

# EVOLUCION NUEVOS RETOS



Angel Ladrón Martínez  
Ingeniero de C.C. y P.  
Gerente de Infraestructura y Vía  
Dirección de Mantenimiento de Infraestructura de Alta Velocidad



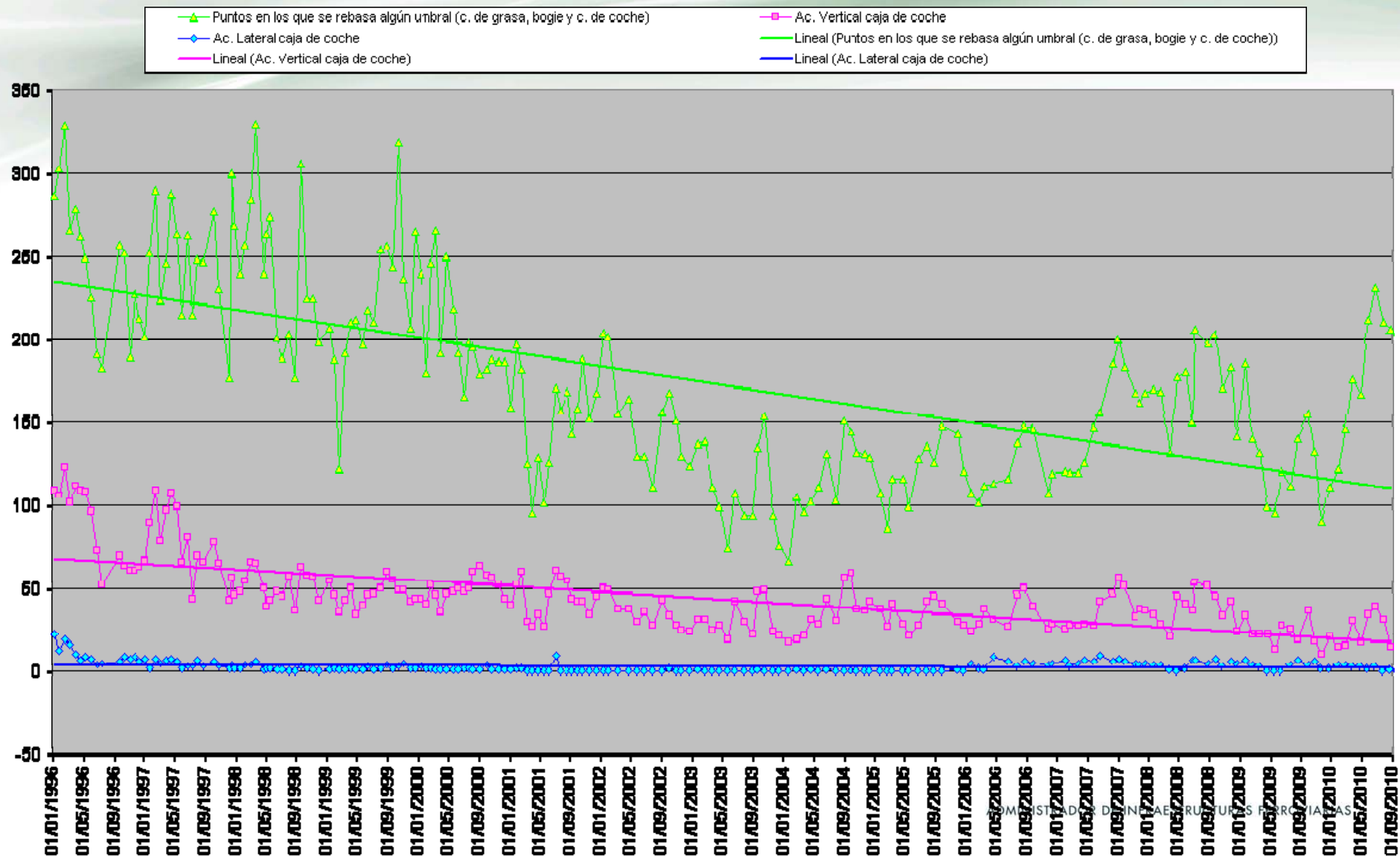


# EVOLUCION DE CALIDAD DINAMICA DE VIA

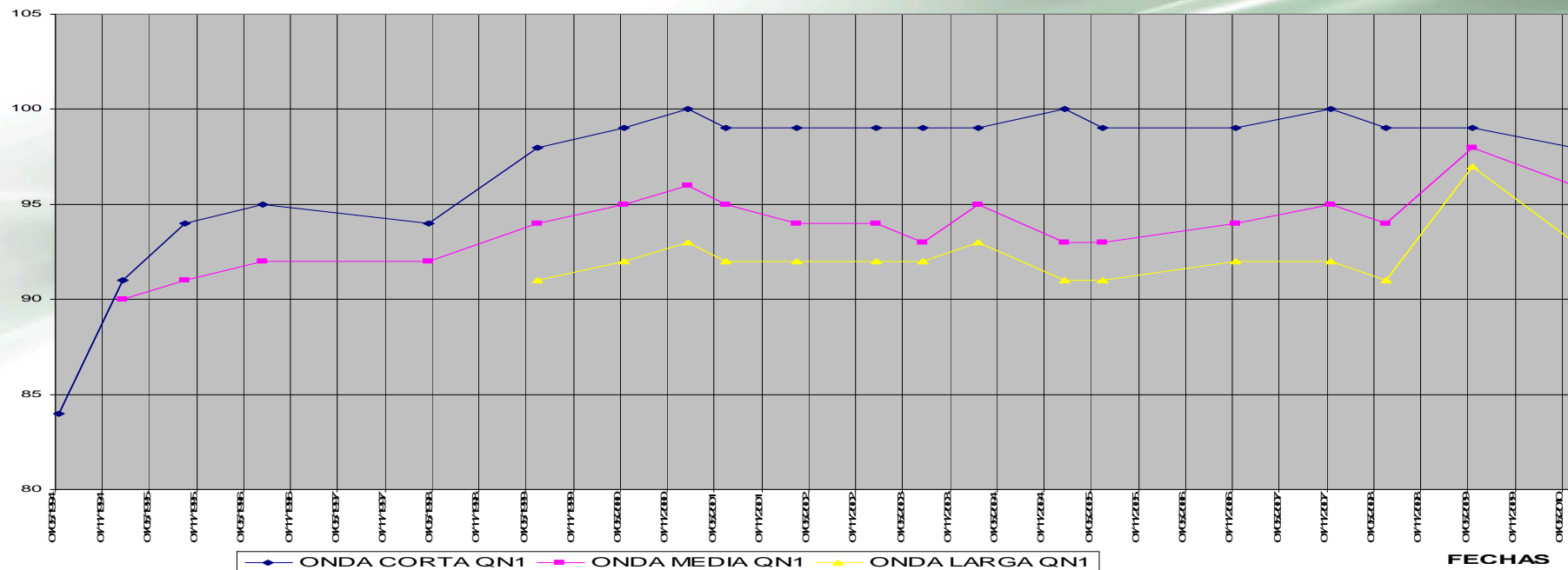
GRÁFICO EVOLUTIVO DE AUSCULTACIONES DINÁMICAS.

AÑOS: 1996 a Agosto 2010. VÍAS I Y II.

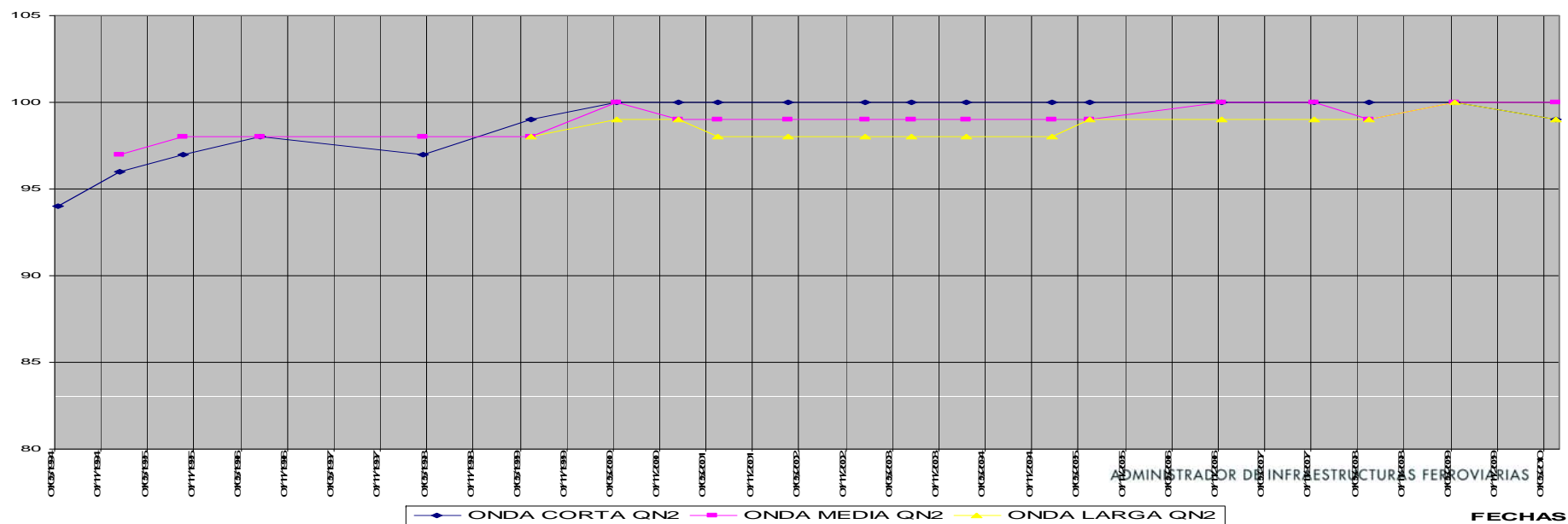
TRAMO: MADRID-CIUDAD REAL



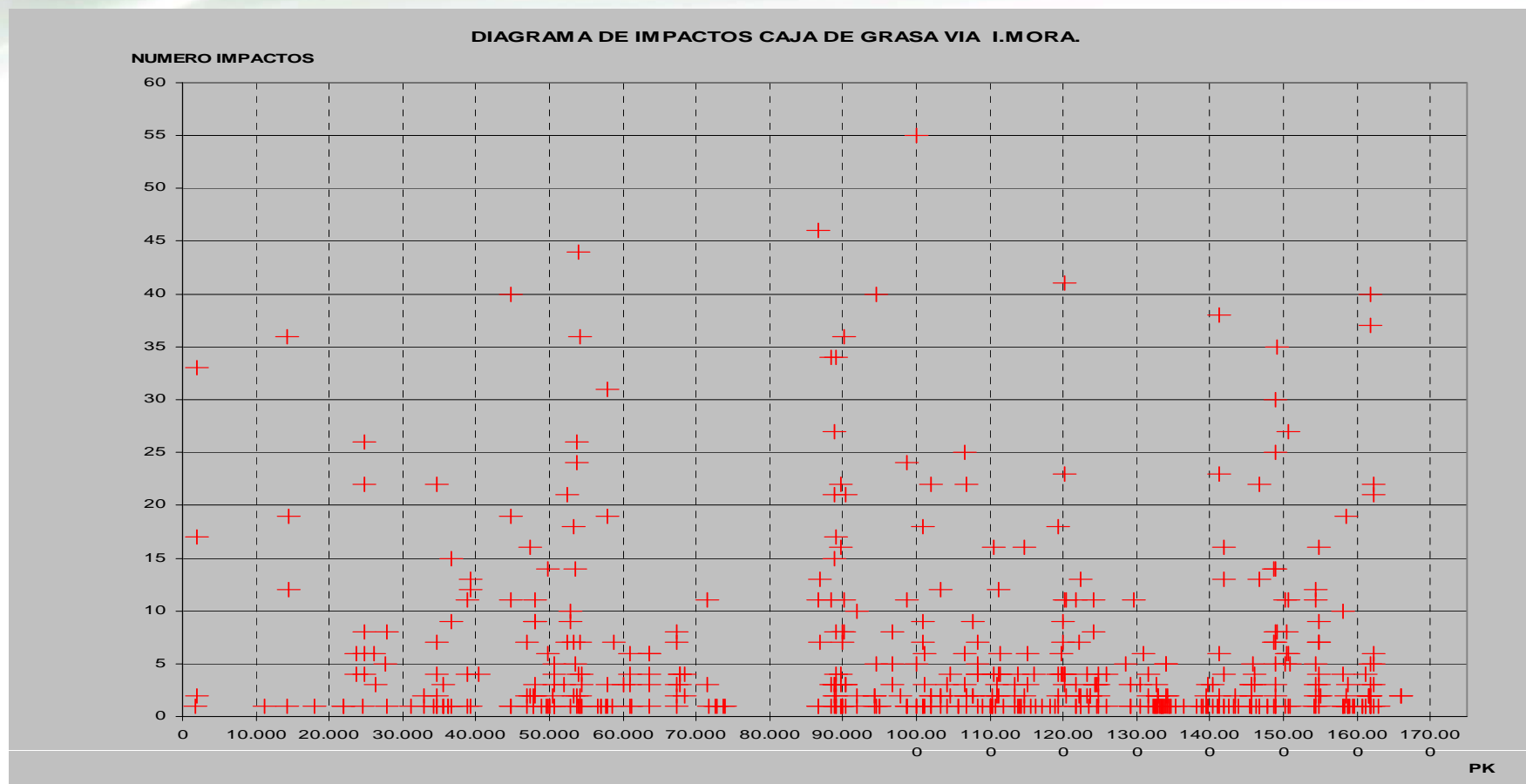
### AUSCULTACION GEOMETRICA.NIVELACION VIA I.QN1.



### AUSCULTACION GEOMETRICA.NIVELACION.VIA I.QN2



## DISTRIBUCION DE DEFECTOS DE CORTA LONGITUD DE ONDA

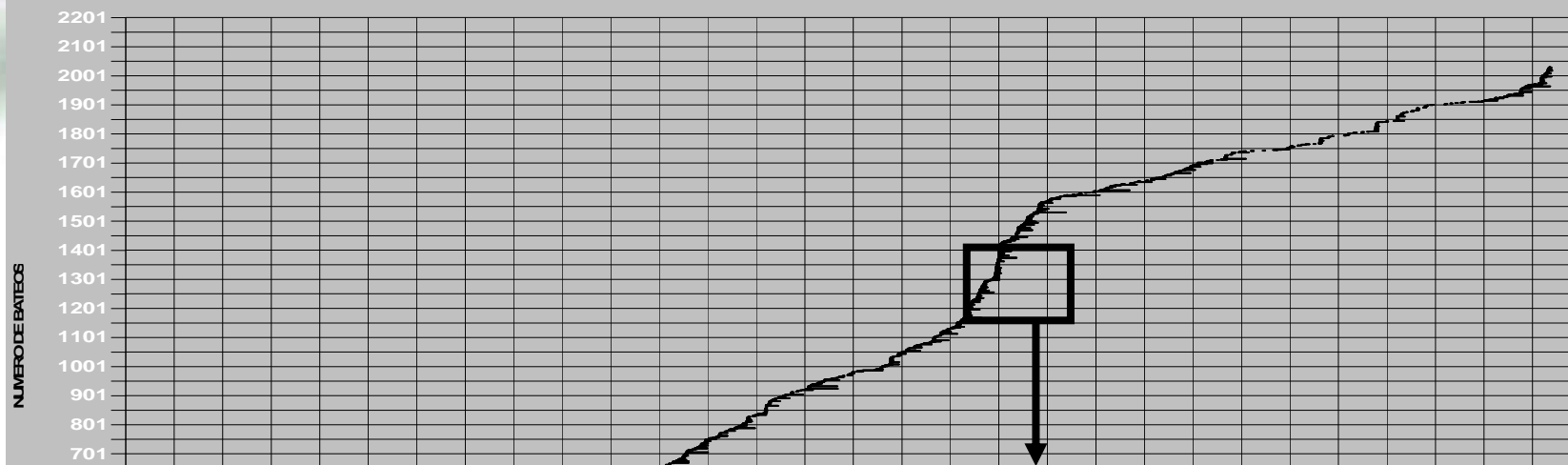


DESCRIPCIÓN	ZONA	VIA	Nº DE PUNTOS
Vía General	326.500 al 326/600	2	1
Viaducto del Guadalmellato: aparato de dilatación	328.300 y 328.500	1	2
Viaducto del Guadalmellato: aparato de dilatación	328.300 y 328.500	2	1
Estación de Córdoba: desvíos	343.00 al 344.900	1	10
Estación de Córdoba: desvíos	343.000 al 344.900	2	2
Estación de Almodovar: desvíos	362.350 al 362.900	1	1
Vía General	382.300	1	1
Estación de Hornachuelos: desvíos	386.300 al 387.900	1	4
Estación de Hornachuelos: desvíos	386.300 al 387.900	2	4
Estación de Guadajoz: desvíos	425.450 al 427.000	1	4
Estación de Guadajoz: desvíos	425.450 al 427.000	2	9
Vía General	431.000	1	1
Vía General	437.600	1	1
Vía General	441.900	2	1
Vía General	457.700	2	1
Estación de Majarabique: desvíos	461.300	1	1
Estación de Majarabique: desvíos	461.300	2	2



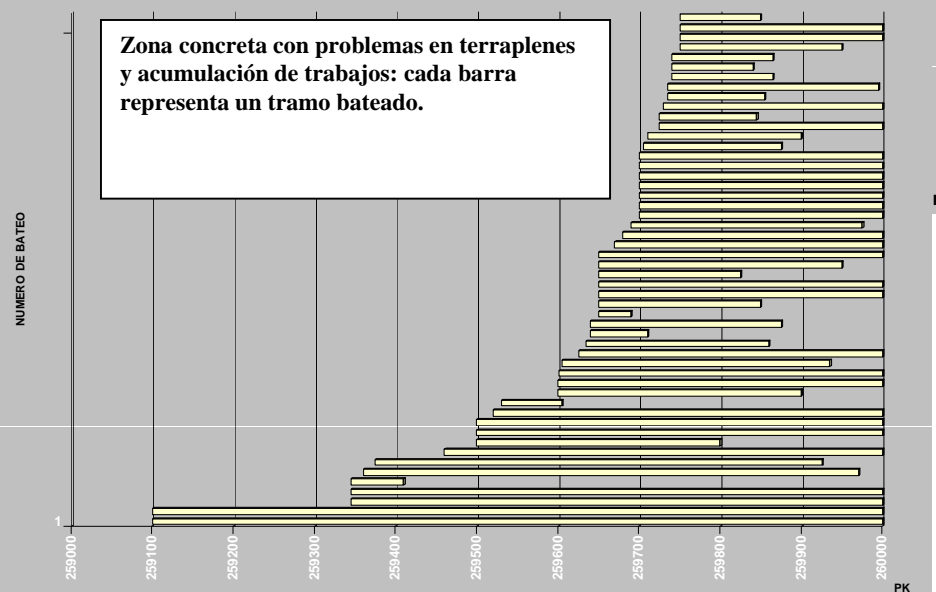
# DISTRIBUCION DE DEFECTOS DE GRAN LONGITUD DE ONDA Y TRABAJOS DE BATEO.

BATEOS 1992-2008 PARA ESTUDIO CALIDAD EN CALATRAVA. P.K. 170+188 AL P.K. 316+984. VIA I.

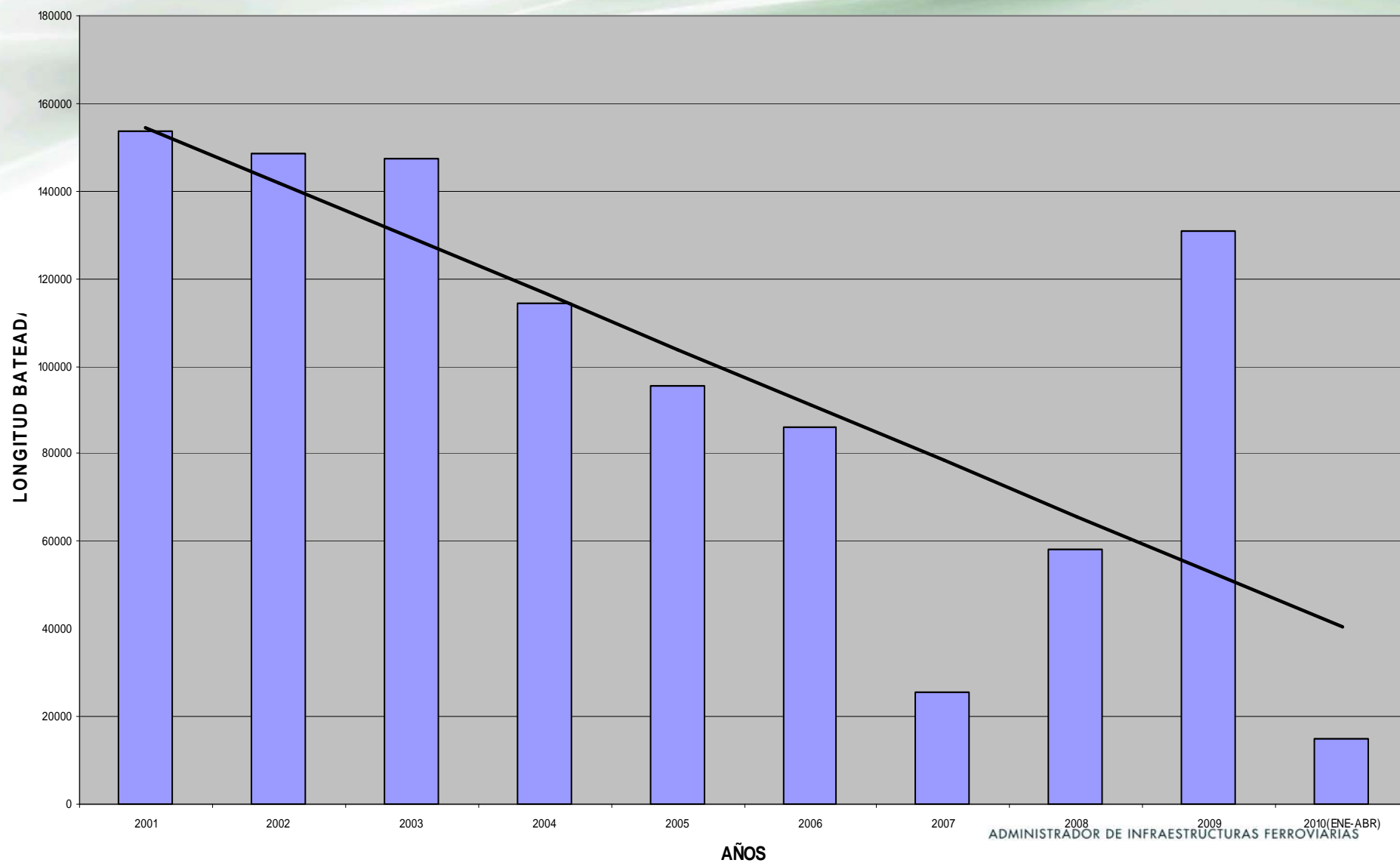


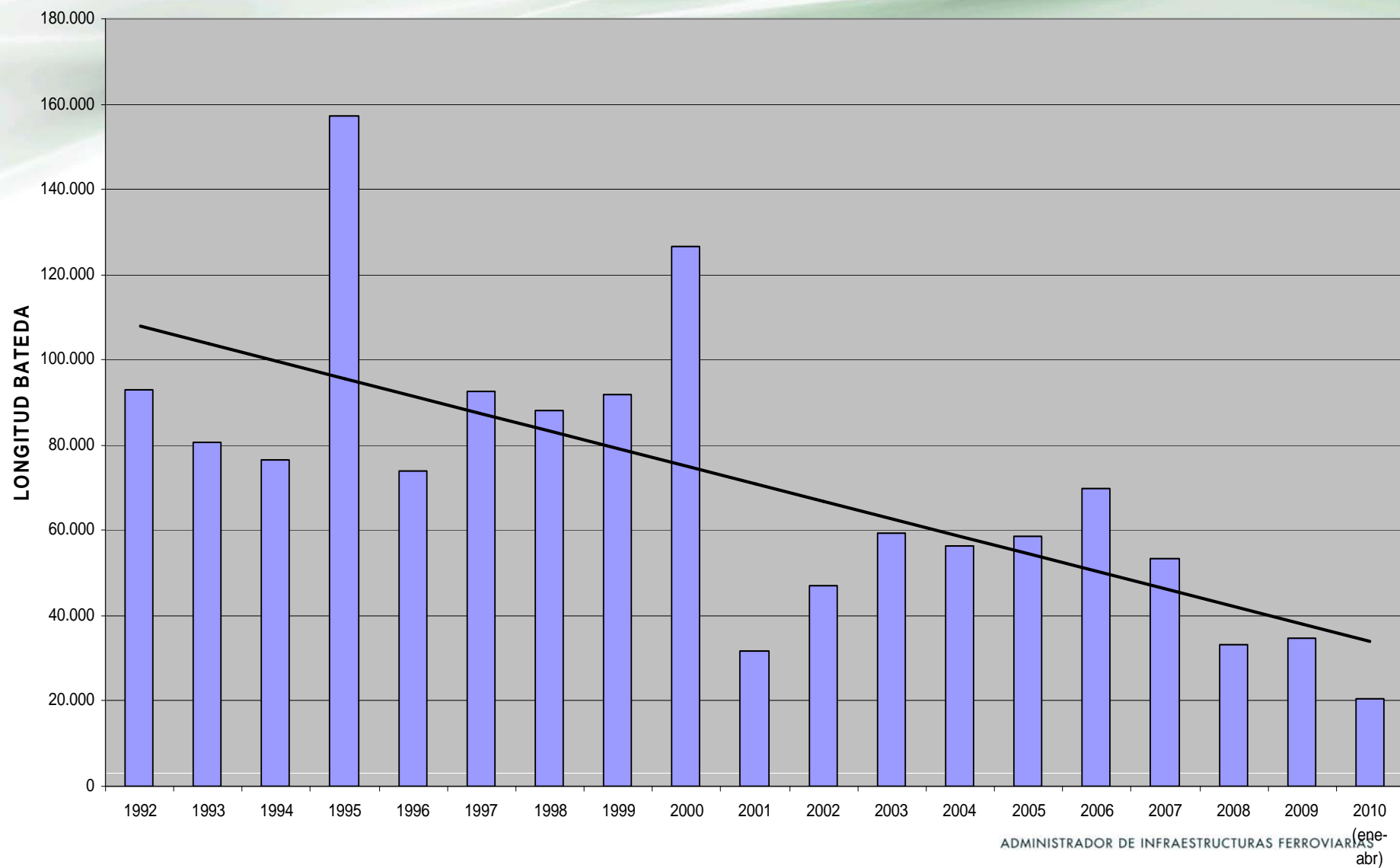
BATEOS 1992-2008 PARA ESTUDIO CALIDAD EN CALATRAVA. P.K. 170+188 AL P.K. 316+984. VIA I.

Zona concreta con problemas en terraplenes y acumulación de trabajos de bateo: cada barra representa un tramo bateado.



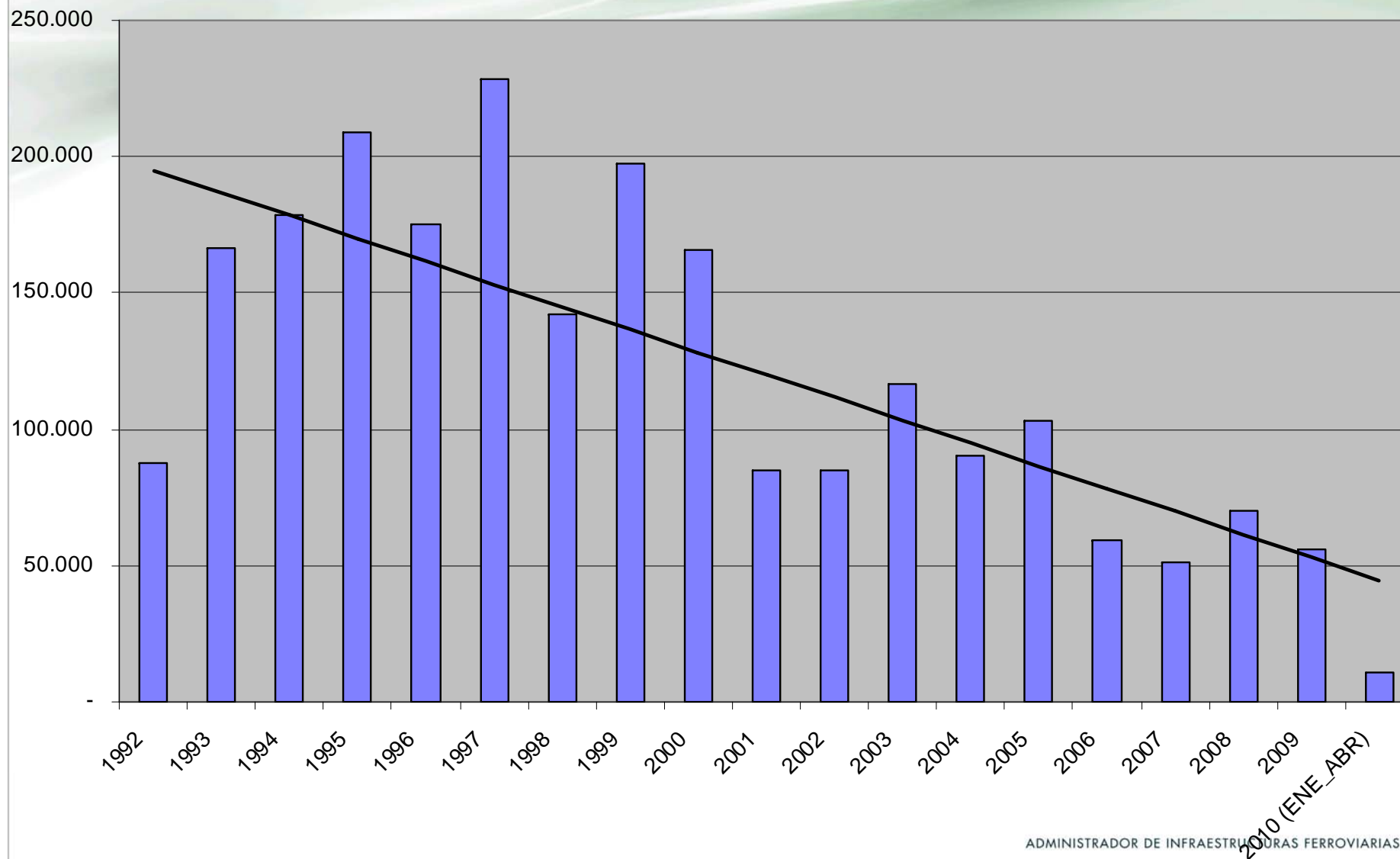






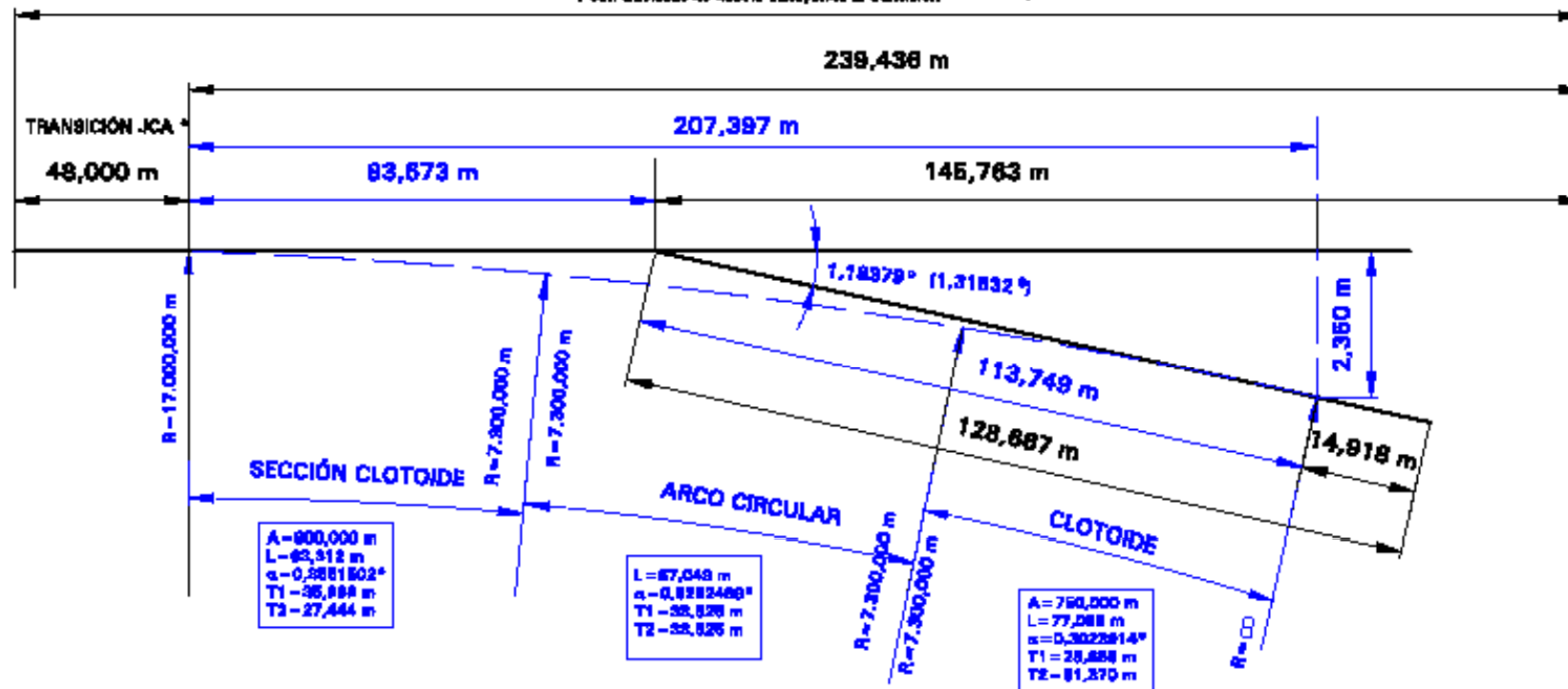


# LONGITUD DE VIA BATEADA POR AÑO EN HORNACHUELOS



**DESVÍO 350/220**  
**DSIH-AV-E-UIC 60-17.000/7.300-1:50-CC-TC**

$L_T$  con traviesas de desvío incluyendo la transición = 287,136 m



\* La transición indicada corresponde al caso general, para casos particulares consultar la tabla de control de transiciones.

\*\* La longitud de traviesas del desvío (en negro) está considerada entre centros de vanos de traviesas. (Ver plano TA-01738.00.B.0)

\*\*\* La transición de talón, tanto por vía directa como por desviada, está integrada en las traviesas del desvío.

\*\*\*\* Los perímetros en azul se corresponden con los del semiescape 350/220.

8Pasajero/Compartido 80km/h/Plano de desvío





ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS





ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS





ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS





Vigas-balancín

Eslingas

Tacos













ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS











ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

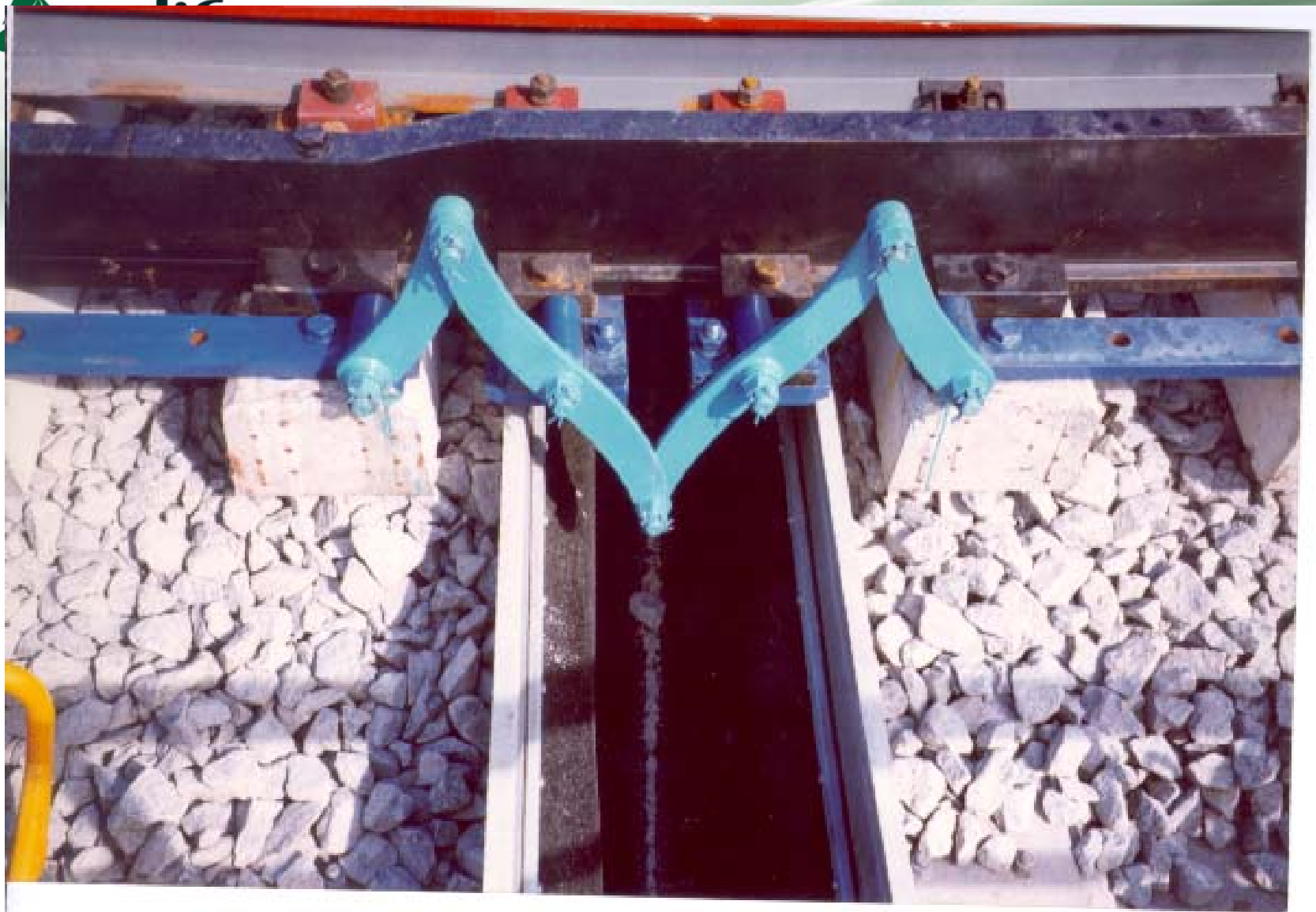




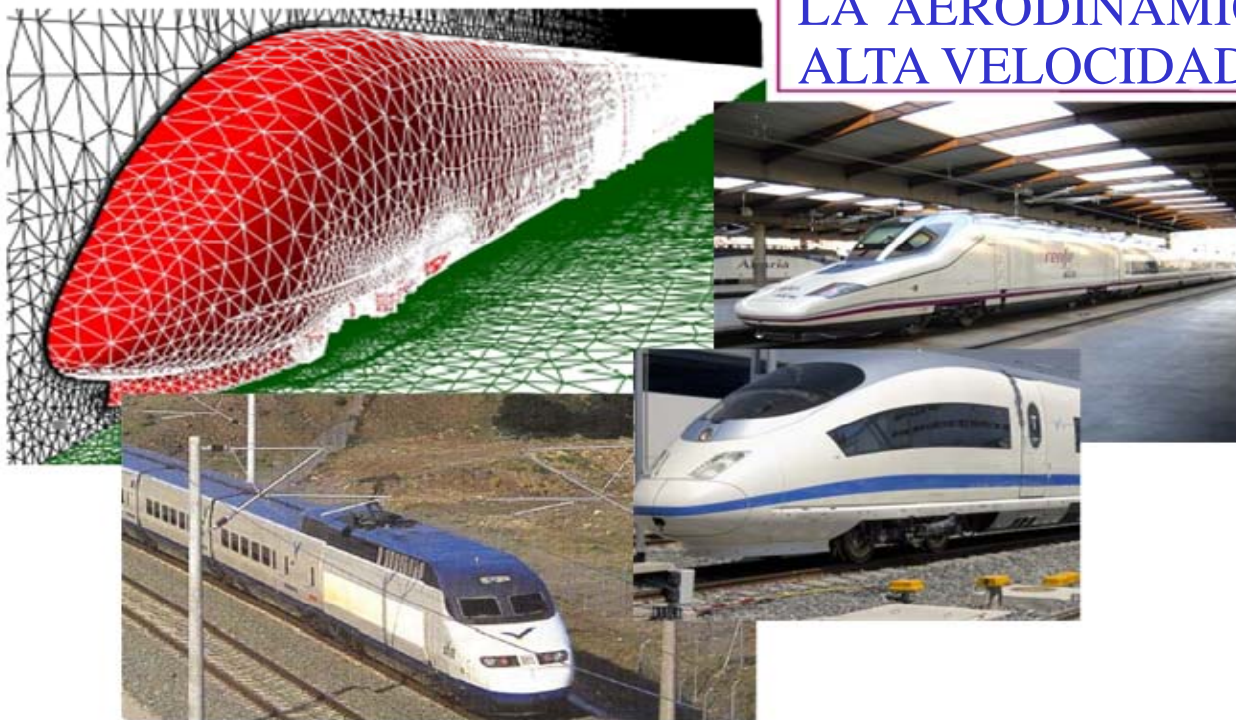
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS







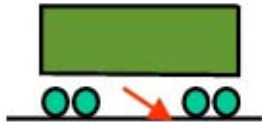
## LA AERODINÁMICA FERROVIARIA EN ALTA VELOCIDAD



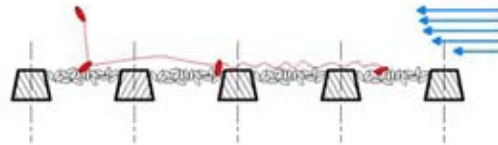


## El fenómeno de la proyección de balasto

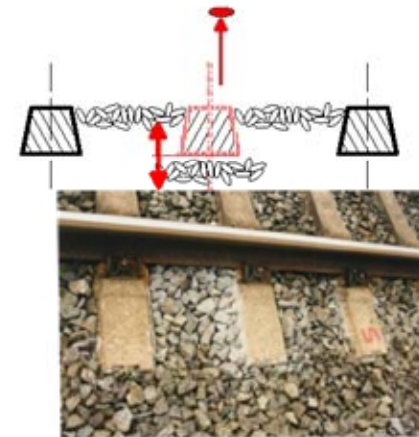
causas



a) Caída de hielo



b) Flujo de aire inducido al paso del tren

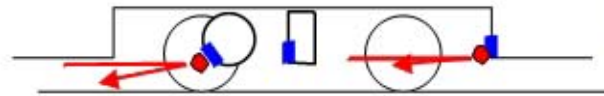


c) Vibraciones de traviesas

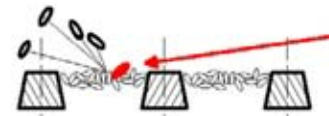
## El fenómeno de la proyección de balasto

el “rebote”

Reflexión en las  
aristas verticales  
del tren



Desprendimiento de  
otras piedras



...Una vez desencadenado, el fenómeno puede ser autoalimentado



## Pruebas en vía

---

### Pruebas en febrero de 2006

- 32 recorridos entre Guadalajara- Calatayud.  
velocidades de 300 a 330 km/h
- 9 recorridos La Sagra-Malagón  
velocidad de 330 km/h



Tren instrumentado con 24 micrófonos  
para registrar impactos



Detalle de la instrumentación

Micrófono

## Pruebas con el tren 102

ensayos realizados por Bombardier

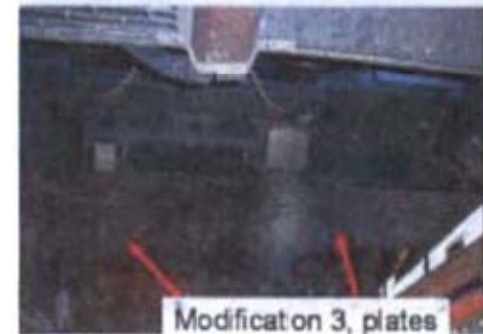
Modificación 1: deflectores en “ejes”



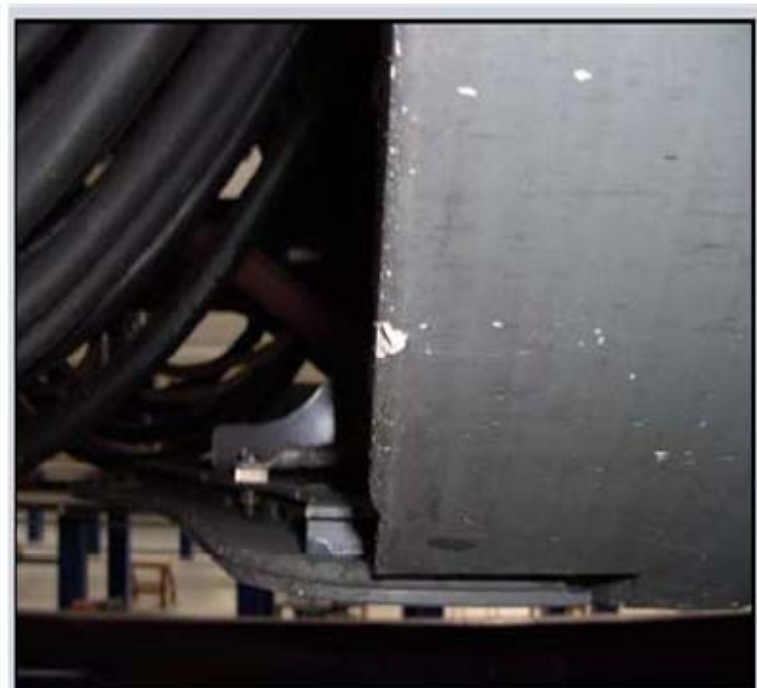
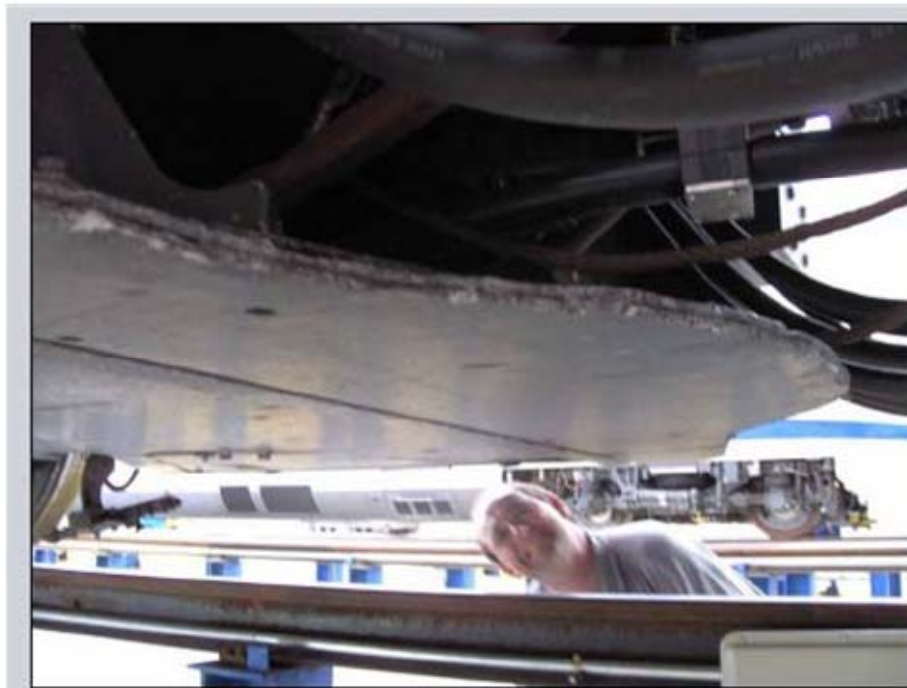
Modificación 2: pletinas guía



Modificación 3: planchas en la cabeza tractora



## Mejoras aerodinámicas en el carenado inferior del tren 103



Tren 103

Deflectores en la zona de separación de coches



## Mejoras aerodinámicas en el carenado inferior del tren 103



Tren 103

Deflectores en la zona de bogies



Tren 103

Planchas para nivelar los bajos

## Daños sobre el tren 103



Daños en el 103 (8-06)

## La experiencia coreana

### Ensayos de balasto en túnel de viento



(a) Before test

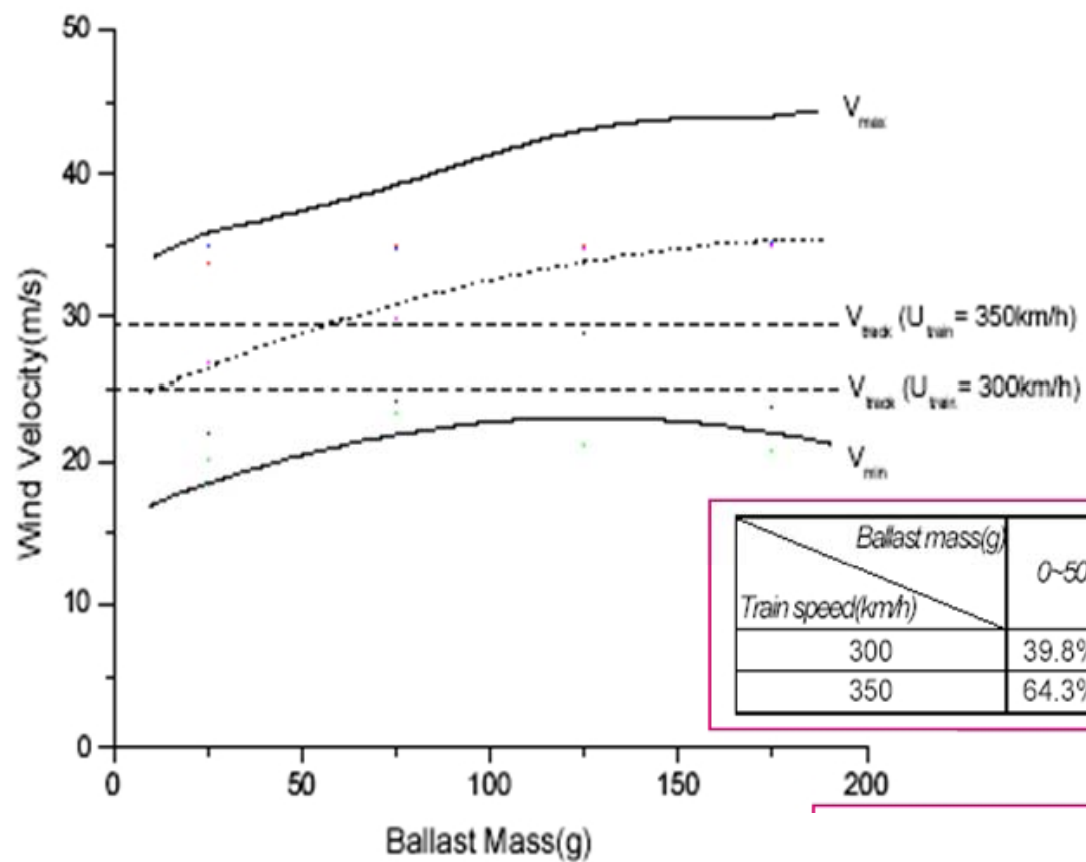


(b) After test

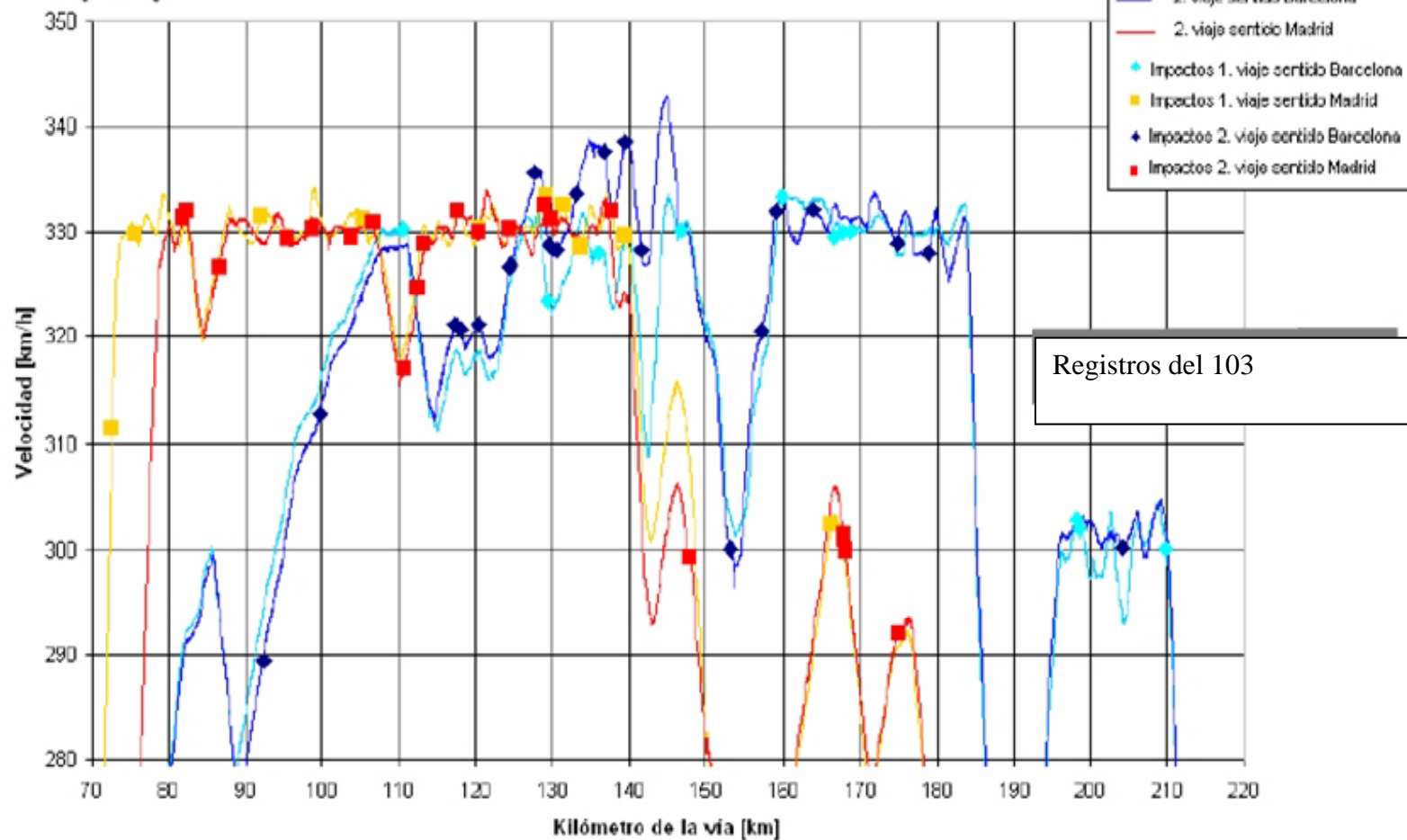
- En túnel de viento el movimiento del balasto se inició con v. del aire de 20 m/s y la proyección con v. del aire de 25 a 45 m/s ( según tamaño y forma del balasto)
- En vía el primer vuelo de balasto se observó con v. del aire de 33 m/s

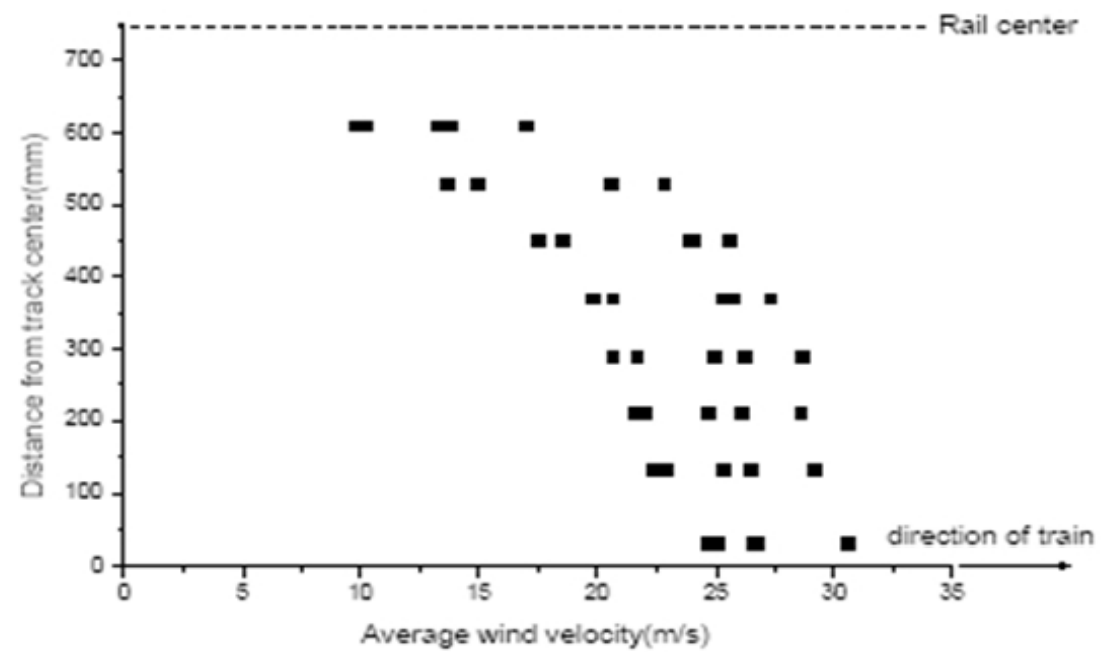


Función de probabilidad del vuelo de balasto:



### Impactos de piedras registrados en la noche del 12 al 13.02.2006





# El fenómeno del levante de balasto

Durante los últimos años algunos operadores han observado un nuevo fenómeno denominado levante de balasto que se produce por la interacción tren-vía en condiciones meteorológicas habituales.

Los primeros incidentes se detectaron durante las pruebas de homologación del ICE3 en [Francia](#) (2003) y [Bélgica](#) (2004)

Este fenómeno también se ha sido observado en menor intensidad en el TGV a 300 km/h

Otros incidentes sobre este aspecto han sido detectados en [Italia](#), en las pruebas de homologación en [España](#) de los trenes S-103 y S-102 y en el [Korea](#) Train Express (KTX)

El fenómeno del levante de balasto involucra tanto el propio diseño aerodinámico de los trenes como aspectos de la infraestructura tales como geometría y características de la banqueta de balasto, superestructura y la dinámica de la vía

### Análisis Estadístico de los datos experimentales







# VIDEOCAMARAS DE GRABACION





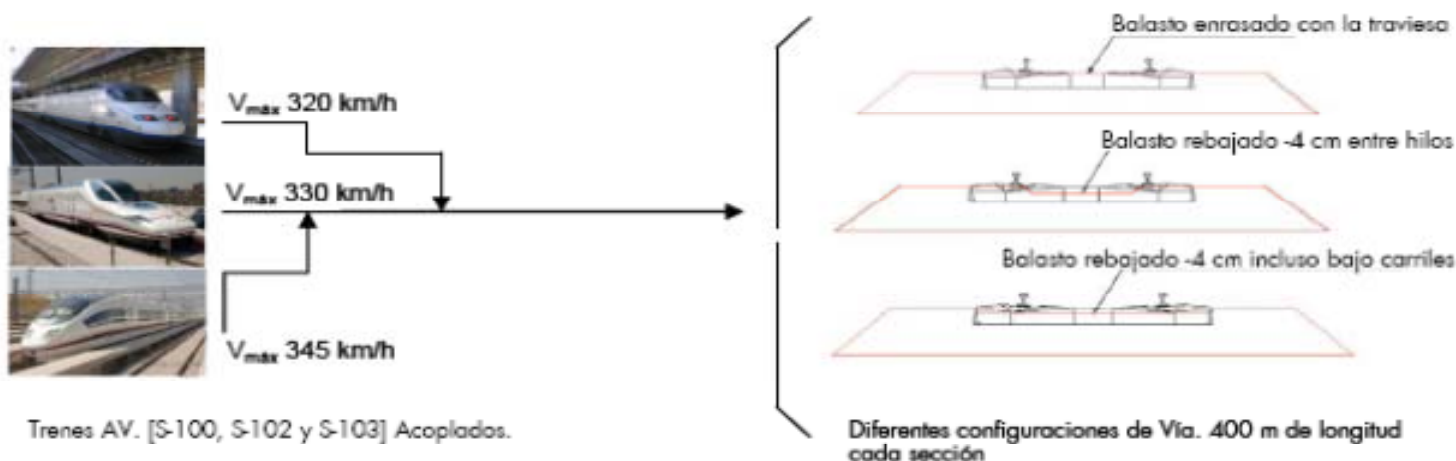


Ensayo en los tramos de vía preparados por ADIF:

1. Medida de los flujos aerodinámicos en las tres secciones. Tubos de Pitot y Anemómetros de hilo caliente (SENER, UPM y ADIF).
2. Grabación del desplazamiento de piedras en dos secciones (ADIF).
3. Medida del desplazamiento de piedras pintadas (ADIF).

Ensayo en el resto del tramo (Madrid-Calatayud):

1. Medida de número de impactos en los tres trenes (Renfe-Cidaut), mediante micrófonos embarcados en diferentes coches de cada tren.

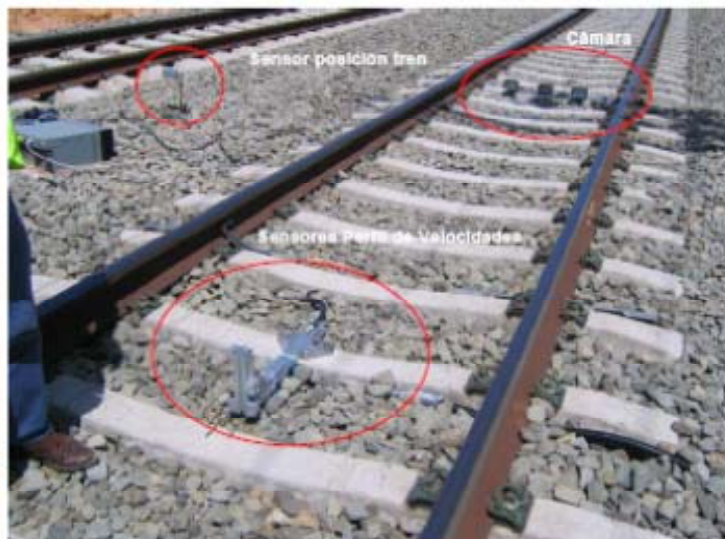
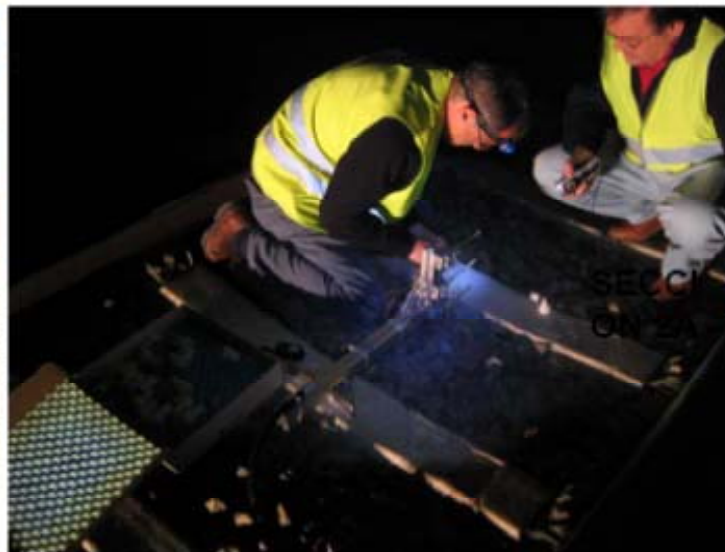




## MEDICIONES DE VELOCIDAD DEL AIRE











## MEDIDA DE CARGA AERODINAMICA



BT measurement plate for section 1A and 2A



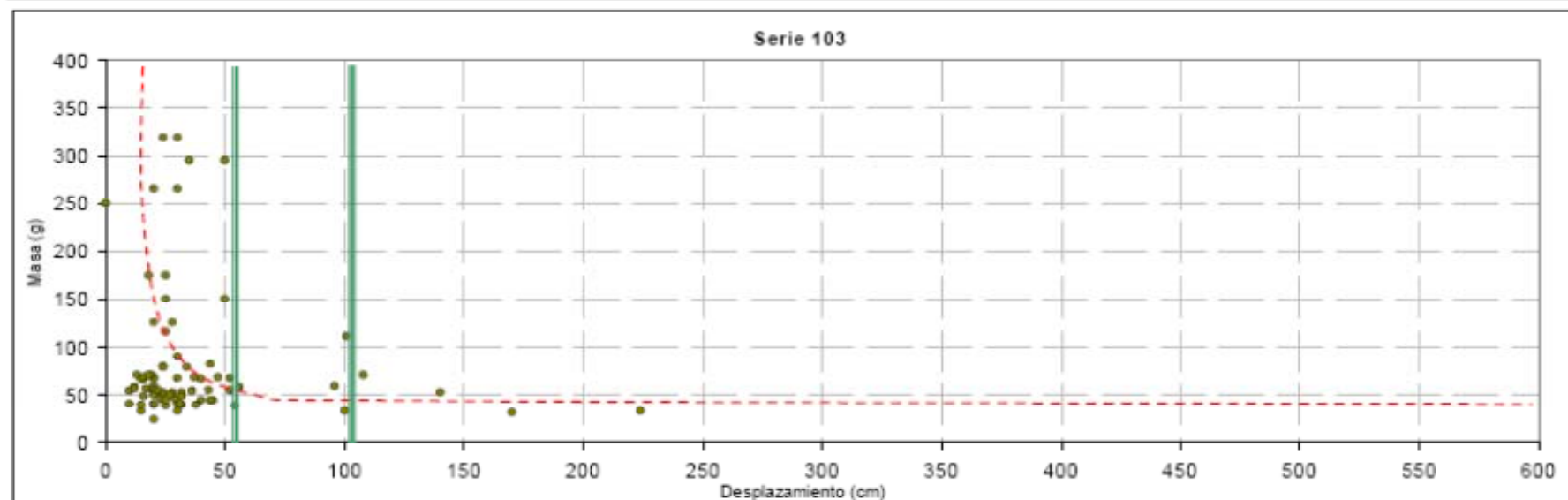
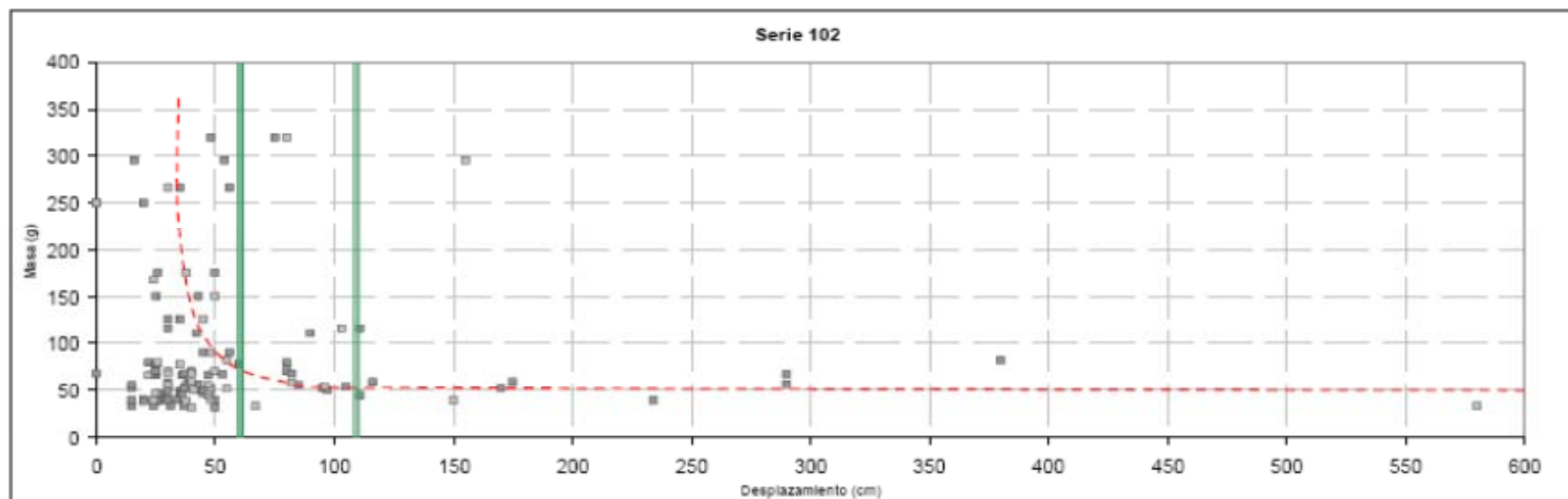
BT measurement plate for section P



# Primeros resultados ensayos experimentales en vía

## Velocidad 290 -299 km/h

Trenes: 3 de la serie 102 y 2 de la serie 103







Impactos en traviesa



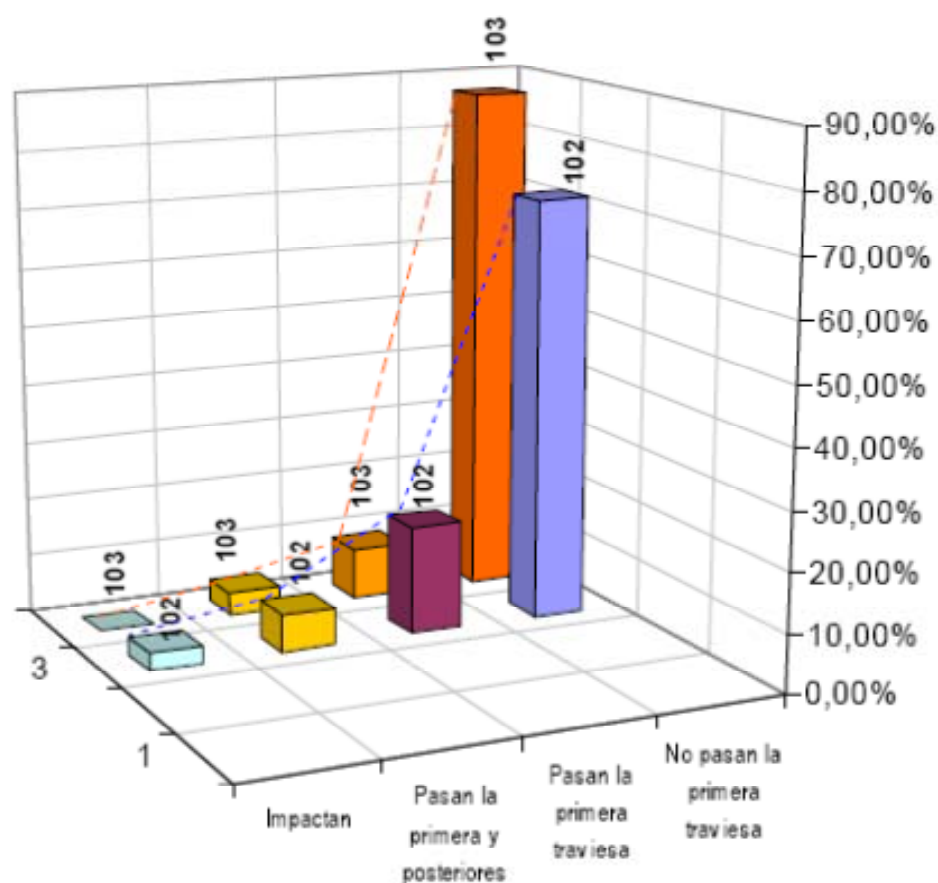
Impactos en carril

# Resultados ensayos experimentales en vía

## Velocidad 290 -299 km/h

Trenes: 3 de la serie 102 y 2 de la serie 103

### DATOS PREVIOS



# EL DISEÑO DE LOS TÚNELES

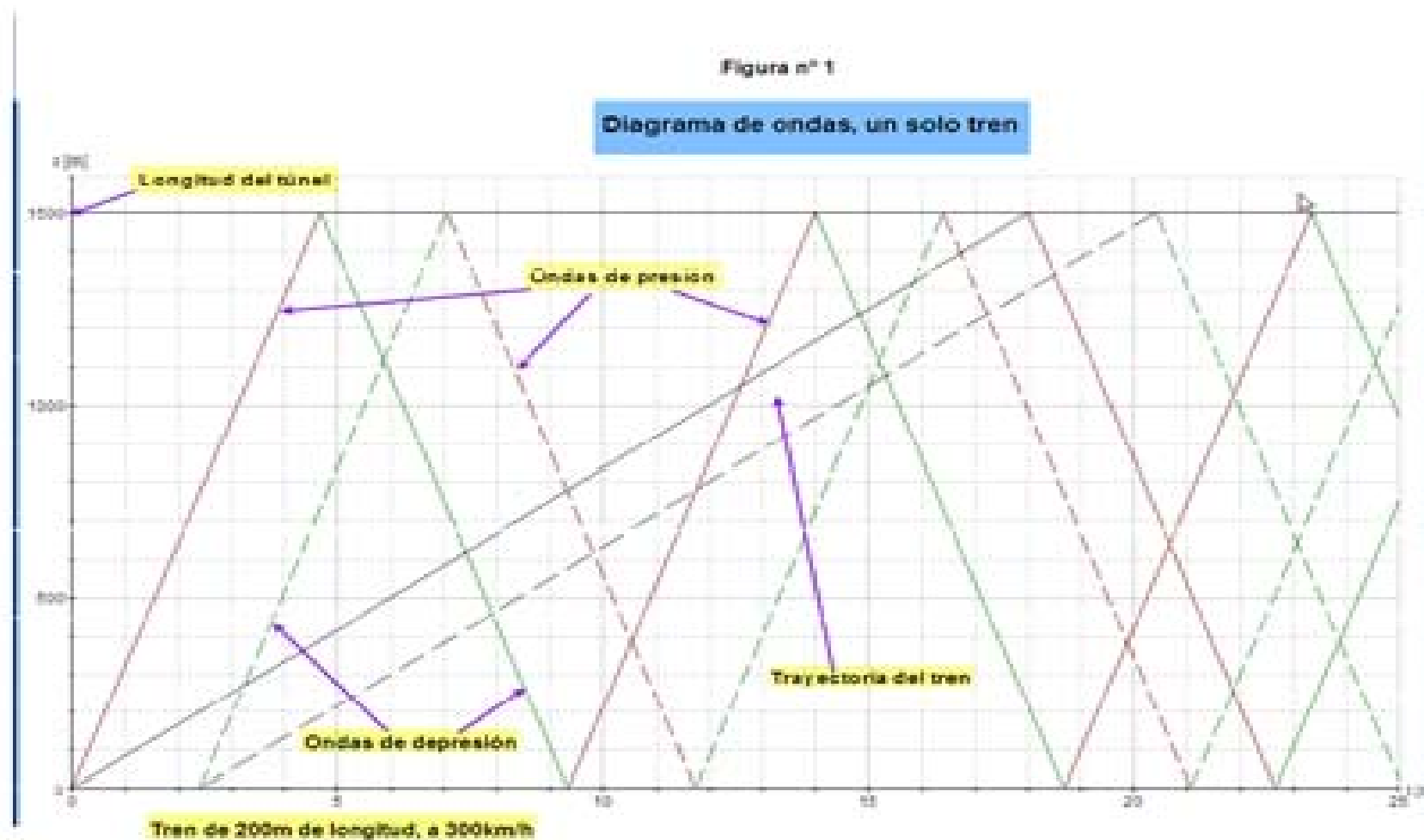
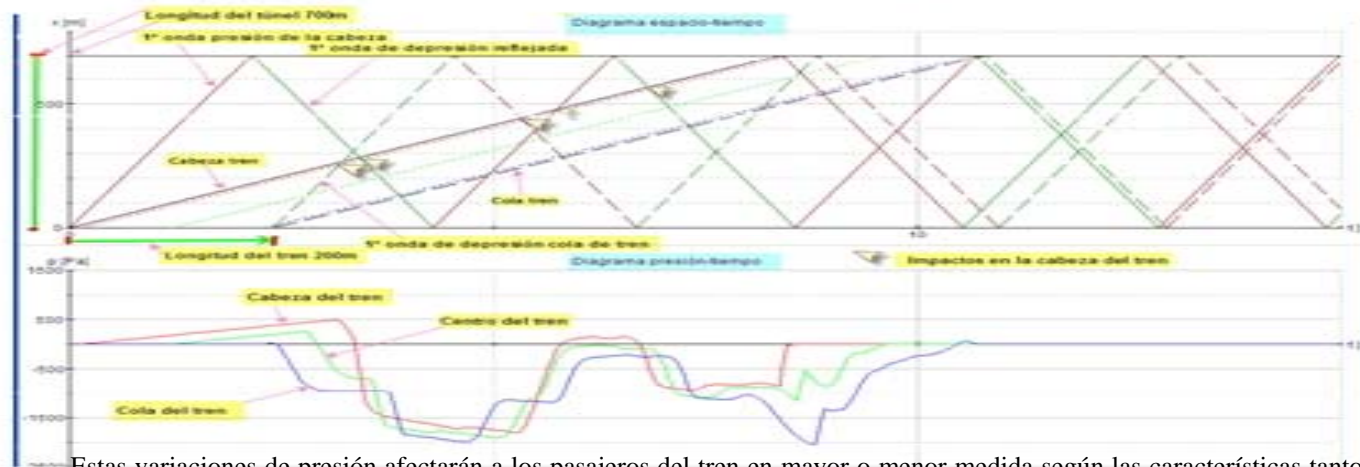




Figura nº 2  
Descripción del fenómeno aerodinámico

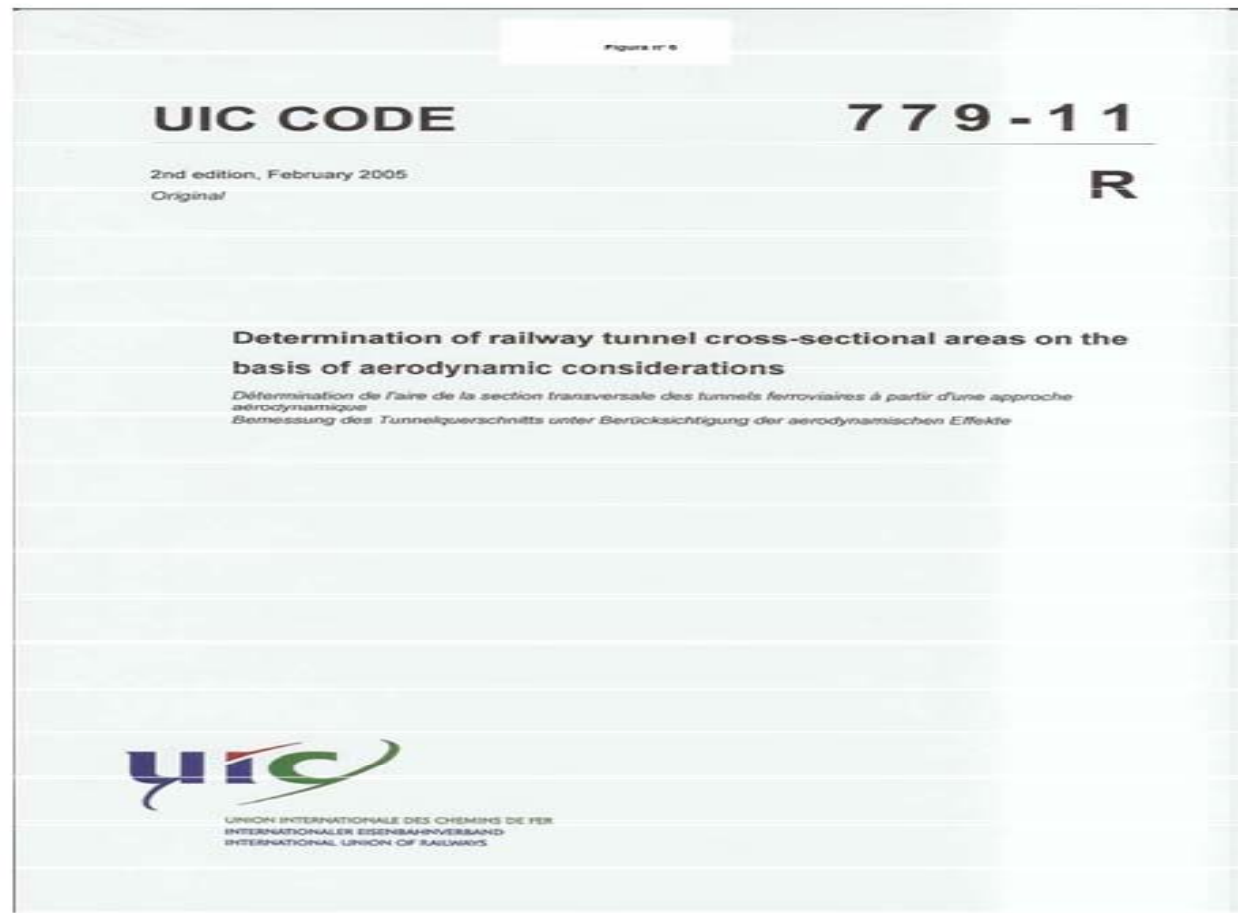


Estas variaciones de presión afectarán a los pasajeros del tren en mayor o menor medida según las características tanto del tren como del túnel. En la parte inferior de la figura se recogen las variaciones de presión en las tres partes más características del tren (cabeza, centro y cola)

En caso de un túnel de doble vía la complejidad de las historias de presión se puede incrementar por la existencia de un segundo tren en sentido contrario. En la figura nº 3 se ha recogido en la parte superior el diagrama de ondas y en inferior las variaciones de presión en la cabeza del tren.

Figura nº 3





### 3.1.1. Diseño de la Ficha

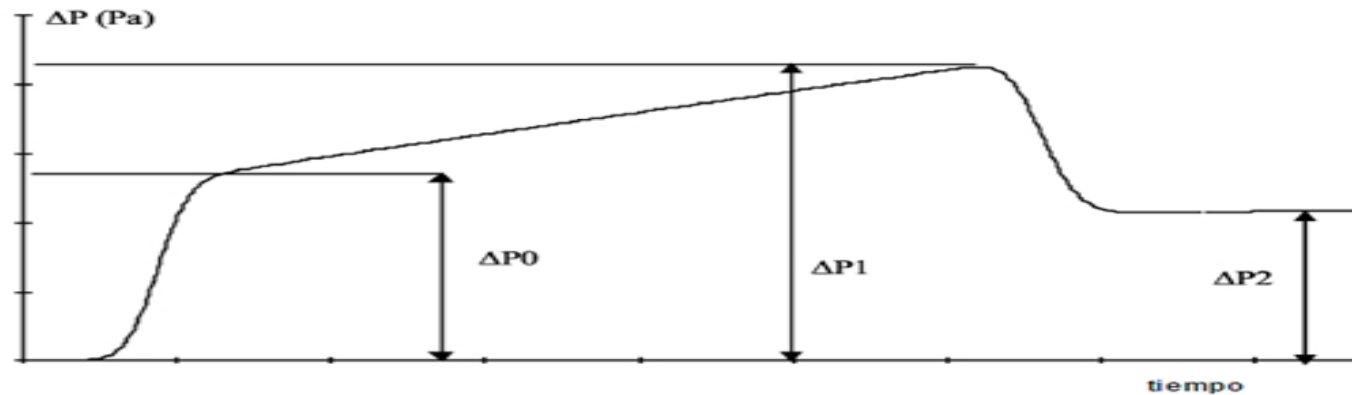
La dificultad principal para obtener el objetivo de sencillez en un tema tan complejo y que en principio parecía que solo se podría resolver con miles de casos analizados se pudo resolver primero combinando los parámetros más definitorios para formar grupos no-dimensionales

Por tanto era necesario fijar el umbral de salud, que tiene que ser un límite irrevasable en cualquier circunstancia y de obligado cumplimiento.

Para definir ese límite se creó un grupo de trabajo al que fueron convocados un conjunto de médicos especializados en otorrinolaringología de diversos países de reconocido prestigio a nivel internacional, y que después de múltiples reuniones y discusiones acordaron el siguiente criterio:

**“La máxima variación de presión (pico a pico), a la que los pasajeros y la tripulación de un tren pueden ser sometidos, no debe exceder de 10 kpa en cualquier intervalo de tiempo a lo largo del tránsito del tren en cualquier túnel”**

Un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de verificar el cumplimiento del criterio es la consideración del tren que debe cumplir el mismo. El mismo viene definido en la Especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI) del subsistema Material Rodante [2]. Las características del tren máximo (o pésimo) es un tren de longitud hasta 400m de longitud (la longitud crítica depende de la longitud del túnel), con 12m<sup>2</sup> de sección transversal, y con las siguientes características aerodinámicas:



La curva define las máximas variaciones de presión que experimentaría un punto dentro del túnel (firma aerodinámica del tren). En la misma,  $\otimes P_0 < \otimes = 1800\text{pa}$ ,  $\otimes P_1 < \otimes = 3200\text{pa}$  y  $\otimes P_1 - 0,8\otimes P_0 < \otimes = \otimes P_2$ . Estos valores corresponderían a un tren a una velocidad de 250km/k, y con una relación de bloqueo (sección del tren dividida por la sección del túnel) de 0,18.

## 2.2. CRITERIOS DE CONFORT MINIMOS

Durante los trabajos internacionales ya se pusieron de manifiesto las dificultades o mejor, la imposibilidad de llegar a un consenso en los criterios de confort, no solamente en cuanto a la cuantía de las variaciones de presión si no también en los períodos temporales de medición. Por esta razón, la UIC ha definido unas recomendaciones sobre los niveles de confort mínimos que se aconseja no deben sobrepasarse. Estos límites son los siguientes:





## EMBOQUILLE AERODINAMICO. TUNEL DE PERTUS



ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

**"Un gran europeo y gran ferroviario,  
Louis Armand, decía en los años 50, que el  
ferrocarril sería el gran modo  
de transporte del siglo XXI.....  
si lograba sobrevivir al siglo XX"**