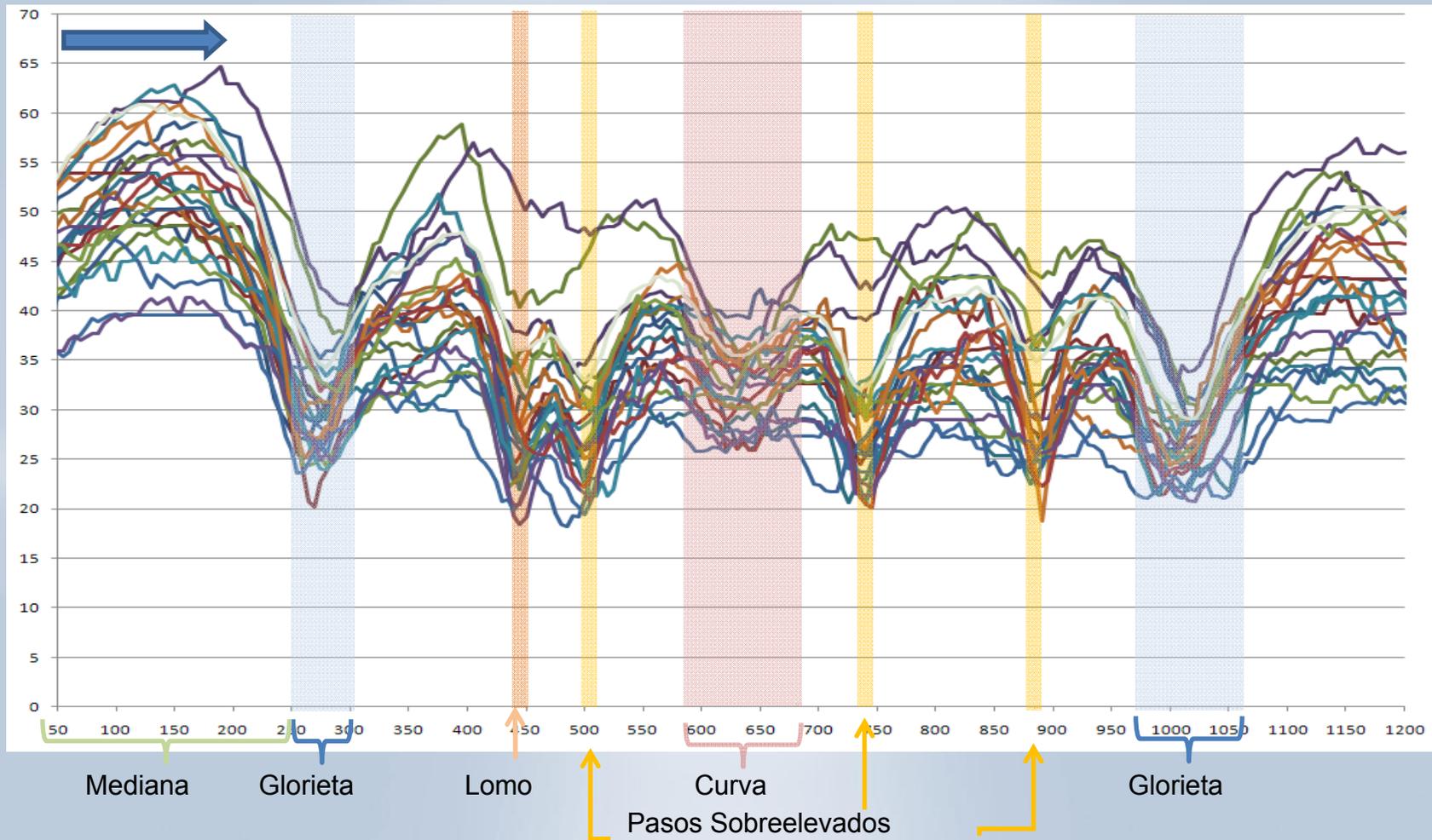
- **Selección de travesías:**
  - 5 Travesías en la Comunidad Valenciana
- **Toma de datos:**
  - Perfilómetro Digital
  - Laboratorio Móvil de Tráfico
  - Rastreadores Pasivos GPS
- **Reducción de datos**
- **Análisis de los resultados**

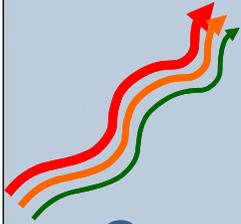




# Tramos de Observación - Travesías

- **Genovés / CV-610 - Perfiles de velocidad:**





# Tramos de Observación - Travesías

- **Conclusiones - Lomos transversales:**
  - **Dispersión en las características geométricas → un amplio porcentaje no cumple la Instrucción**
  - **Reducción de la velocidad:**
    - Depende de:
      - Separación entre dispositivos
    - Varía entre 9 y 27 km/h
  - **Velocidad de operación de paso:**
    - Entre 31 y 36 km/h → algo superior a la indicada en la señalización
    - Depende de:
      - Orden del elemento
      - Distancia al dispositivo anterior
    - No depende de:
      - Altura
      - Longitud

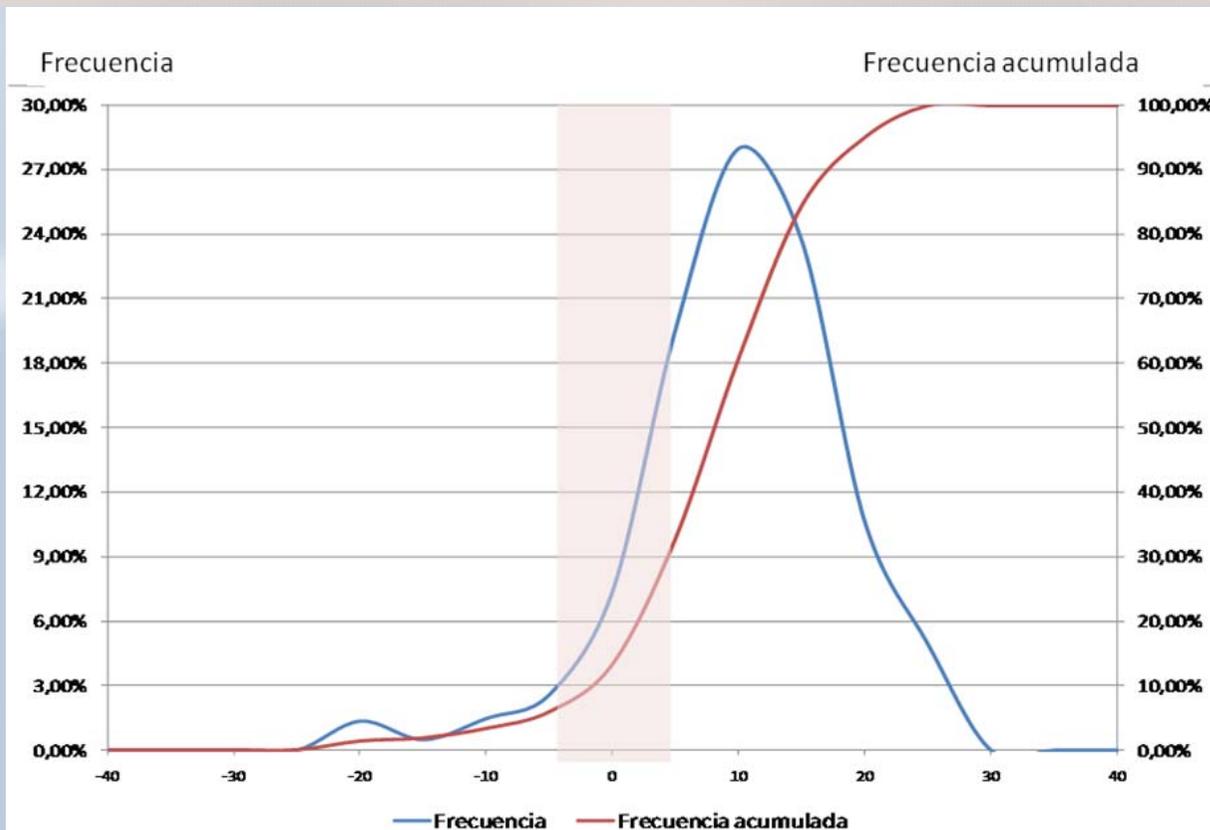


# Tramos de Observación - Travesías

- **Conclusiones - Lomos transversales:**

- **Localización de la velocidad mínima:**

- Después del elemento (70% casos)
    - Hasta 20 m después → No colocar un lomo a menos de 20 m de un punto de decisión





# Tramos de Observación - Travesías

- **Conclusiones - Pasos elevados:**

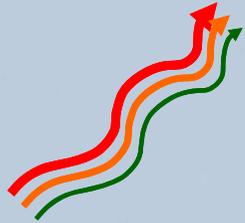
- **Gran dispersión en las características geométricas → la gran mayoría no cumple la Instrucción**

- **Reducción de la velocidad:**

- Depende de:
  - Separación entre dispositivos
- Entre 20 y 25 km/h

- **Velocidad de paso:**

- Depende de:
  - Pendiente de la rampa de entrada
  - Longitud
  - Distancia al dispositivo anterior
- **No depende de:**
  - Altura



## Tramos de Observación - Travesías

- **Conclusiones - Pasos elevados :**
  - **Comparativa con la Instrucción de Fomento:**

Tipo	Pendiente Entrada (%)	Velocidad Nominal (km/h)	Velocidad de Operación Observada sobre el Paso Elevado (km/h)		
			Separación entre Pasos Elevados (m)		
			50	100	150
A	4,00	50	38,5	39,3	40,0
B	6,67	40	31,9	32,5	32,9
C	10,00	30	26,0	26,7	27,5

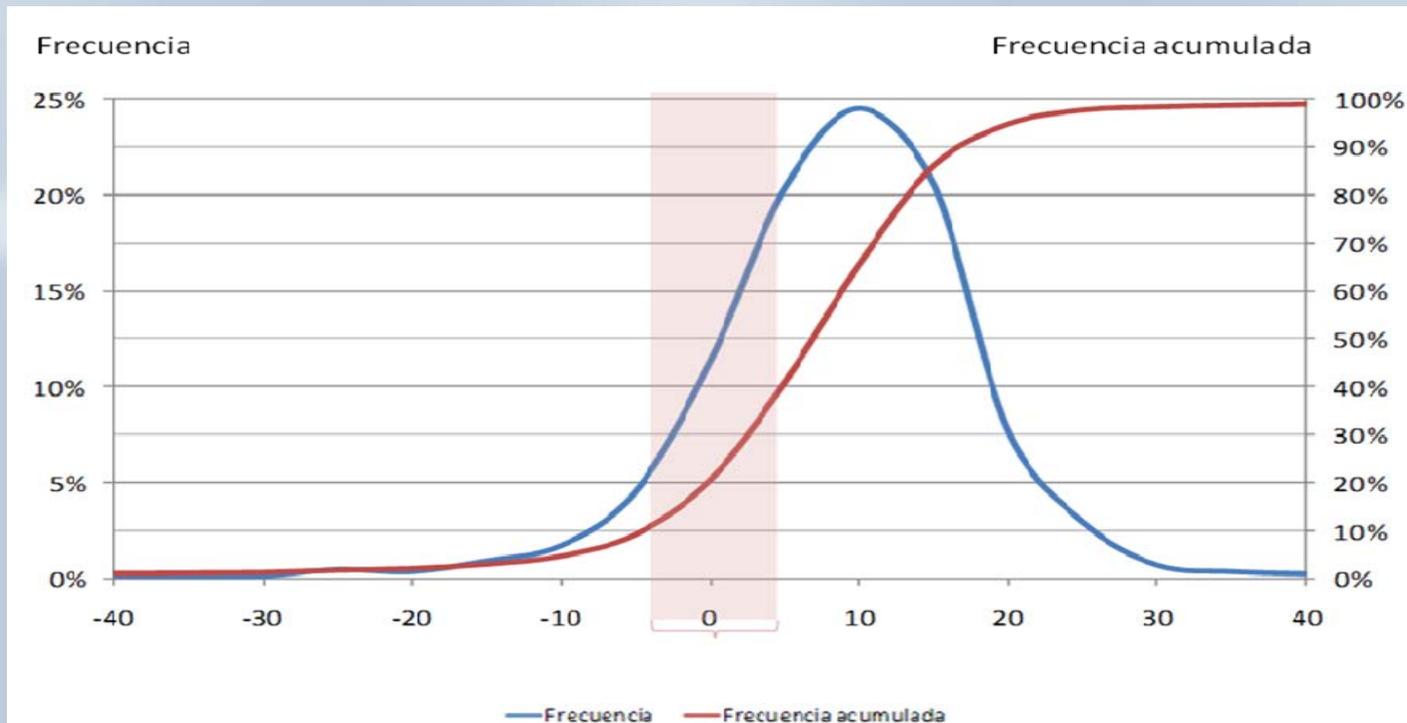


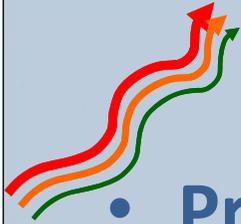
# Tramos de Observación - Travesías

- **Conclusiones - Pasos elevados:**

- **Localización de la velocidad mínima:**

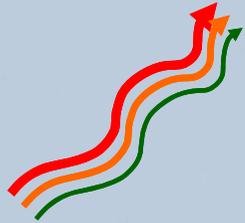
- Después del elemento (60%)
    - Hasta 20 m después → No colocar un paso elevado a menos de 20 m de un punto de decisión





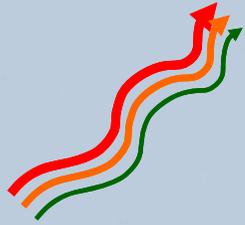
## Tramos de Observación - Urbana

- **Principales medidas evaluadas:**
  - Ruido y vibraciones transmitidas al terreno
  - Reducción de velocidad
  - Evaluación del comportamiento de usuarios y conflictos de tráfico
- **Tramos observados:**
  - Radar fijo situado en arteria de acceso a ciudad con calzadas separadas
  - Pasos de peatones elevados en vía de doble sentido
  - Intersección elevada con vía principal de doble sentido
  - Resaltes en vía de calzada única con un sólo sentido
  - Resaltes en vía con calzadas separadas y dos carriles por calzada



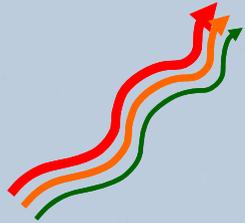
## Tramos de observación - Resultados

- **Tramo I: Radar fijo situado en arteria de acceso a ciudad con calzadas separadas:**
  - **La velocidad de circulación se ha visto reducida en unos 10 km/h (velocidades entre 60 y 70 km/h)**
  - **Esta reducción de velocidad ha sido observada en ambos sentidos de circulación**
  - **El nivel de ruido ha disminuido (rodadura)**
  - **Importancia de la velocidad límite señalizada:**
    - Efectos negativos: aumentan los conflictos por alcance
    - El «efecto canguro» puede aumentar las emisiones
    - Necesidad de activar el radar y avisar su presencia



## Tramos de observación - Resultados

- Tramo II: Vía urbana con pasos de peatones elevados:
  - Gran descenso de la velocidad (40-70%)
  - El impacto acústico es despreciable, debido a la importante reducción de velocidad
  - Mayor número de conductas de riesgo: invadir el carril contrario: conflictos frontales



## Tramos de observación - Resultados

- **Tramo III: Intersección elevada en zona residencial:**

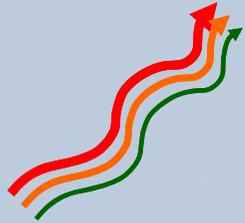
- **La velocidad de circulación no se ve prácticamente afectada**

- **El material rígido de la sobreelevación produce:**

- Alto impacto acústico ( $> 5\text{dB(A)}$ )
- Elevados niveles de vibración exterior

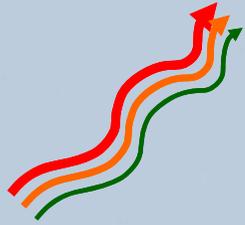
- **Comportamientos:**

- Peatones: elevado grado de cumplimiento
- Los conductores presentan peores conductas (velocidad excesiva o no ceder el paso a peatones)



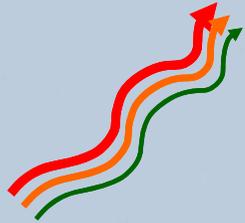
## Tramos de observación - Resultados

- **Tramo IV: Calle residencial con reductores de velocidad:**
  - Impacto acústico variado
  - Opiniones de los usuarios variadas
- **Tramo V: Entrada a Parque Tecnológico con reductores de velocidad:**
  - Impacto acústico de moderado a elevado
  - Opinión subjetiva:
    - La reducción de velocidad inducida es excesiva
    - Aumento de la seguridad para peatones y ciclistas
    - Produce daños en el vehículo



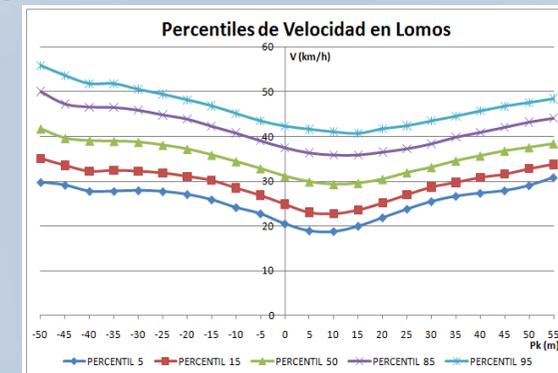
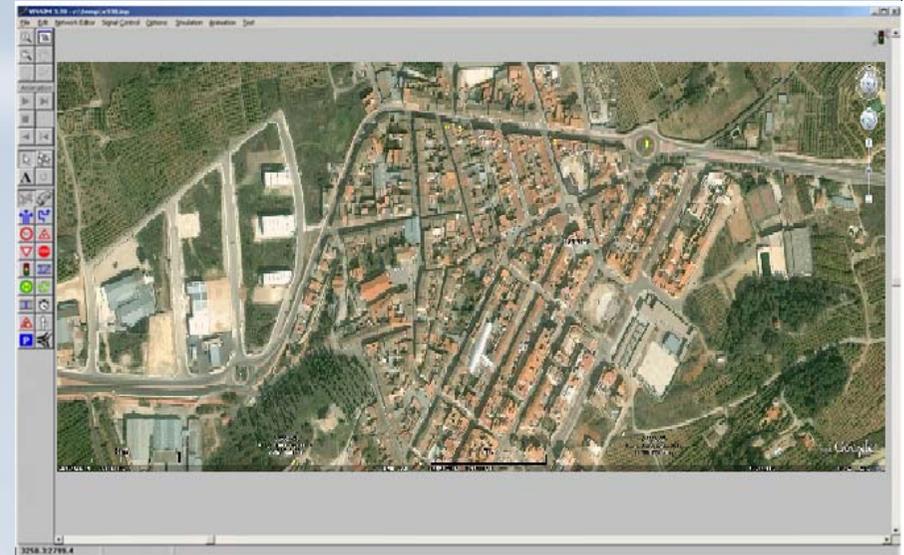
# **EVALUACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES:**

## **- MICROSIMULACIÓN DE TRÁFICO**



# Microsimulación de Tráfico

- **VISSIM:**
  - Estudiar el efecto en la operación del tráfico de:
    - Ubicación
    - Separación
- **Calibración:**
  - Tramos de observación
- **Aplicación del modelo calibrado:**
  - Pasos peatonales elevados
  - Lomos transversales
- **Análisis y conclusiones**



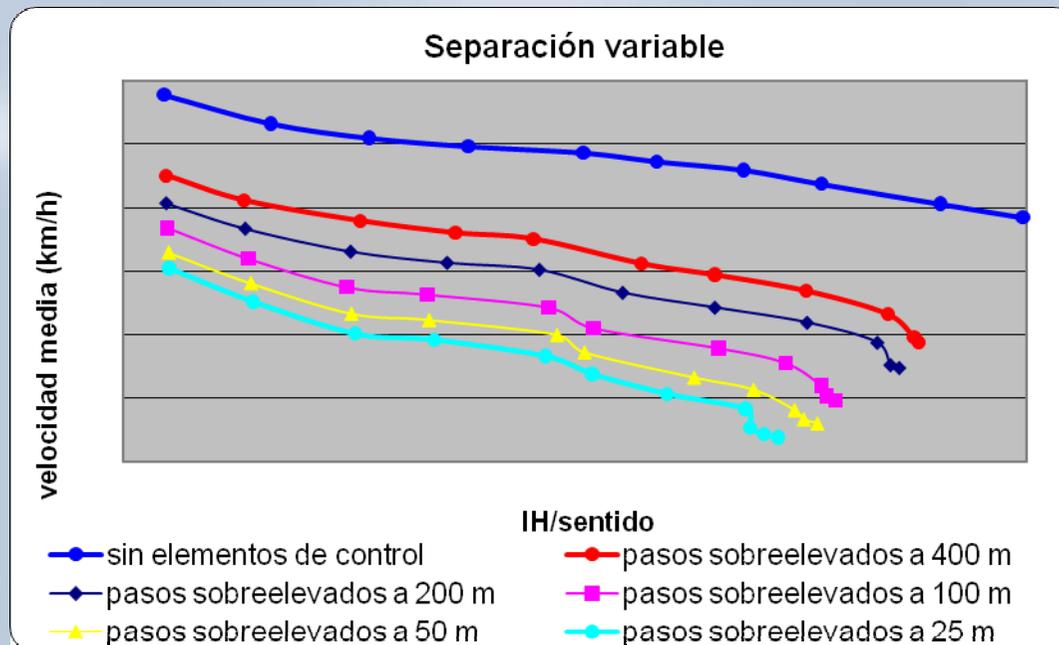


# Microsimulación de Tráfico

## • Conclusiones:

### – Reducción de velocidad depende de:

- Separación de elementos (óptimo 90 m) → no coincide con las distancias en la Instrucción (50-200 m)
- Pendiente de entrada de los pasos peatonales sobreelevados
- Tipo de elemento (mayor en lomos si separación < 100 m)





# Microsimulación de Tráfico

- **Conclusiones:**

- **Demoras dependen de:**

- Intensidad horaria → Capacidad variable según la separación
    - Separación
    - Pendiente de entrada

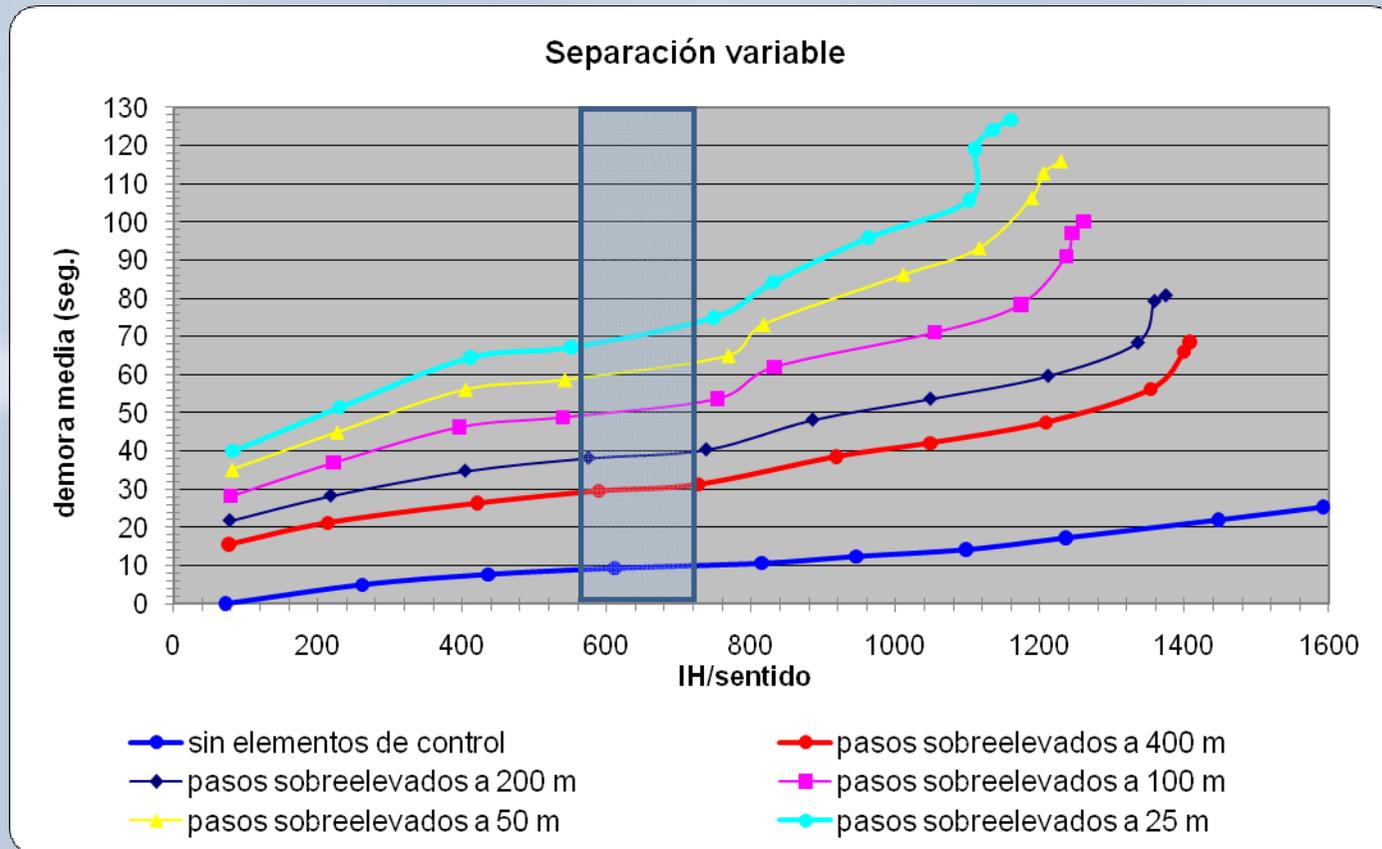
Separación entre Pasos Elevados (m)	Pendiente < 5%		Pendiente > 5%	
	Capacidad (veh/h)	% s/teórica	Capacidad (veh/h)	% s/teórica
Sin elementos	1.600	100	1.600	100
400	1.330	83	1.179	74
200	1.297	81	1.144	72
100	1.236	77	1.095	68
50	1.189	74	1.079	67
25	1.105	69	906	57

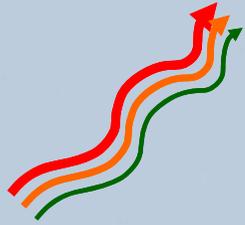


# Microsimulación de Tráfico

- Conclusiones:

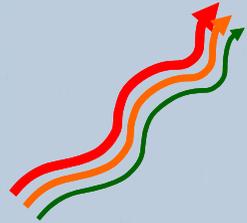
– Límite de IMD para instalar RDV: entre 5.500 y 7.500 veh/día → superior a la Instrucción (5.000)





# **EVALUACIÓN DE SISTEMAS EXISTENTES:**

## **- TRAMOS DE EXPERIMENTACIÓN**

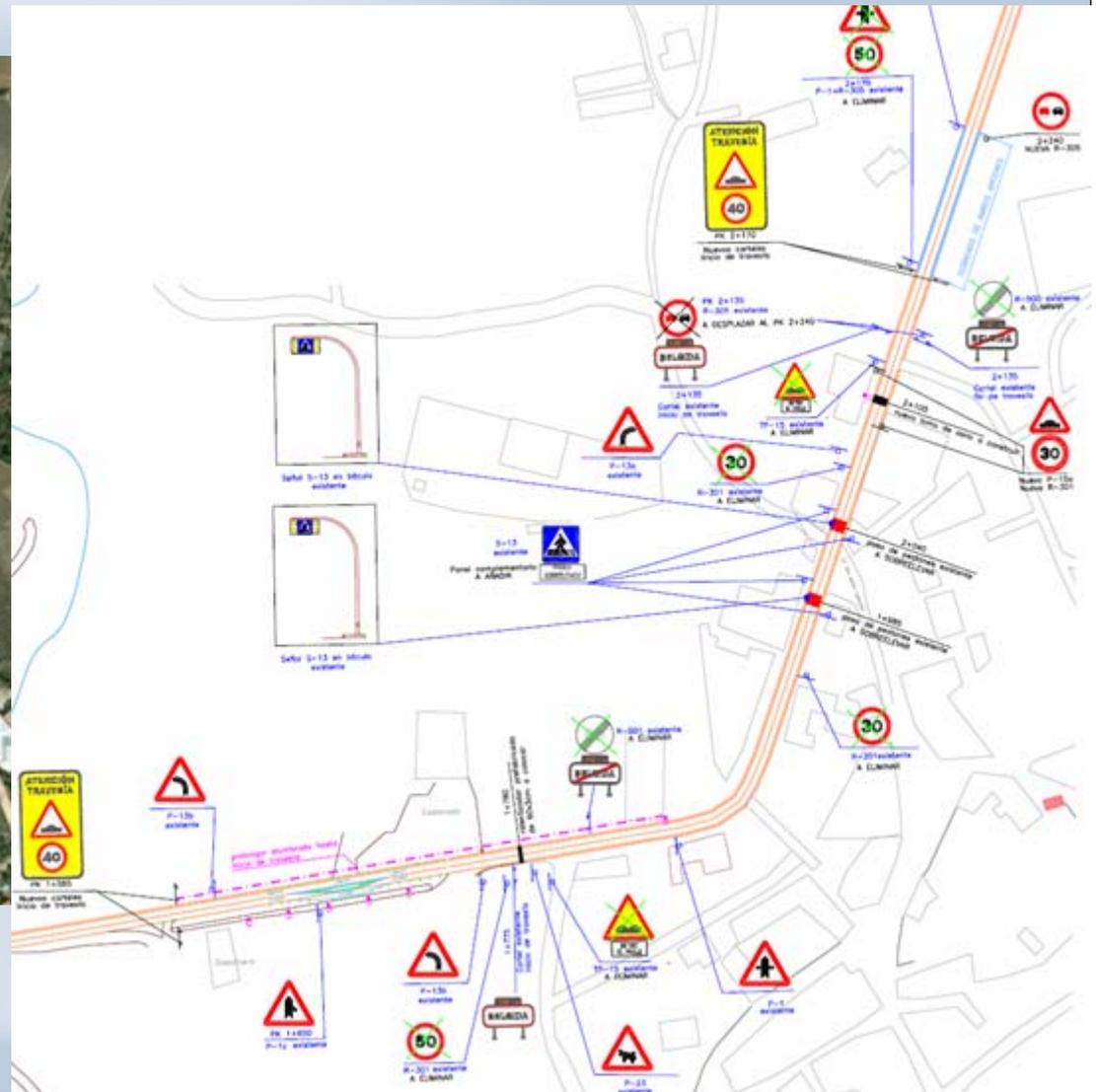


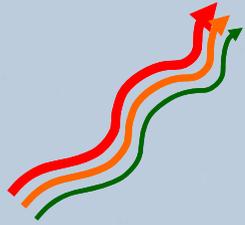
# Tramos de Experimentación

## Proyecto de SV de la CIT



Travesía de Bélgida





# Adecuación Proyecto por Etapas

- **Etapa 0-a:**

- Pasos peatonales existentes (deteriorados)
- Sin elementos moderadores de tráfico



- **Etapa 0-b:**

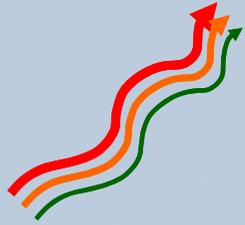
- Pasos peatonales recién pintados
- Sin elementos moderadores de tráfico



- **Etapa 1:**

- Paso elevado 1:
  - Ejecutado in situ
- Lomo transversal
- Carteles de inicio de travesía





# Adecuación Proyecto por Etapas

- **Etapa 2a:**

- **Paso elevado 2:**

- Instalación de paso prefabricado de 3M

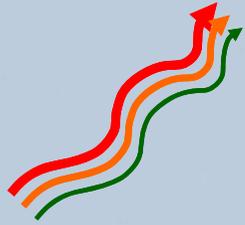
- **Etapa 2b:**

- **Resalte prefabricado**

- **Pintura roja en rampas del paso elevado 1 ya ejecutado**

- **Iluminación de accesos a la travesía**





# Adecuación Proyecto por Etapas

- **Etapa 3:**

- **Puertas de entrada:**

- Chicane (Oeste)
- 3 configuraciones

- Dientes de dragón (Noreste)





# Adecuación Proyecto por Etapas

- **Etapa 4:**

- **Zona de acceso a la travesía:**

- Chevron (Oeste)



- Bandas transversales de alerta (Noreste)



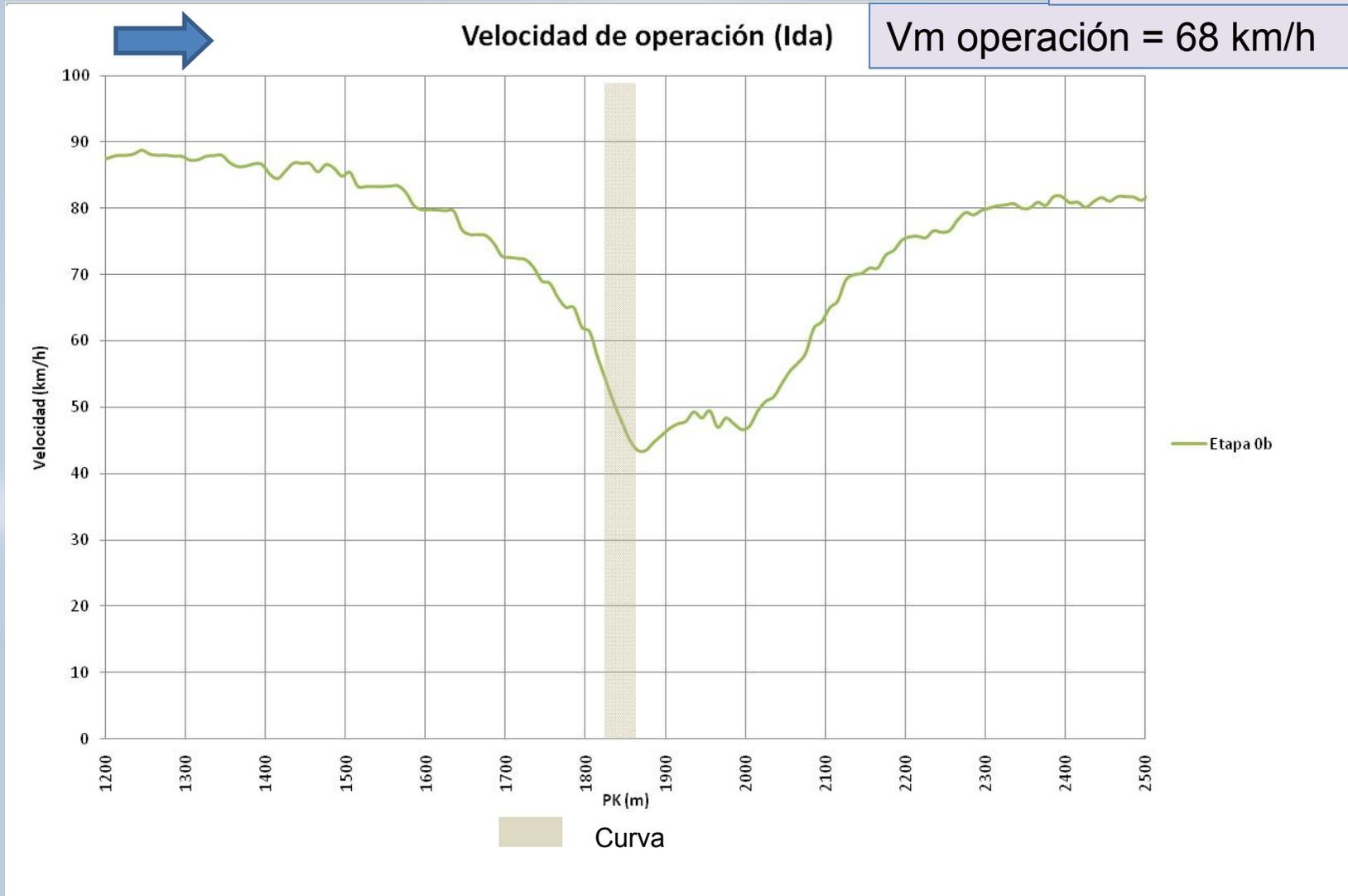
- **Retirada del paso peatonal elevado prefabricado**



# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**95% supera  
límite 50 km/h**

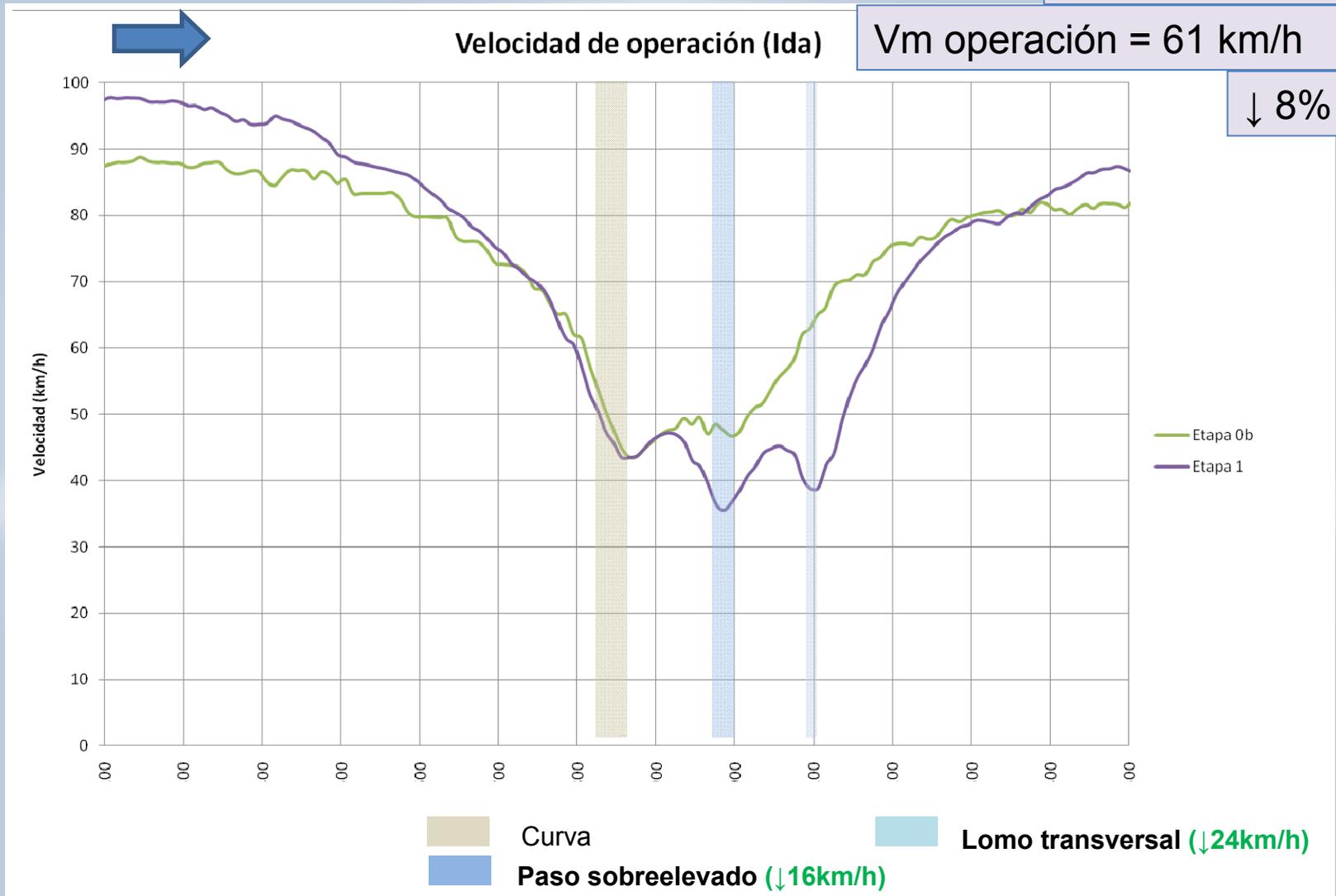




# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**65% supera  
límite 50 km/h**





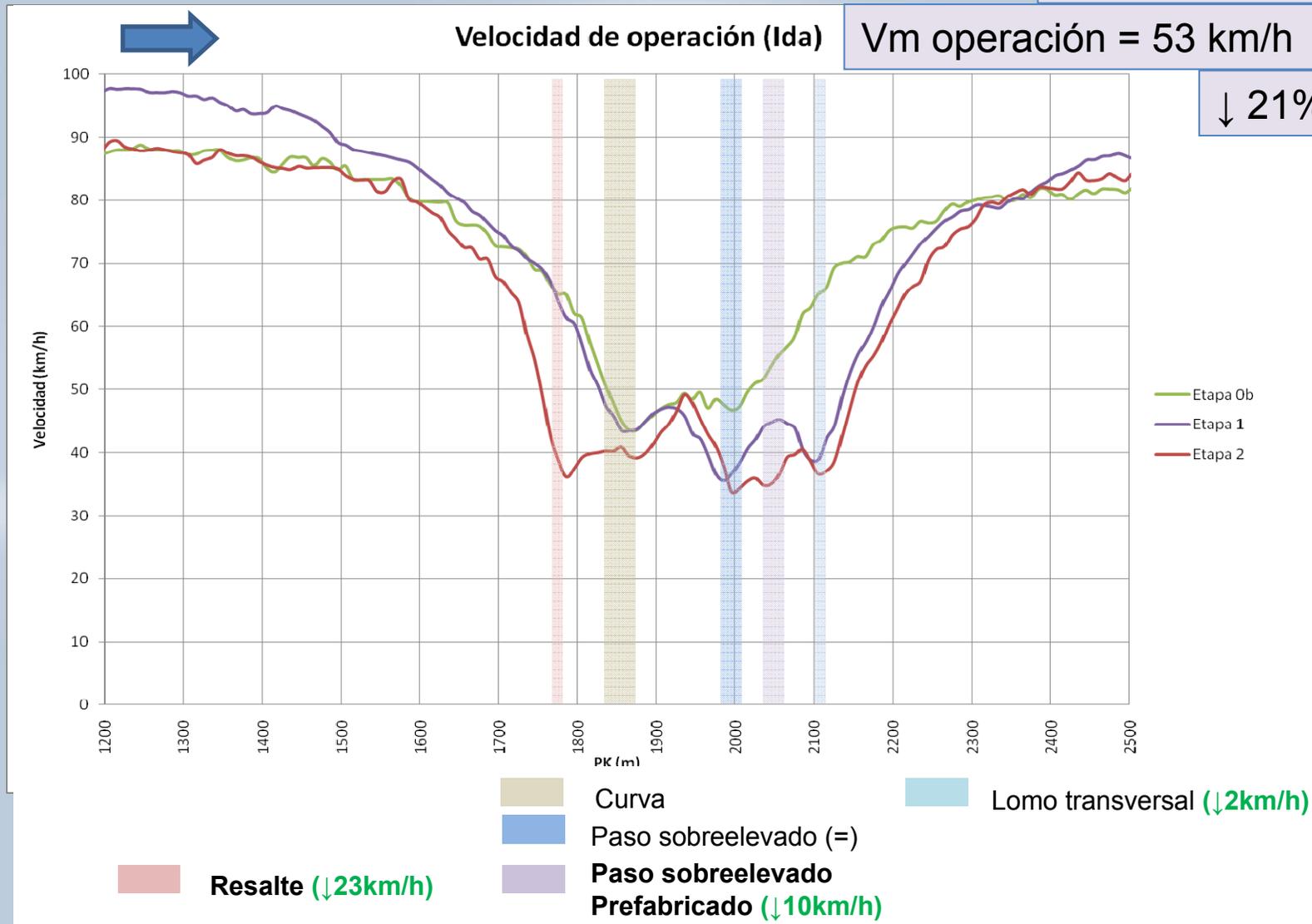
# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**35% supera límite 50 km/h**

**Vm operación = 53 km/h**

**↓ 21%**

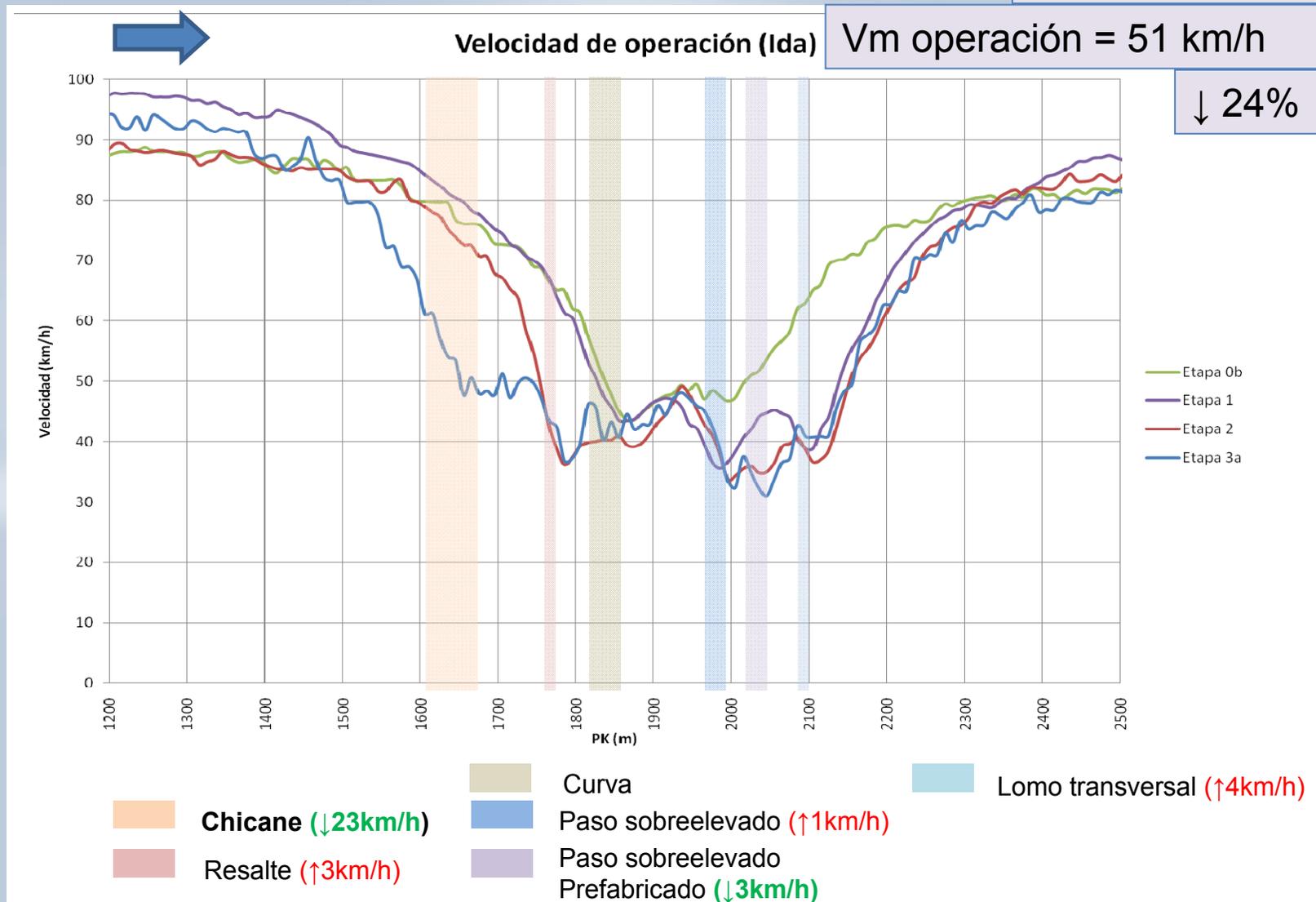




# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

17% supera límite 50 km/h

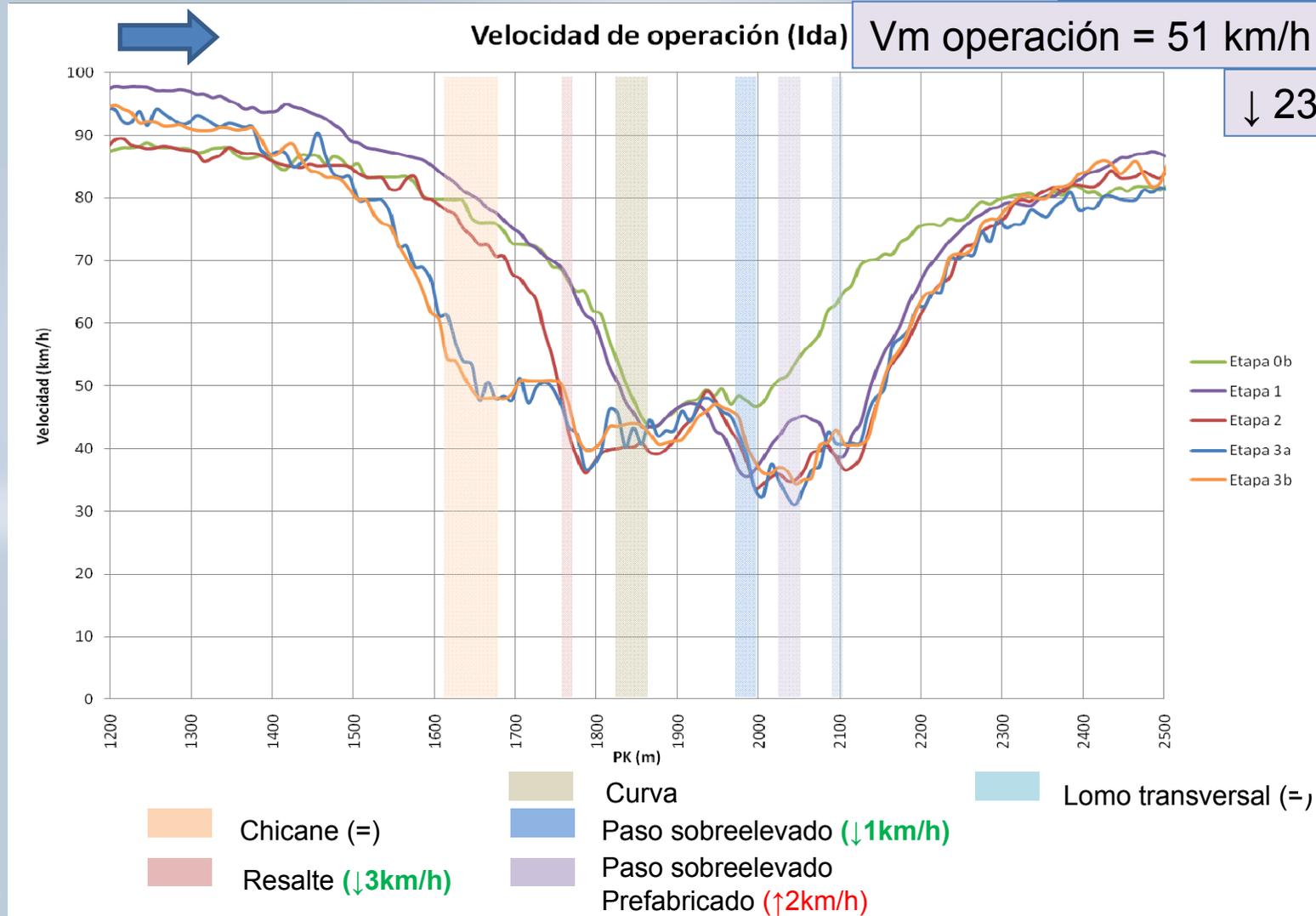




# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

25% supera límite 50 km/h





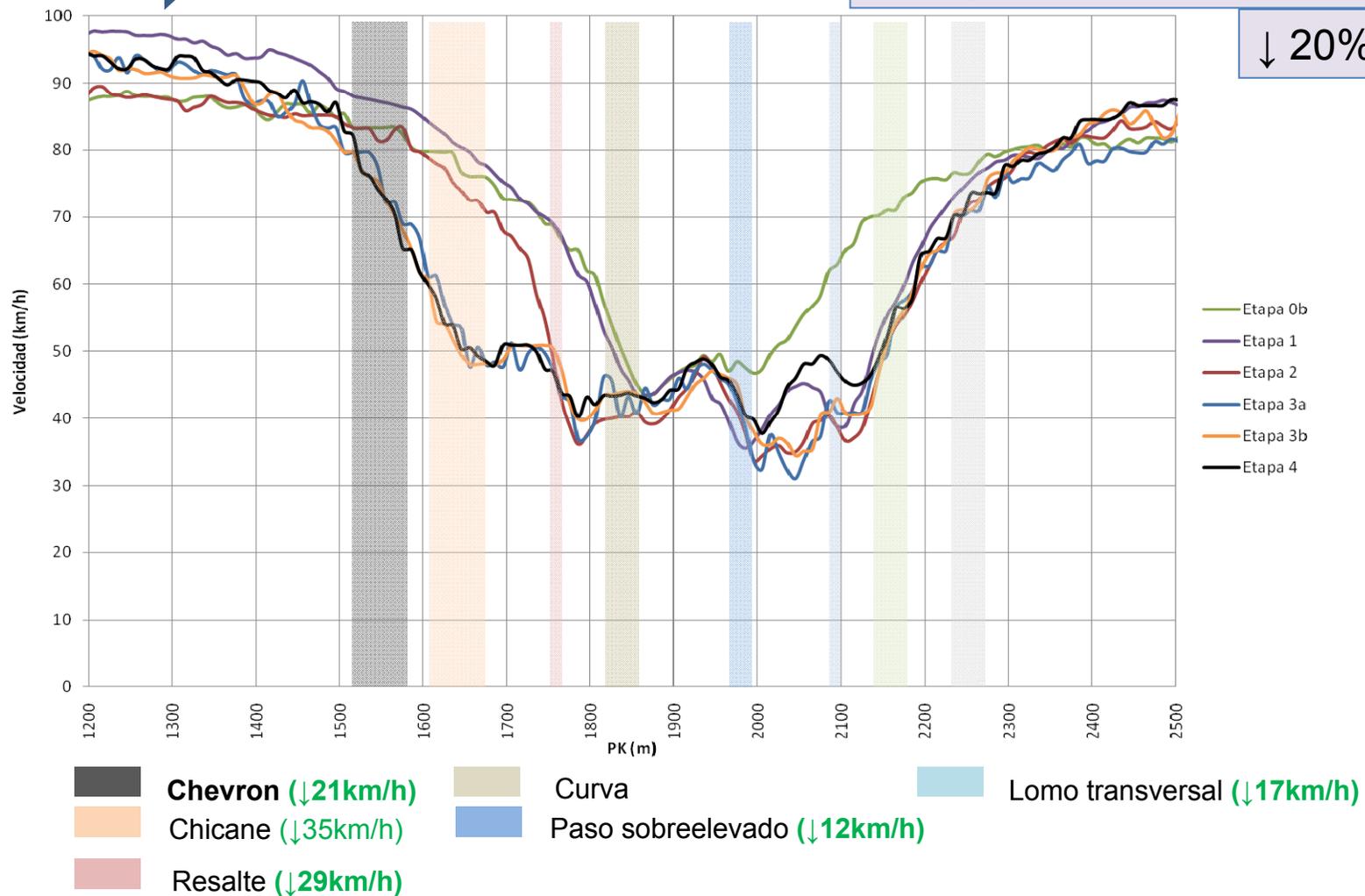
# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**33% supera límite 50 km/h**

Velocidad de operación (Ida)  $V_m$  operación = 54 km/h

↓ 20%



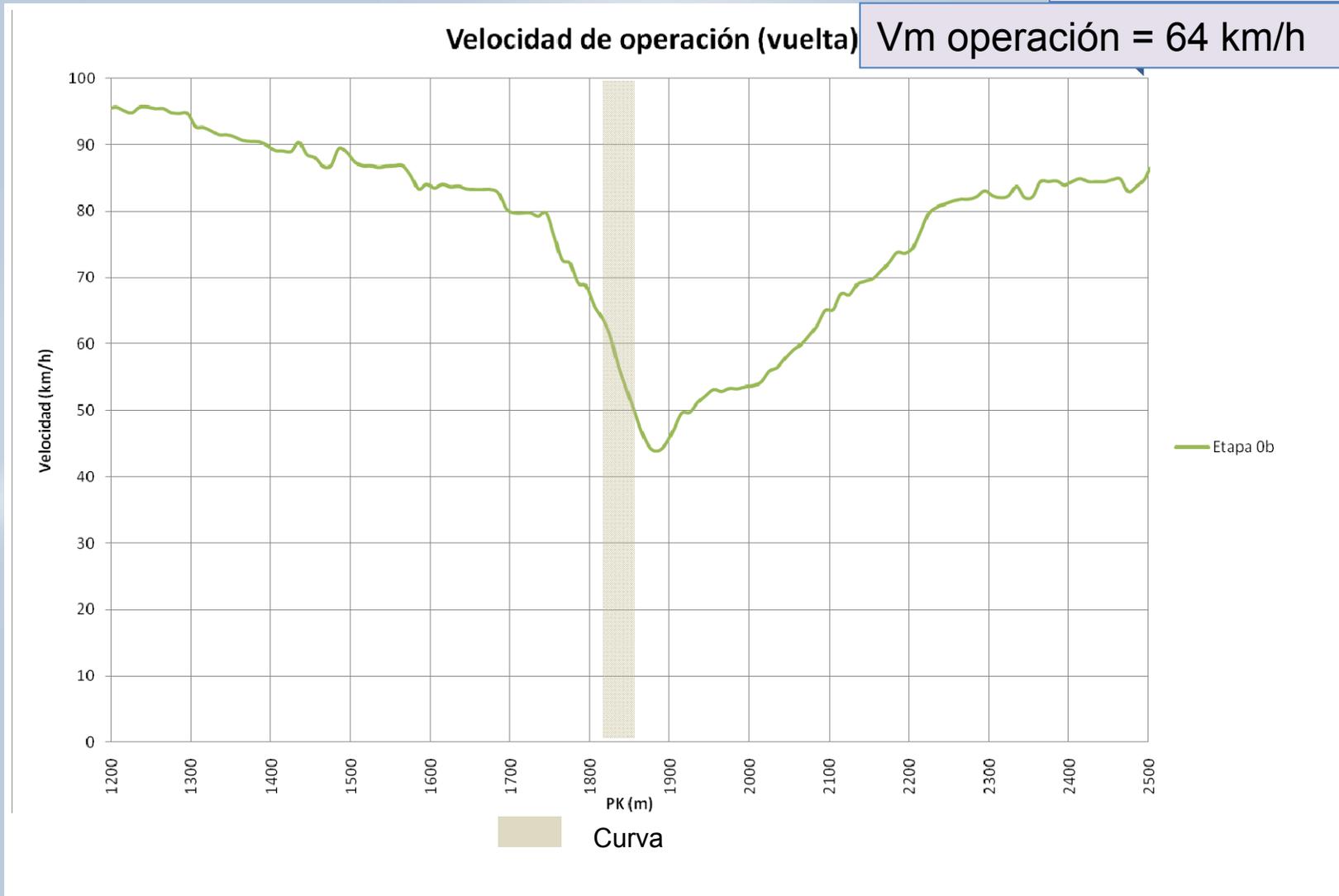


# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**95% supera  
límite 50 km/h**

Velocidad de operación (vuelta)  $V_m$  operación = 64 km/h



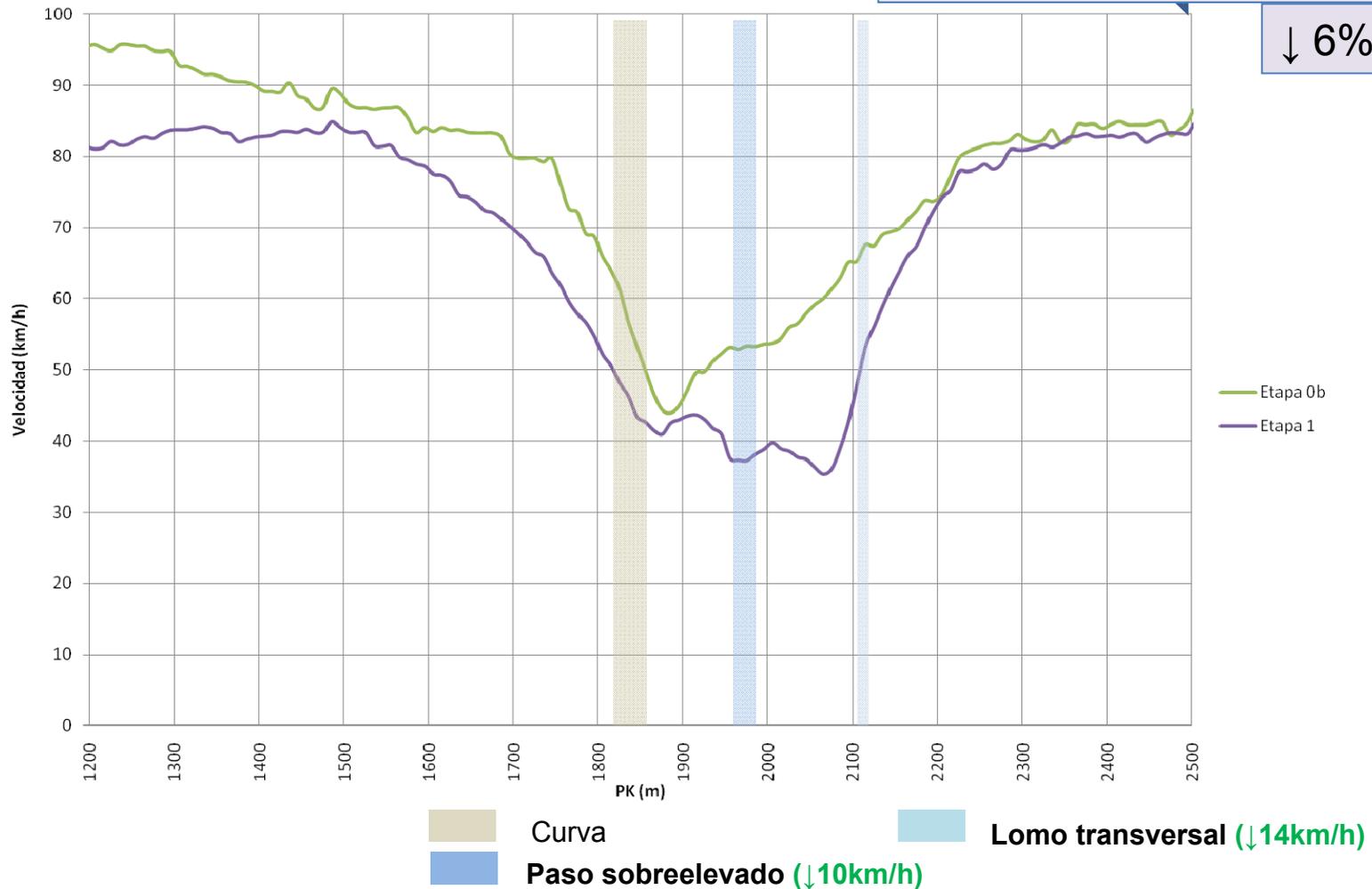


# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**65% supera límite 50 km/h**

Velocidad de operación (vuelta)  $V_m$  operación = 60 km/h





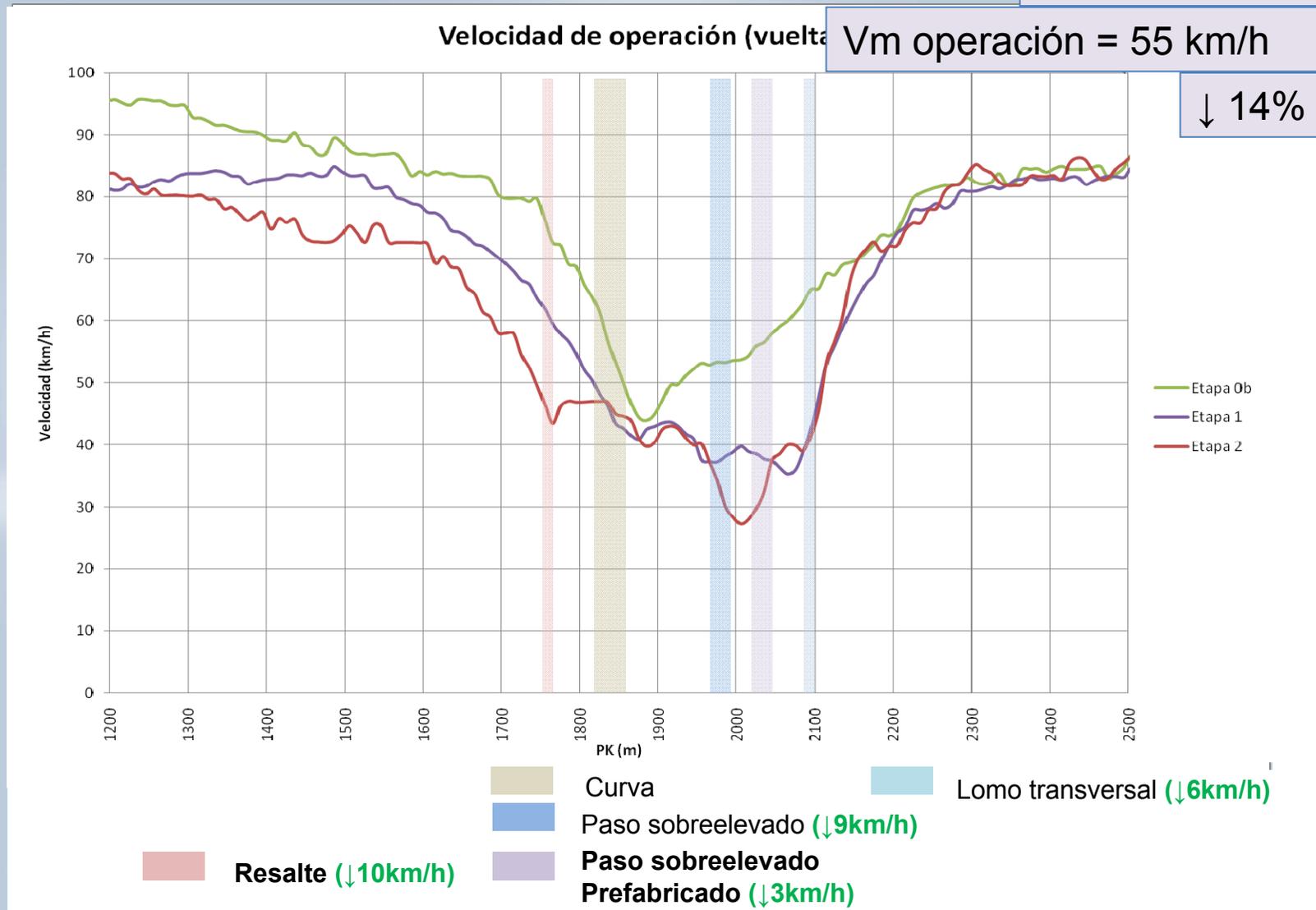
# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**35% supera límite 50 km/h**

**Vm operación = 55 km/h**

**↓ 14%**

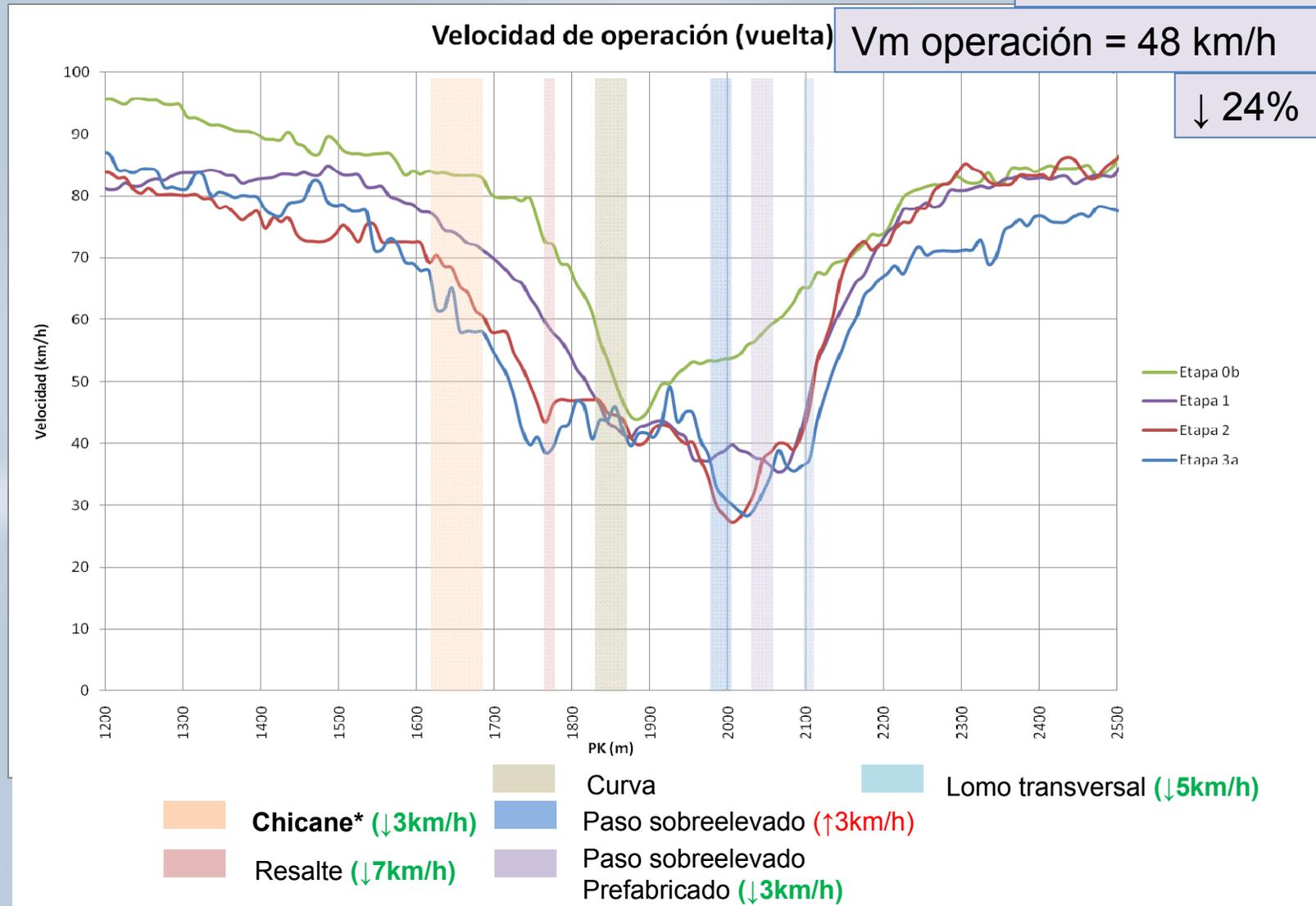




# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

17% supera límite 50 km/h

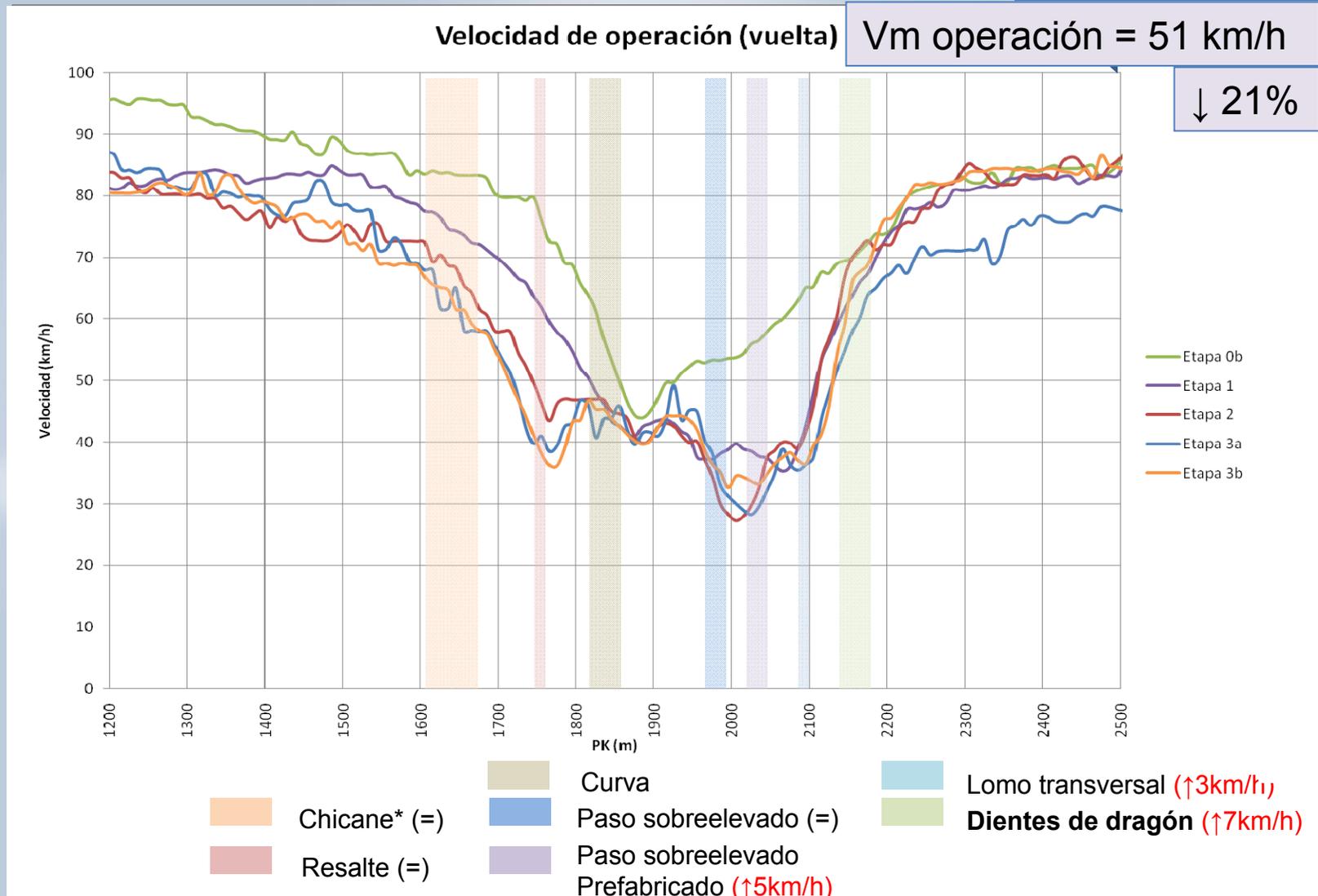




# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

**25% supera límite 50 km/h**

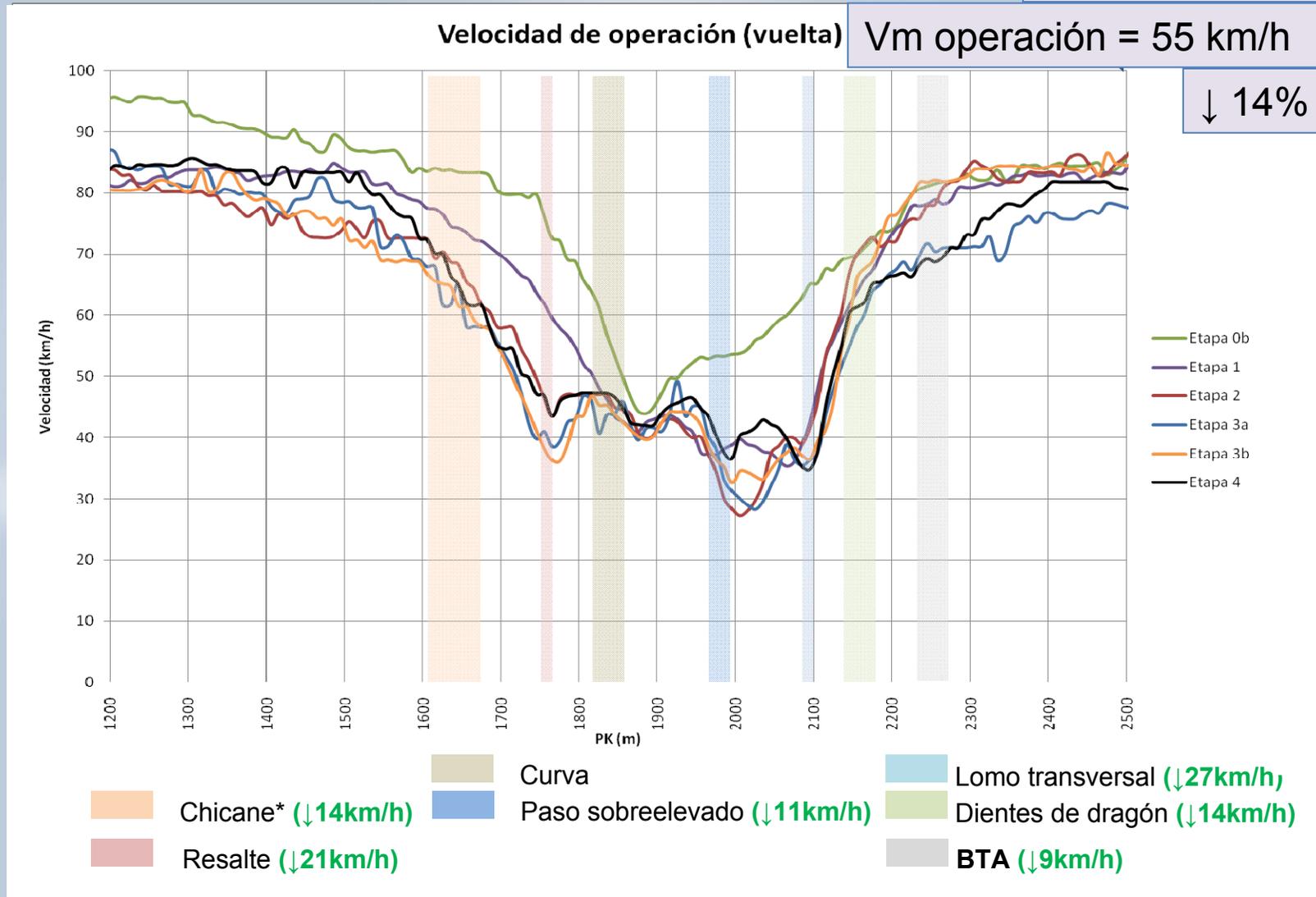


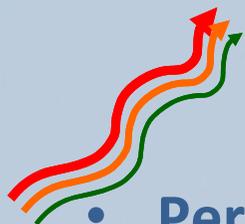


# Resultados

- Modulación de la velocidad por etapas:

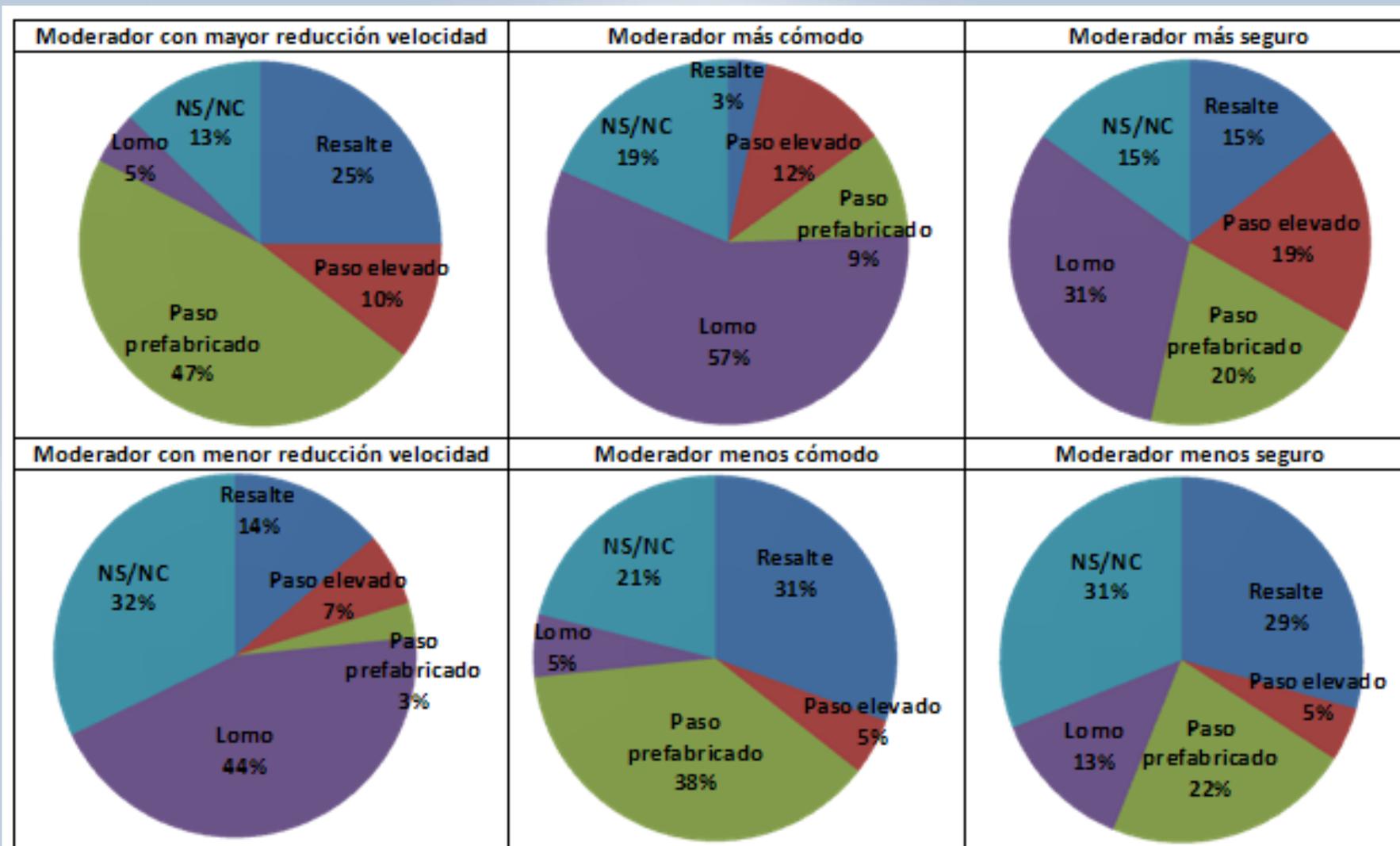
**33% supera límite 50 km/h**

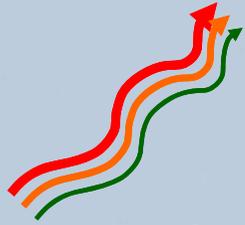




# Resultados

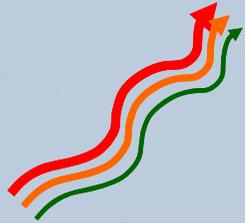
- Percepción subjetiva:





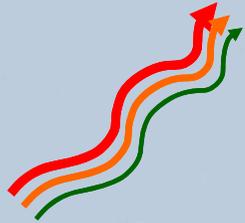
# Conclusiones

- **Elementos construidos in situ:**
  - **Reducción amplia de la velocidad, con diferencias estadísticamente significativas:**
    - Lomo transversal: hasta 24 km/h
    - Paso elevado: hasta 16 km/h
  - **Velocidad de operación inferior a la de diseño:**
    - Lomo transversal: entre 30 y 40 km/h vs. 50 km/h
    - Paso elevado: entre 35 y 45 km/h vs. 50 km/h
  - **Velocidad mínima después del elemento (20-30 m)**
  - **Deceleraciones medias cómodas (0,55-2,2 m/s<sup>2</sup>)**



# Conclusiones

- **Elementos prefabricados:**
  - **Reducción amplia de la velocidad, con diferencias estadísticamente significativas:**
    - Paso elevado prefabricado: hasta 10 km/h
    - Resalte: hasta 23 km/h
  - **Velocidad de operación inferior a la de diseño:**
    - Paso elevado prefabricado: entre 30 y 35 km/h vs. 50 km/h
    - Resalte: depende de su función:
      - Reductor de velocidad: inferior a 40 km/h vs. 50 km/h
      - Moderador de velocidad: entre 40 y 45 km/h vs. 50 km/h
  - **Efecto acumulativo por la cercanía de los elementos previamente instalados**
  - **Velocidad mínima cerca de los elementos (0-20 m)**
  - **Deceleraciones medias cómodas (0,7-1,55 m/s<sup>2</sup>)**

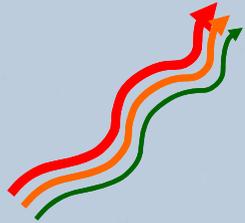


# Conclusiones

- **Chicane:**
  - **3 configuraciones de chicane estudiadas**
  - **Adecuación de la velocidad de entrada a la travesía a 50 km/h**
  - **Percepción subjetiva:**
    - Seguridad: Alta: 63%
    - Comodidad: Alta: 69%
    - Descenso de velocidad:
      - Elevado: 35%
      - Reducido: 31%



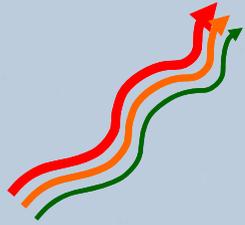
Chicane	Retranqueo transversal (m)	Transición de entrada (m)	Tramo paralelo (m)	Transición de salida (m)
A	2,50	16,00	12,00	14,00
B	3,05	18,00	17,00	16,00
C	3,05	18,00	21,00	18,00



# Conclusiones

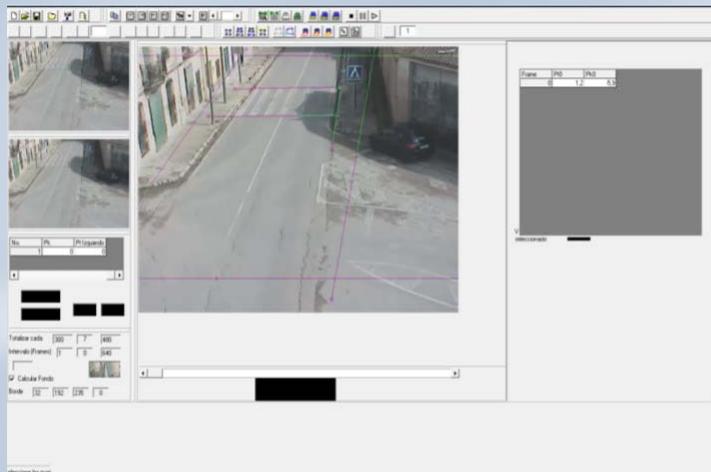
- **Elementos moderadores continuos:**
  - **Velocidad mínima al final del elemento**
  - **Reducen ligeramente la velocidad (2-4 km/h) pero no es estadísticamente significativo**
  - **Deceleración:**
    - Reducciones por freno motor y ligera aplicación de los frenos
    - Deceleración de diseño vs. Deceleración real

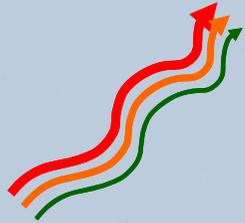
Elemento	Deceleración (m/s <sup>2</sup> )		Variación (%)
	Diseño	Real	
BTA	2,65	0,65	24
Dientes de dragón	1	1,40	140
Chevron	0,76	1,06	140



# Estudio de Conflictos con Peatones

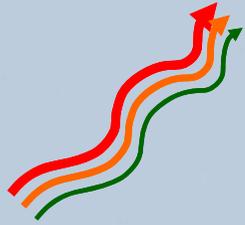
- A partir de los vídeos tomados con Laboratorio Móvil de Tráfico:
  - Evaluación conflictos peatonales en pasos





# Estudio de Conflictos con Peatones

- **Técnica de Conflictos de Tráfico:**
  - **Pedestrian Risk Index (PRI):** Evalúa el riesgo potencial de colisión para cada peatón cruzando la vía en presencia de vehículos
- **Conclusiones:**
  - El valor del PRI depende profundamente de la velocidad de aproximación de los conductores
  - No hay variación del PRI entre un paso deteriorado y un paso recién pintado
  - Reducción del PRI tras la construcción del lomo y del paso elevado in situ, con mejores resultados en el paso elevado in situ
  - La secuencia de lomo y paso elevado en la misma localización no mejora el PRI
  - No hay diferencias de PRI con y sin peatones

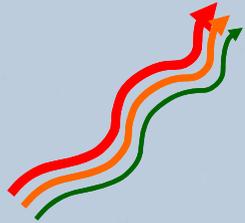


# Tramos de Experimentación

## Estudio de la influencia del radar

- Conocer si la presencia de las cámaras de control de velocidad hace disminuir la velocidad
- Velocidad límite: 50 km/h
- Señal de aviso previa
- 2 fases:
  - Fase I: Radar instalado, no activo
  - Fase II: Radar activado
- Se han empleado Técnicas de Conflicto de Tráfico

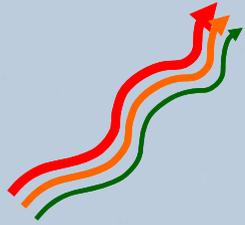




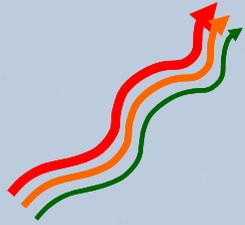
# Tramos de Experimentación

## Estudio de la influencia del radar

- **Reducción de la velocidad (Fase I -> Fase II):**
  - **Aforador 1 (Señal de aviso):**
    - Vmedia: de 51 a 46 km/h
    - V85: de 62 a 56 km/h
  - **Aforador 2 (radar):**
    - Vmedia: de 45 a 40 km/h
    - V85: de 52 a 46 km/h
  - **Respeto del límite de velocidad (50 km/h):**
    - Aforador 1: Del 50% al 72%
    - Aforador 2: Del 81% al 94%
- **Aumento del número de conflictos serios:**
  - **Número de conflictos:** de 17,3 a 28,6 conflictos/hora
  - **Conflictos por alcance:** del 80% al 89%

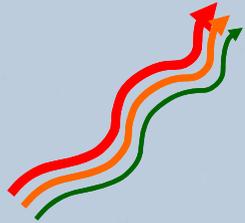


## **DESARROLLO DE NUEVOS SISTEMAS**



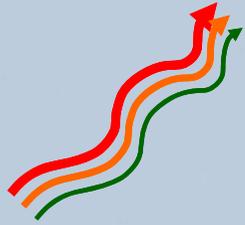
# Sistemas Integradores

- **Tareas:**
  - **Sistemas Integradores**
  - **Desarrollos Tecnológicos**



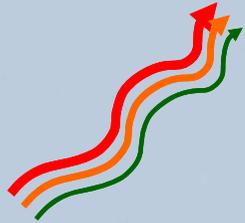
# **DESARROLLO DE NUEVOS SISTEMAS:**

- SISTEMAS INTEGRADORES**



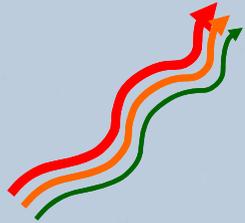
## Sistemas Integradores

- **Combinación de elementos existentes:**
  - **Glorieta + paso elevado**
  - **Paso elevado + refugio peatonal**
  - **Paso elevado + garganta**
  - **Intersección elevada + martillo**
  - **Lomo transversal + isleta central**
  - **Lomo transversal + mediana**
  - **Lomo transversal + garganta**



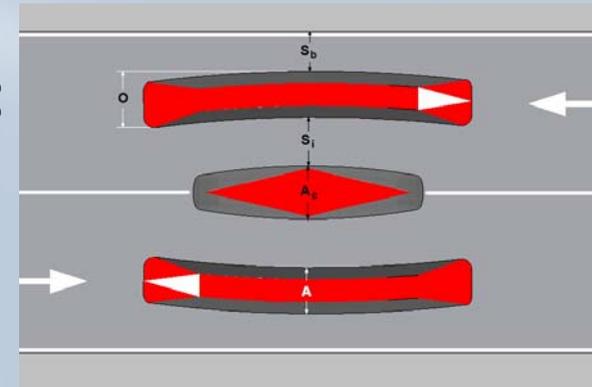
# **DESARROLLO DE NUEVOS SISTEMAS:**

- DESARROLLOS TECNOLÓGICOS**



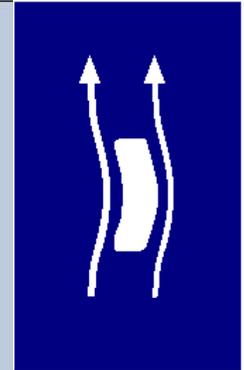
# Desarrollos Tecnológicos

- **Speed Kidney (SK):**
  - **Nuevo moderador de velocidad:**
    - Cojín que permite además una trayectoria en zigzag suave
  - **Patente:** 31/07/2009, Número P200901749





# Desarrollos Tecnológicos

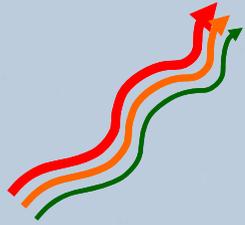


- **Speed Kidney (SK):**

- **Desarrollo tecnológico:**

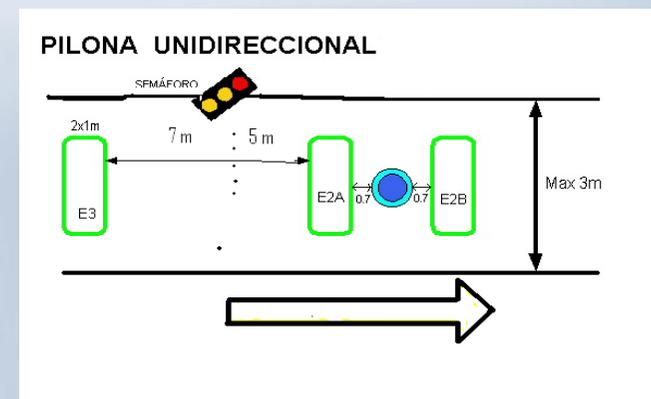
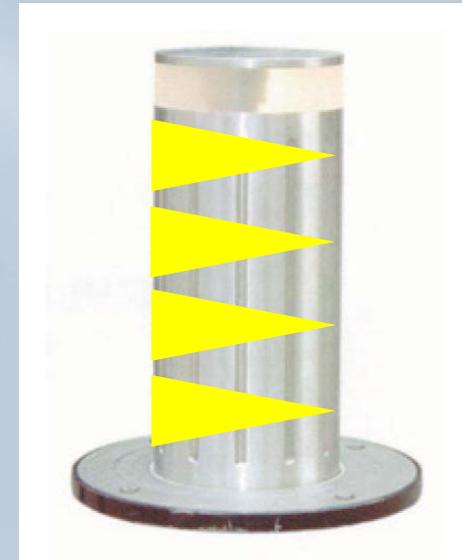
- Pruebas iniciales (UPV)
    - Implantación real (UPV)
    - Pruebas controladas (Peaje Puzol)
    - Aplicaciones reales en travesías

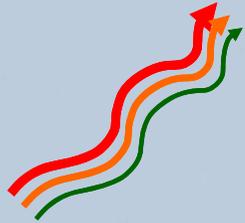




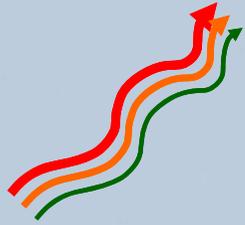
# Desarrollos Tecnológicos

- **EDR:**
  - Estrechamiento físico y visual del carril para conseguir una disminución de la velocidad de circulación en determinados contextos y franjas horarias
- **Pilona inteligente:**
  - Crear un sistema moderador del tráfico mediante espiras y pilonas para evitar el exceso de velocidad en áreas concretas en horarios determinados



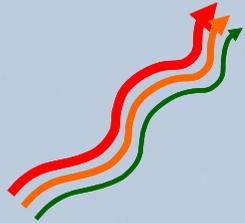


## **DEFINICIÓN DE EXIGENCIAS Y RECOMENDACIONES**



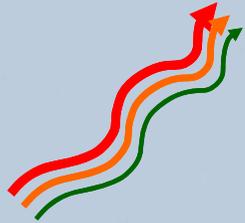
# Definición de Exigencias y Recomendaciones

- **Tareas:**
  - **Homologación**
  - **Criterios de Implantación**



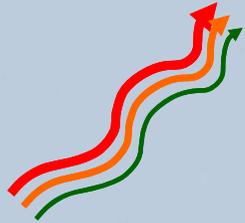
## **DEFINICIÓN DE EXIGENCIAS Y RECOMENDACIONES:**

**- HOMOLOGACIÓN**



# Homologación

- **Medidas adecuadas para clasificar los sistemas:**
  - Aceleraciones del sistema de suspensión
  - Aceleraciones y giros globales del vehículo (cerca del centro de gravedad)
  - Impacto acústico exterior
  - Despegue de ruedas
- **Medidas no adecuadas:**
  - Ruido interior
  - Aceleraciones en asiento y volante
  - Aumento de la distancia de frenado
  - Vibraciones transmitidas al terreno
- **Otros aspectos a considerar**
  - Necesidad acotar parámetros dependientes del vehículo
  - Criterios asociados a giros del habitáculo

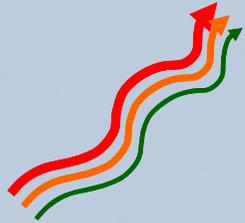


# Homologación

- **Velocidad nominal:** Será diferente para cada tipo de vehículo. Asociada principalmente a:
  - Aceleraciones
  - Despegue de ruedas
- **Impacto acústico exterior.** Clasificar dispositivos, no definir la velocidad nominal
- **Tipo de tráfico.** En función de los parámetros asociados a aceleraciones, confort y despegue

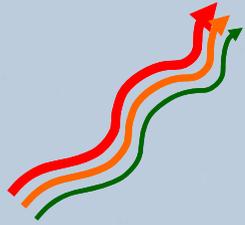
Clasificación	Intervalo de variación de nivel sonoro
A1	De 0 a 1 dB
A2	De 1 a 2 dB
A3	De 2 a 5 dB
A4	>5 dB

Clasificación	Tipo de vehículo
T1	Vehículos de emergencias
T2	Vehículos tipo autobús (~13Tn)
T3	Motocicletas
T4	Vehículos pesados (>16 Tn)
T5	Resto de vehículos



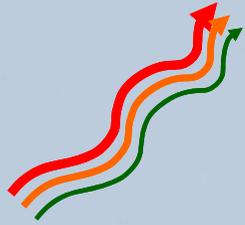
## **DEFINICIÓN DE EXIGENCIAS Y RECOMENDACIONES:**

**- CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN**

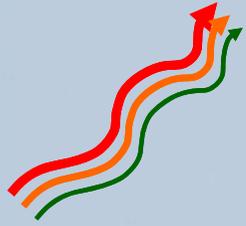


# Criterios de Implantación

- **Elementos individuales:**
  - **Geometría:**
    - Elementos moderadores
    - Vía (pendiente, sección transversal, trazado)
  - **Ubicación**
  - **Tráfico:**
    - IMD
    - Composición
  - **Señalización**
  - **Indicadores de calidad:**
    - Coste
    - Efectividad
    - Vida útil
- **Combinación eficiente de elementos en:**
  - **Travesía**
  - **Vías urbanas (arterial, distribuidora, local)**

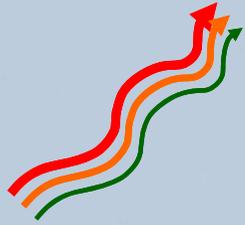


# **EVALUACIÓN PRÁCTICA DE LA EFECTIVIDAD DE LAS RECOMENDACIONES**



# Guía Metodológica para el Desarrollo de Planes de Moderación de Tráfico

- **Aplicación:**
  - Nueva implantación
  - Vía con elementos moderadores
- **Metodología:**
  - Obtención de datos de movilidad
  - Jerarquización viaria
  - Caracterización de los elementos existentes
  - Obtención/Estimación de los perfiles de velocidad
  - **Análisis de los perfiles de velocidad:**
    - Uniformidad
    - Modulación
    - Secciones especiales:
      - Pasos peatonales
      - Cruces
  - Determinación de deficiencias
  - Propuesta de soluciones
  - Definición del Plan de Moderación de Tráfico
  - Ejecución
  - Evaluación y seguimiento



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



Gracias por su Atención



Demarcación de Carreteras del Estado  
Comunidad Valenciana

