

**Título presentación:** MODELIZACIÓN NUMÉRICA DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DE LOS FIRMES FLEXIBLES A PARTIR DE MEDIDAS EXPERIMENTALES EN PISTA DE ENSAYO A ESCALA REAL

**Autor:** Angel Mateos Moreno  
Dr. Ingeniero de Caminos  
Jefe de Servicio de Estudios Básicos de Tráfico  
Centro de Estudios de Carreteras del CEDEX (Ministerio de Fomento)

## RESUMEN

El problema de la respuesta estructural de un firme flexible bajo la carga de un vehículo en movimiento resulta de vital importancia para la ingeniería de carreteras, y especialmente a medida que el uso de los métodos de diseño analítico está cada vez más extendido.

En esta investigación se desarrolla un modelo numérico, cuyos resultados se comparan con las medidas realizadas *in-situ* en firmes instrumentados.

La base experimental la constituyen seis secciones ensayadas en la Pista de Evaluación a Escala Real del CEDEX. Las secciones fueron instrumentadas con sensores de respuesta estructural, que fue medida bajo el paso de los vehículos simuladores del tráfico de la pista para diferentes condiciones de temperatura y de velocidad de circulación.

Para el desarrollo del modelo, se ha llevado a cabo en primer lugar un estudio de los aspectos fundamentales del problema. El estudio se basa en cálculos teóricos, ensayos *in-situ* y de laboratorio, así como en la experiencia al respecto recogida en la bibliografía.

Se ha utilizado el programa de elementos finitos ABAQUS. El firme se modeliza como una estructura multicapa tridimensional, considerando la mezcla bituminosa como un material visco-elástico lineal y los suelos que constituyen la explanada como elásticos lineales. La sollicitación considerada es la de una carga variable en posición, y el problema se resuelve mediante un procedimiento de cálculo quasi-estático, en el que no se consideran las fuerzas de inercia, ni el amortiguamiento, pero sí la dependencia de la frecuencia de las propiedades mecánicas de los materiales.

Las predicciones de la modelización numérica se han comparado con las medidas realizadas en las secciones ensayadas en la pista. Esta comparación muestra la utilidad del modelo para reproducir los aspectos fundamentales de la respuesta estructural de un firme flexible.

Finalmente se lleva a cabo un estudio crítico de los resultados obtenidos, se determina la aplicabilidad del modelo y se analizan sus limitaciones.

## ABSTRACT

The structural response of a flexible pavement under a moving wheel is a problem of an utmost importance for road engineering and especially now, when the use of analytical design methods is increasing every day.

A numeric model is developed in this research and the theoretical results are compared to *in-situ* measurements carried out in instrumented pavements.

Experimental data comes from six pavement sections tested at the CEDEX Full-Scale Test Track. The sections were instrumented with sensors, and the structural response to the pass of the traffic simulator vehicles was measured under different conditions of temperature and speed.

A study of the fundamental points of the problem has been carried out as a first step in order to develop the model. This study is based on theoretical calculations, *in-situ* and laboratory testing and the state-of-the-art gathered from existing publications.

ABAQUS finite element program has been used. The pavement is modeled as a multilayer three-dimensional structure, the asphalt mix is considered as a linear visco-elastic material and the subgrade soils as linear elastic. The vehicle load is modeled as a force with variable position, and the problem is solved through a quasi-static analysis, which does not take into account inertia forces and damping, but it does consider the frequency dependence of the mechanical properties of the materials.

Numeric modeling predictions have been compared to actual response measured in the test track sections. This comparison shows the potential of the model to reproduce the fundamental points of the structural response of a flexible pavement.

Finally, a study of the results has been conducted, the applicability of the model has been determined and its drawbacks have been analyzed.