

PREDICCIÓN DE LA VIBRACION TRANSMITIDA A LOS EDIFICIOS CERCANOS A UNA LINEA DE METRO

Autor: Azucena Cortés.

**Centro de Investigación Tecnológica LBEIN
Cuesta de Olabeaga, 16. Bilbao-48.013. Tfno. 4892400. FAX 4411749**

INTRODUCCION

Las molestias ocasionadas en los residentes cercanos a una línea de Metro se pueden percibir como movimiento mecánico, o bien, como una vibración que se transmite a través del terreno, alcanza los edificios, y hace vibrar a su vez los paramentos de la vivienda originando un sonido de baja frecuencia que puede ser oído por los residentes. Las medidas para reducir estos niveles de ruido y vibración deben ser consideradas en la fase de diseño de los nuevos proyectos. Para ello se requiere la adopción de una metodología para cuantificar sus efectos.

Esta ponencia está basada en el estudio de **Impacto por Vibración de la Línea I del Futuro Metro de Bilbao** efectuado a lo largo de 1992 para el **Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco** por **LBEIN** en colaboración con el **Danish Acoustical Institute** y el **Departamento de Ingeniería Mecánica de la U.P.V./E.H.U.**

METODOLOGIA

La metodología de predicción de niveles de vibración consistió en la estimación de la respuesta en el edificio, conociendo el nivel de excitación originado por el paso del tren en la pared del túnel y la transmisibilidad desde el túnel a los edificios.

La excitación del tren se caracterizó mediante mediciones a distintas velocidades de circulación del tren en la pared de un túnel existente en una línea en servicio, considerado como el más representativo de la situación futura:

La transmisibilidad desde la pared del túnel a los edificios fue obtenida midiendo simultáneamente la señal originada mediante un excitador de impactos (DYNATEST, HWD, 8081) en la pared del túnel de la línea del Metro en fase de construcción y la respuesta transmitida en diferentes posiciones de varios edificios, elegidos de forma que representaran áreas con distintas características que podrían estar expuestas a un grado de impacto diferente (Figura 1).

Los niveles de ruido de baja frecuencia transmitidos a los edificios se calcularon, en función de los niveles de vibración estimados en vivienda, mediante una expresión de desarrollo empírico utilizada internacionalmente.

RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDA

Las conclusiones generales que se obtuvieron del análisis de los resultados de la campaña de medida fueron:

- 1º.- Los edificios de estructura rígida situados a una distancia pequeña del túnel (< 10 m) y cimentados en roca estaban sometidos a unos niveles globales de vibración en la base del edificio del mismo orden que la vibración en pared del túnel.
- 2º.- Las medidas efectuadas en los edificios no cimentados en roca aportaron resultados similares a los encontrados en edificios cimentados en roca, (lo cual podría ser debido a diferentes motivos, entre ellos la proximidad del túnel).
- 3º.- Los edificios con contacto directo con las paredes del túnel presentaban niveles de vibración y ruido superiores a los edificios que no estaban en contacto con el túnel.
- 4º.- Los edificios con estructura no rígida podían presentar grandes amplificaciones, incluso mayores que las previstas.

CRITERIO PARA EVALUAR EL IMPACTO

Los criterios adoptados para evaluar el impacto ocasionado, se basaron en una Propuesta de Límites elaborada a partir de una recopilación de niveles utilizados en otros países: se considera que 71 dB re 10^{-6} m/s² es el umbral para la percepción de vibración y aunque 75 dB es el límite aceptado como grado de molestia en la mayoría de países, en la línea de Metro objeto de nuestro estudio, por ser de nueva construcción, se consideró que pudieran producirse quejas generalizadas de los residentes sometidos a niveles de vibración entre 70-75 dB, ya que podrían percibir la vibración que antes no sentían.

En cuanto a ruido de baja frecuencia, se consideraron 35 dB(A) como límite en viviendas, hospitales, colegios e iglesias y 40 dB(A) en tiendas, almacenes y oficinas, aunque se debe recordar que con niveles del orden de 35 dB(A) los residentes pueden percibir el paso del tren cuando el ruido ambiental así lo permita.

BASES DE LA PREDICCIÓN

En base a las conclusiones de las estimaciones en las posiciones de medida, a un análisis de las características de la línea y a referencias bibliográficas, se distinguieron tres tipos de edificios según su comportamiento general:

1.- Edificios situados a una distancia horizontal próxima del túnel (< 10 m) sin contacto directo con las paredes del túnel. (cimentados o no en roca): se estimaron niveles de vibración inferiores al umbral de percepción (70 dB) para todas las velocidades del tren y niveles de ruido estructural también inferiores a los límites recomendados.

2.- Edificios en contacto directo con las paredes del túnel: se estimaron niveles de vibración detectables (70-75 dB) en las plantas de viviendas para velocidades del tren igual o superiores a 50 Km/h y también niveles de ruido superiores a los límites recomendados. En los pisos más elevados de edificios de gran altura se estimó la posibilidad de percibir la vibración incluso para velocidades bajas del tren.

3.- Edificios no rígidos cimentados en roca: se estimaron, en función del comportamiento dinámico de la estructura de cada edificio, niveles de vibración totalmente detectables para todas las velocidades del tren, incluso hasta 80 dB para velocidades altas del tren y niveles de ruido igualmente elevados para todas las velocidades del tren.

Dentro del edificio, se diferenciaron tres alturas con diferentes usos y diferentes rangos de niveles estimados: Plantas soterradas (destinadas a garages), planta a nivel de calle (destinadas generalmente a oficinas, tiendas, almacenes), y plantas altas (destinadas a viviendas).

Los niveles de vibración en las plantas soterradas se estimaron del orden de 3 dB inferiores a los correspondientes a nivel de calle y los niveles de ruido 3 dB superiores. Los niveles de vibración en las plantas altas (viviendas) se estimaron del orden de 5 dB superiores a los niveles en la planta de calle y los niveles de ruido del orden de 5 dB inferiores.

Este criterio se aplicó a todos los edificios próximos a la línea nueva, que principalmente se clasificaban dentro de la 1ª categoría. Las estimaciones efectuadas, puesto que están basadas en ciertas simplificaciones y suposiciones, algunas difíciles o imposibles de evaluar con precisión a priori (nuevos diseños de trenes con cambio en la suspensión y ruedas

elásticas...etc) deberán ser chequeadas una vez el tren comience su servicio, por ejemplo, mediante un plan de monitorado permanente.

CONCLUSIONES

A pesar de la complejidad en la estimación de niveles de vibración transmitidos por una línea férrea subterránea, del estado del arte en esta materia y de las obvias dificultades físicas existentes debido a la fase de construcción de la línea de Metro en el momento de desarrollar este estudio, se ha elaborado una metodología para evaluar los niveles de vibración y ruido de baja frecuencia que serán transmitidos a los edificios próximos a la **Línea I del Metro de Bilbao** cuando comience su explotación.

La metodología, basada en una campaña de medidas efectuada en diferentes edificios de la línea en construcción, referencias bibliográficas y experiencias personales del equipo de trabajo, ha pretendido cumplir sus objetivos en cuanto a ser una predicción útil para los diseñadores de la línea, detectando los problemas que puedan aparecer cuando el tren circule y recomendando medidas de control.

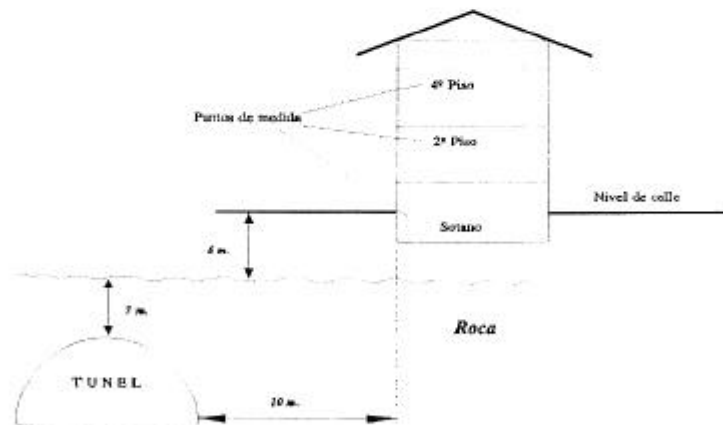


FIGURA 1.- Posiciones de medida en uno de los edificios elegidos en la campaña