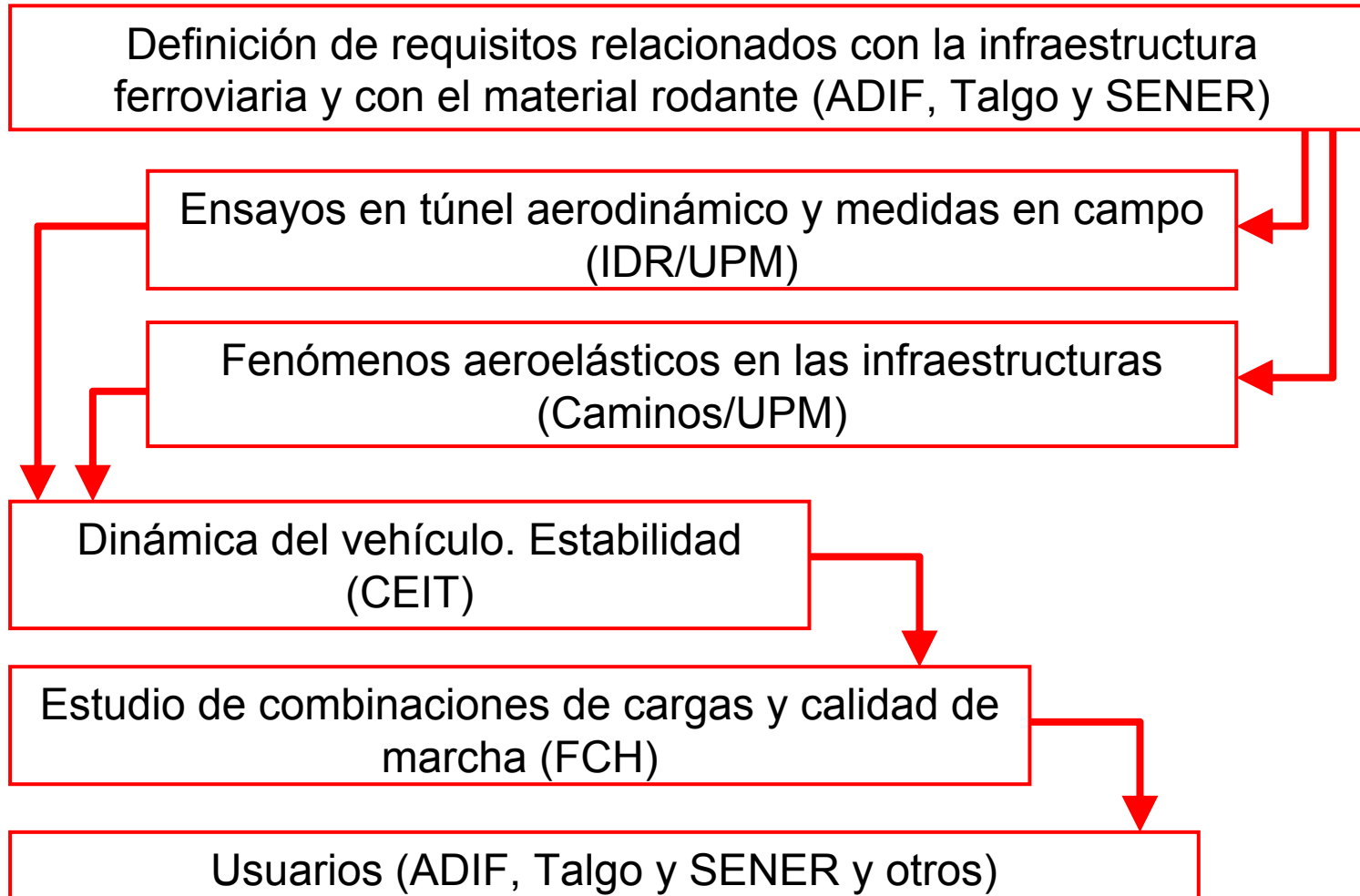


# EFECTOS DEL VIENTO TRANSVERSAL SOBRE LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS FERROVIARIOS. DETERMINACIÓN DE VALORES LÍMITE

## PT-2007-024-17CCPM

- Inst. Universitario “Ignacio Da Riva”, Univ. Politécnica de Madrid (IDR/UPM)
- Grupo de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos (UPM)
- Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Guipuzcoa (CEIT)
- Fundación Caminos de Hierro (FCH)



## TAREAS

- Medidas en túnel aerodinámico de la eficacia de diversos tipos de barreras cortavientos; impacto de las mismas en la catenaria. Cargas de vientos sobre barreras y otras infraestructuras. Medidas en campo.
- Estudio de la acción del viento sobre las estructuras y elementos asociados al ferrocarril (viaductos, pórticos, catenaria, báculos,...).
- Análisis del efecto del viento sobre la dinámica del vehículo, especialmente la incidencia de éste en un posible vuelco y su efecto sobre la estabilidad de marcha.
- Análisis de las combinaciones de la acción lateral del viento con otras acciones ferroviarias, para el análisis de la seguridad de marcha (riesgo de descarrilamiento y vuelco, y riesgo de ripado de vía).



POLITÉCNICA

# IDR/UPM, E.T.S.I. AERONÁUTICOS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



	Tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
IDR/UPM	1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CCP/ UPM	4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
CEIT	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
FCH	6				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	7																			■	■	■	■	■	■	■	
	8																									■	
ADIF	9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Talgo	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
SENER	11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

1	Ensayos en túnel aerodinámico
2	Medidas en túneles ferroviarios
3	Medidas en campo
4	Efectos de las ráfagas en la infraestructura
5	Análisis de los riesgos de vuelco
6	Caracterización y análisis de efectos distintos del viento lateral
7	Integración de los efectos del viento lateral, análisis de la calidad de marcha
8	Definición de una metodología de diseño
9	Supervisión y apoyo técnico
10	Suministro de información
11	Definición de infraestructuras y estudios comparativos

## Grupo de la Escuela de Ingenieros de Caminos de la UPM

En primer lugar se han evaluado las acciones estáticas y dinámicas del viento sobre varios viaductos propuestos por ADIF, todos ellos pertenecen a la línea de alta velocidad del Noroeste: de Barbantiño, de Deza, del río Ulla, de Portos y de O'Eixo. Para ello se han puesto a punto modelos geométricos y estructurales detallados y completos de los citados viaductos, habiéndose estudiado sus propiedades estructurales estáticas y dinámicas. Estos modelos han sido calibrados y comparados con los estudios de proyecto para asegurar de la corrección de las hipótesis consideradas.

También se han evaluado las acciones del viento transversal sobre los viaductos, habiéndose considerado, en lo que a acciones estáticas se refiere, los casos de viaductos sin y con barreras, con los coeficientes de fuerzas aerodinámicas según la normativa Española (IAPF) y Europea (EN1991-1-4) y según los resultados obtenidos con modelos en túnel aerodinámico.

Se ha desarrollado igualmente la caracterización de las acciones dinámicas y la respuesta estructural en los viaductos de Barbantiño y del Ulla, considerando los cálculos de ráfagas.

## Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Guipuzcoa (CEIT)

Continuando con aspectos relativos a la seguridad del tren o del trazado y del confort del viajero, se ha estudiado detenidamente el comportamiento dinámico del vehículo a través de un modelo multi-cuerpo mediante el uso de *Simpack*. Para tal fin se han construido escenarios en los que se han combinado diferentes acciones para evaluar su influencia en la respuesta del vehículo. De esta forma modificando el trazado de la vía (recta o curva, altura de peralte y longitud de clotoide), añadiendo defectos de vía, o alterando las condiciones de viento lateral, se ha hallado -por ejemplo- qué situación es más perjudicial desde el punto de vista dinámico, cuál provoca un mayor giro de la caja, o cuando se alcanza el tope de la suspensión lateral secundaria, un aspecto definitivo desde el punto de vista de la comodidad. Asimismo se ha analizado el tipo de defecto más influyente en la combinación de acciones con el viento cruzado.

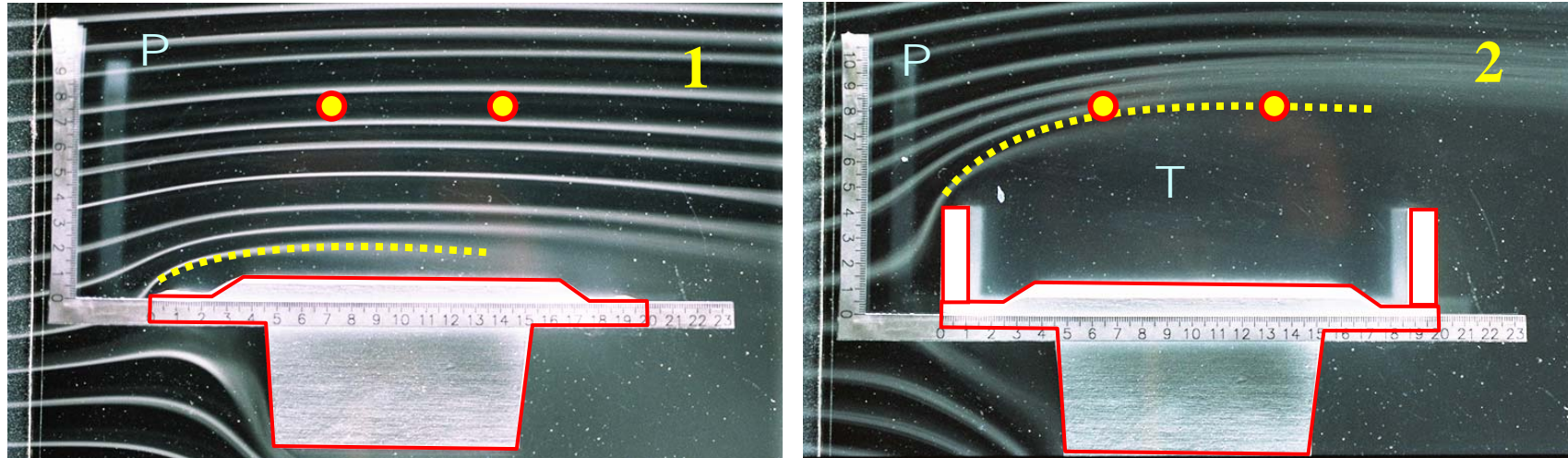
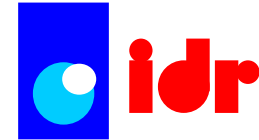
## Fundación Caminos de Hierro (FCH)

Se ha abordado la cuantificación de la importancia relativa de las sobrecargas verticales y esfuerzos laterales inducidas por las acciones ferroviarias deterministas y aleatorias en el contacto rueda-carril (distintas del viento lateral) para su combinación posterior con la acción del viento, a fin de relacionarlas con los límites de seguridad por descarrilamiento, vuelco y ripado de vía. Dichas fuerzas se obtienen como salida de sistemas simplificados de comportamiento, con modelos sencillos de vehículo y vía, siendo las excitaciones de entrada al modelo las acciones consideradas. Se ha encontrado así que en la comparación de las acciones entre sí (distintas del viento), para la evaluación del riesgo de vuelco, los defectos de nivelación tienen mayor incidencia, y aunque los efectos del resto de acciones pudieran no ser despreciables su importancia relativa se puede considerar como pequeña. En la evaluación del riesgo de ripado y descarrilamiento, independientemente del tipo de vehículo, parece que los defectos de alineación son los más relevantes a la hora de combinar con el viento en la evaluación de dichos riesgos. El resto de acciones (defectos de alabeo y circulación en curva o por puntos singulares) tienen una influencia mucho menor, que puede ser despreciable.

## IDR/UPM

A lo largo de 2009 se han continuado las diferentes campañas de ensayos en túnel aerodinámico con modelos a escala, centradas por una parte en las medidas de presiones y de cargas aerodinámicas globales sobre un modelo bidimensional de tren en diferentes configuraciones de plataforma (modelo sobre viaducto con diferentes tipos de barreras cortavientos y distintas alturas de las mismas), y por otra en la medida de las cargas de viento sobre viaductos de diferente canto equipados con barreras cortavientos (también de diferentes tipos, con y sin aleros, y de varias alturas). En este año se han medido también las distribuciones de presión sobre el mismo modelo bidimensional de tren situado ahora sobre terraplenes, habiéndose considerado dos pendientes de terraplén y los mismos juegos de barreras cortavientos que en el caso de los viaductos. Dado que una barrera cortavientos genera a sotavento de sí misma una amplia estela, y ésta es una fuente de perturbaciones turbulentas que podrían ser causa de excitación de fenómenos aeroelásticos en la catenaria, también se ha estudiado de modo experimental la influencia de las barreras cortavientos en el nivel de turbulencia en la catenaria, habiéndose establecido criterios de selección de las barreras.



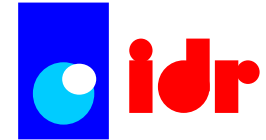


Fotografías obtenidas en túnel de humos del flujo alrededor de un viaducto sin y con barrera cortavientos. La capa de cortadura que limita la estela puede incidir sobre los hilos de las catenarias, aumentando el nivel de excitación aerodinámica (lo que puede conducir a la aparición de fenómenos de galope).

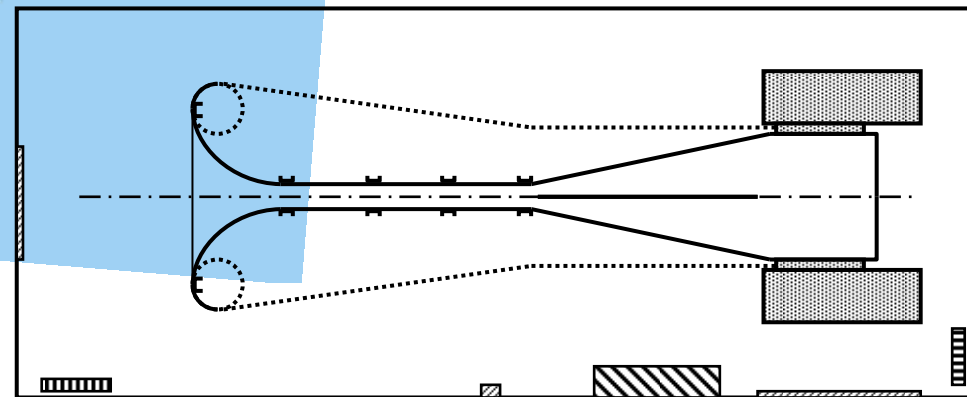
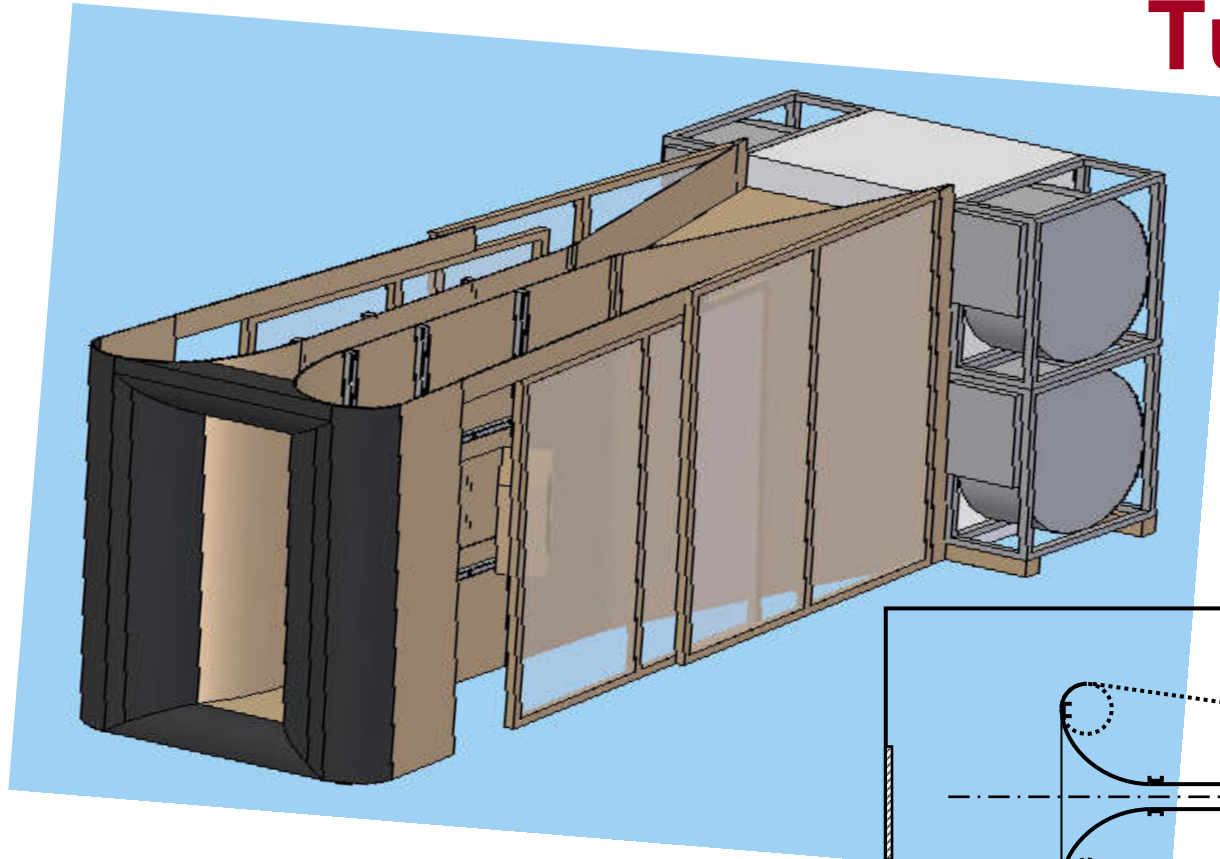


POLITÉCNICA

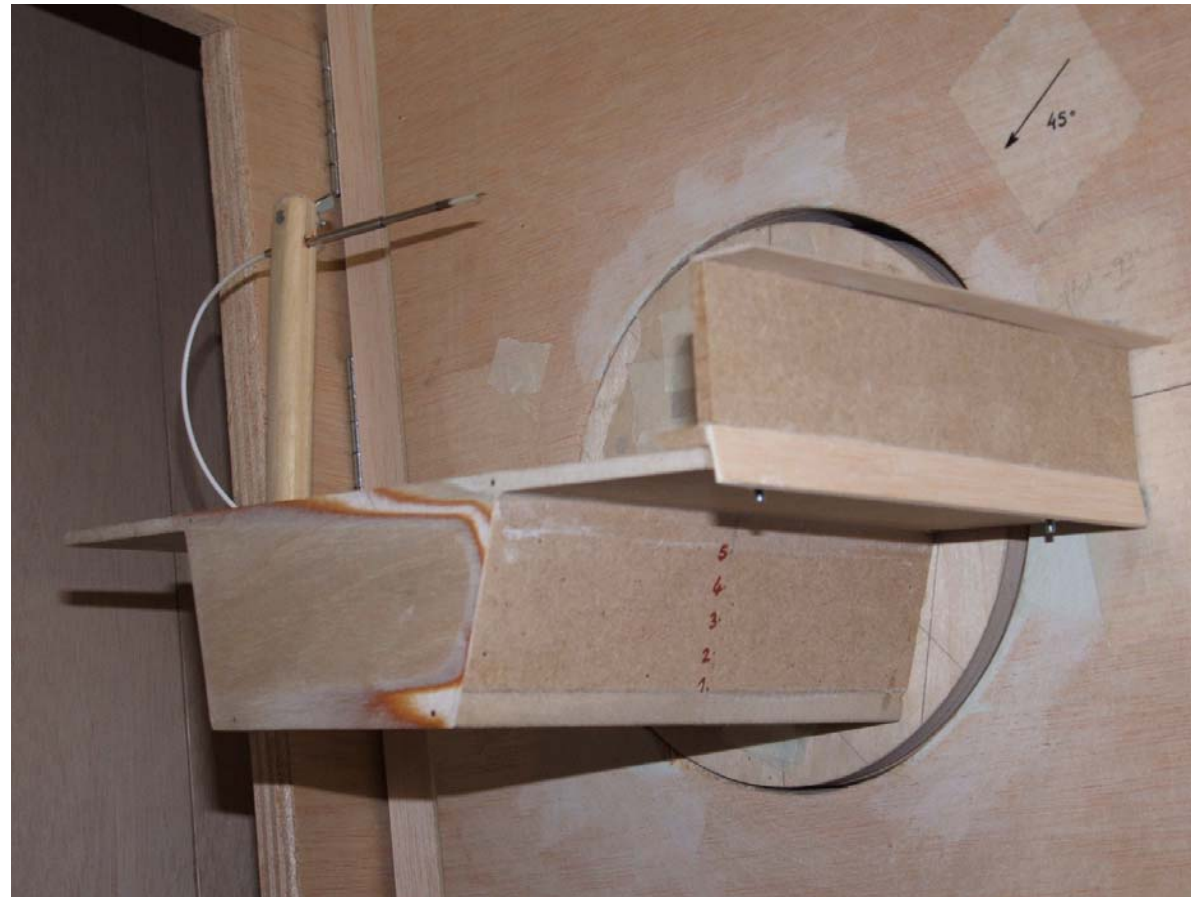
IDR/UPM, E.T.S.I. AERONÁUTICOS  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

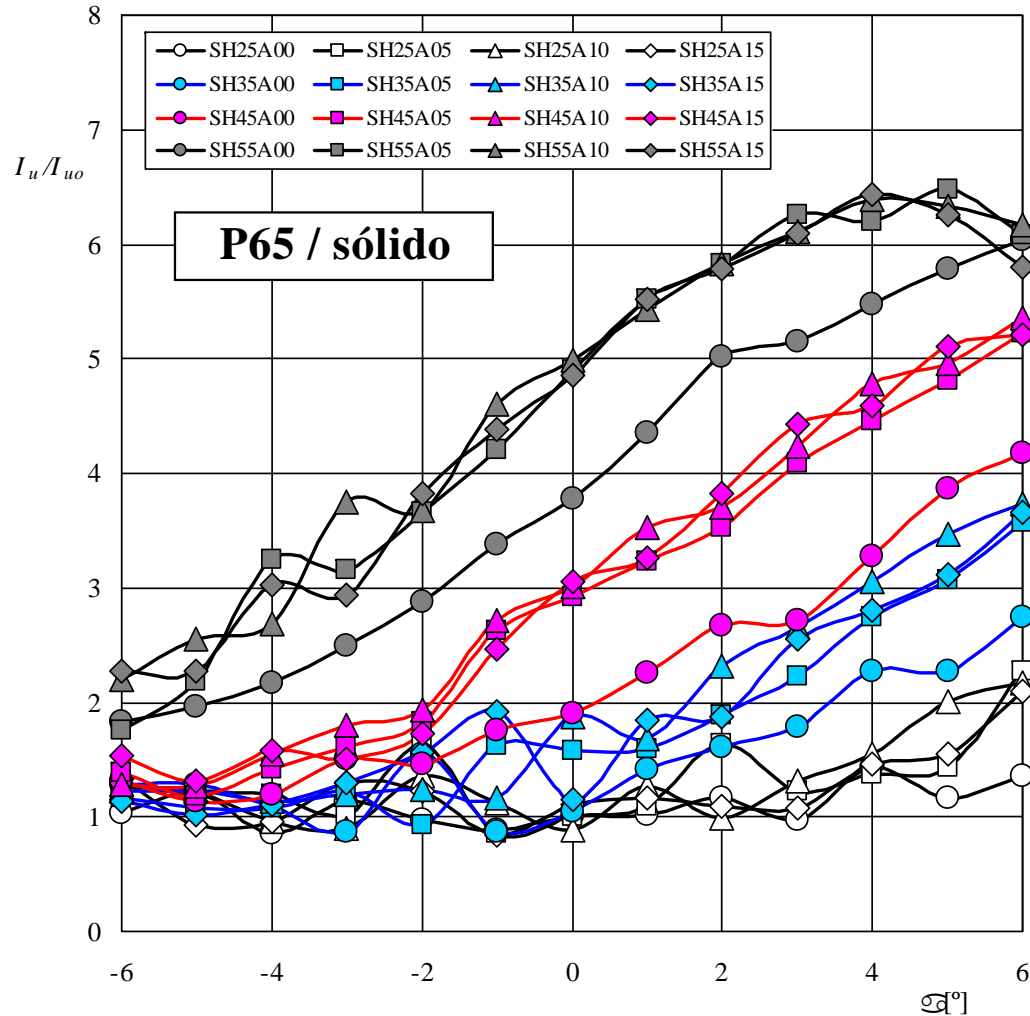
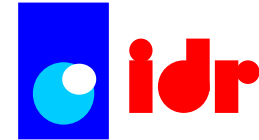


# Túnel A4C

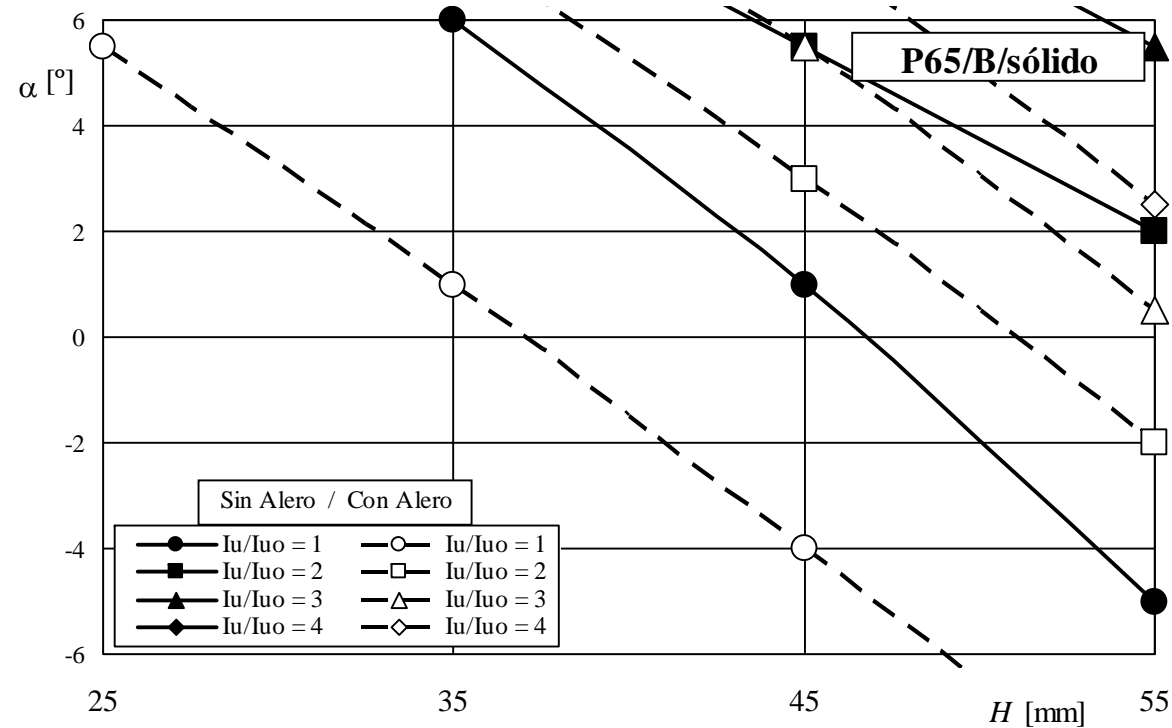


## Modelo para la medida de velocidades en la catenaria



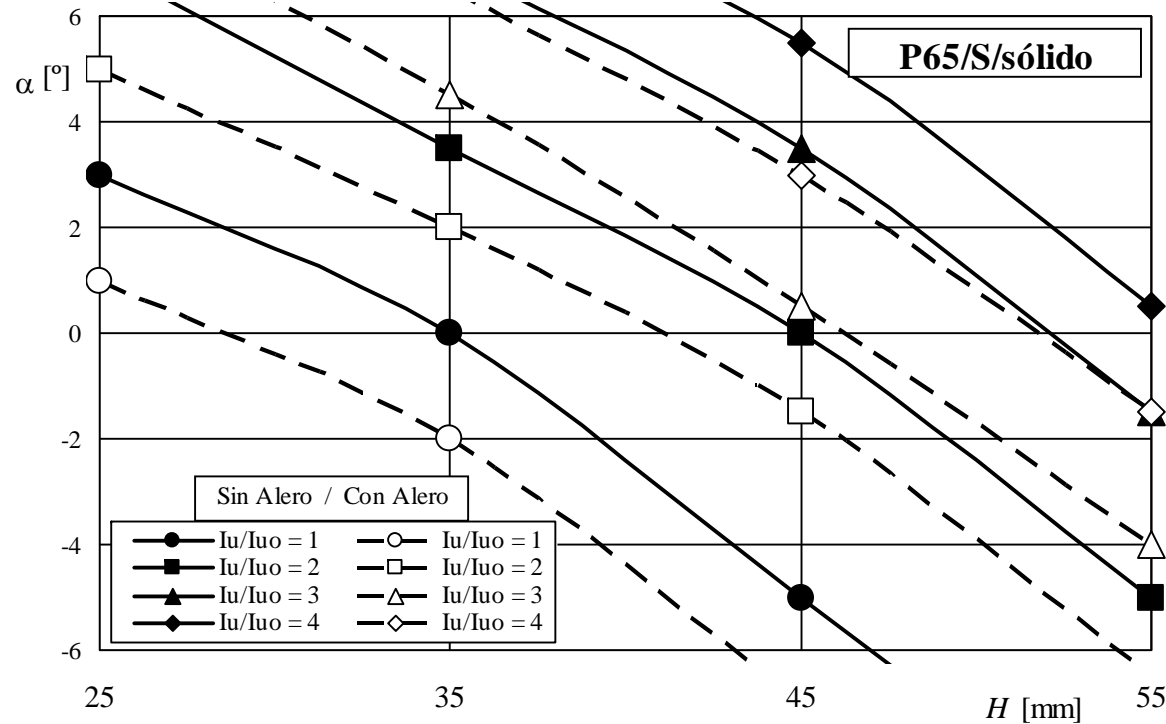


Variación con el ángulo de incidencia de la corriente,  $\alpha$ , del nivel de turbulencia a la altura de la catenaria de sotavento. Los resultados corresponden al modelo de puente P65, para los tipos de barreras sólidas indicados en el inserto.



Variación con la altura de la barrera,  $H$ , y el ángulo de incidencia de la corriente,  $\alpha$ , del cociente  $I_u/I_{u0}$  entre el nivel de turbulencia con barrera,  $I_u$ , y sin barrera,  $I_{u0}$ , en la posición de la catenaria de barlovento (B), para el caso de barreras sólidas con y sin aleros





Variación con la altura de la barrera,  $H$ , y el ángulo de incidencia de la corriente,  $\alpha$ , del cociente  $I_u/I_{u0}$  entre el nivel de turbulencia con barrera,  $I_u$ , y sin barrera,  $I_{u0}$ , en la posición de la catenaria de sotavento (S), para el caso de barreras sólidas con y sin aleros



POLITÉCNICA

IDR/UPM, E.T.S.I. AERONÁUTICOS  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

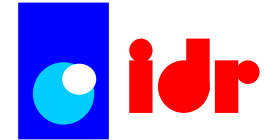


Se ha alcanzado un acuerdo con ADIF para utilizar un viaducto real como banco de pruebas, donde se colocarán diversos tipos de barreras para medir su efecto en la catenaria.



POLITÉCNICA

IDR/UPM, E.T.S.I. AERONÁUTICOS  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



**Viaducto de O' Eixo**