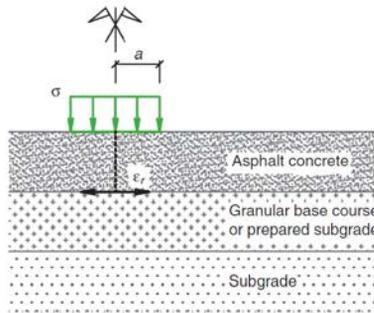


Introducción

En este trabajo se presenta un modelo integrado para el análisis a fatiga de firmes flexibles que considera el efecto de la carga dinámica de rodadura. El objetivo principal de este trabajo es cuantificar la reducción que experimenta la vida útil del firme debido al aumento de las cargas dinámicas ejercidas por los vehículos a medida que se deteriora progresivamente el perfil longitudinal de rugosidad de la carretera.



El número de ciclos de carga hasta el fallo por fatiga correspondiente a la carga dinámica será:

$$N_d(T) = (K/\varepsilon_{rd}(T))^{1/\alpha} \approx N \Phi(T)^{-(1/\alpha)}$$

Finalmente, la expresión del indicador de daño acumulado por fatiga considerando efectos dinámicos se puede escribir como:

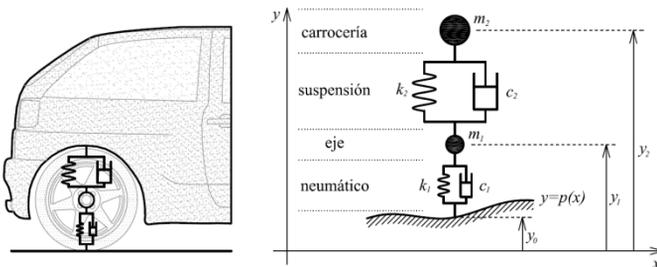
$$\psi_d(\tau) = \frac{E_d(T)|_{T=\tau T_p}}{N} \approx \psi(\tau) \frac{\ln(1+r)}{(1+r)^{\tau T_p} - 1} \int_{T=0}^{T=\tau T_p} (1+r)^T \Phi(T)^{1/\alpha} dT, \quad \text{siendo } \tau = T/T_p.$$

Objetivos

- Simular la respuesta dinámica de un vehículo debido a la rugosidad de la superficie de la carretera gracias a un modelo evolutivo.
- Definir un nuevo indicador para el daño por fatiga considerando los efectos dinámicos.
- Realizar una predicción de la vida útil de la sección a partir del nuevo indicador.
- Comparación de la vida útil obtenida con la estimada por la Norma 6.1-IC.

Modelo Numérico

Para cuantificar el valor acumulado de los desplazamientos verticales que experimentará la carrocería de un cierto vehículo ligero debido a la rugosidad de la superficie de la carretera por unidad de longitud recorrida, es preciso simular el comportamiento dinámico de un vehículo virtual de características predeterminadas [Gillespie, Sayers y Siegel, 1980] que se considere representativo del parque móvil de vehículos ligeros, lo que se conoce como modelo de un cuarto de coche.



Aplicando la Segunda Ley de Newton a las masas del modelo de cuarto de coche, se obtiene el sistema de ecuaciones ordinarias que simula éste comportamiento.

$$\underline{M} \ddot{\underline{u}}(t) + \underline{C} \dot{\underline{u}}(t) + \underline{K} \underline{u}(t) = \bar{\underline{b}} \ddot{y}_0(t)$$

La carga dinámica vertical ejercida por la rueda sobre el pavimento a lo largo del recorrido se puede calcular como:

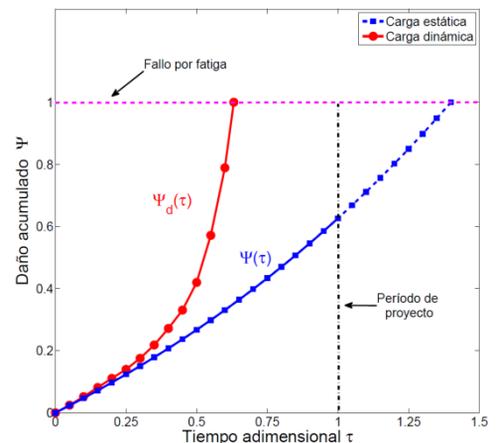
$$V_d(t) = V (1 + \eta(t))$$

$$\text{con } V = (m_1 + m_2)g, \quad \eta(t) = \frac{-1}{(m_1 + m_2)g} (c_1 \dot{u}_1(t) + k_1 u_1(t))$$

Autores

F. Navarrina (UDC) X. Nogueira(UDC)
L. Ramírez (UDC) I. Colominas(UDC)
J. París (UDC) M. Casteleiro (UDC)
M. Ruíz (UDC) J.R. Fernández de Mesa (OVISA)

Conclusiones



El modelo ha sido implementado, calibrado y aplicado para cuantificar el acortamiento de la vida útil de diversas secciones de firme debido al efecto de las cargas dinámicas de rodadura. Al aplicar el modelo a las secciones de la Norma 6.1-IC se observa que dichas secciones no están sobredimensionadas, como predice la Norma, sino muy infradimensionadas, alcanzándose, por ejemplo, una vida útil estimada para una sección T3121 de 12 años, 8 por debajo del período de proyecto y 16 menos que la estimación de la Norma.

La formulación propuesta es específica para la norma española 6.1-IC, pero los conceptos subyacentes no son restrictivos y pueden aplicarse a cualquier ley de fatiga por deformación. Por tanto, el modelo puede adaptarse fácilmente a otras regulaciones.