

ENSAYOS DINÁMICOS PASARELAS VALLPARADÍS EN TERRASSA

INTRODUCCIÓN

La importancia de la fase de diseño en la previsión del comportamiento dinámico de las estructuras es evidente y ha sido reflejada en múltiples estudios, pero los **ensayos dinámicos** constituyen una herramienta experimental, imprescindible en el control de calidad, la evaluación del estado actual, la **diagnosis** de daños, los planes de **mantenimiento** y de **conservación** de las mismas. .

El objeto de este estudio es la evaluación del nivel de vibración, producido por el tránsito habitual de personas, en las **pasarelas peatonales**, actualmente en uso, localizadas en el Parc de Vallparadís de Terrassa (Barcelona).

Se escoge este conjunto de pasarelas básicamente por su proximidad a la sede de AMJ14 en **Terrassa**, por su diferente tipología estructural y por su diferente época de realización, aunque predominan las de reciente construcción.

En este caso, la evaluación se realiza mediante una metodología de **base experimental simplificada**, con carácter aproximado, pero que aún sin ser un estudio completo, permite obtener predicciones sobre el comportamiento de las estructuras, de acuerdo a los criterios de aceptación actuales.

EQUIPOS DE MEDIDA

1) Equipo de adquisición de datos integrado en un smartphone HTC con s.o. android

Utiliza un acelerómetro triaxial (+- 4g de $r = 0.0001$ g $l = 0.015$ g),

La adquisición de datos se realiza cada 15 ms

El log se realiza con ayuda del soft Vibration Monitoring.

El volcado y el análisis de datos se realiza con ayuda de Labview SE, con el que se diseña un instrumento virtual de postproceso con gráficas de la señales aceleración/tiempo y de la FTT.

2) Equipo profesional portátil para verificación y contraste de datos, VI (Instrumento Virtual) construido a partir de una tarjeta de adquisición para PC y soft Labview.

Permite conectar los acelerómetros y transductores de desplazamiento (o cualquier otro tipo de sensor de salida 0-5 V), conectando los sensores a una tarjeta de NI de frecuencia alta de muestreo.

Se usan acelerómetros sísmicos (con posibilidad de montaje triaxial) del tipo IPC (+-0,5 g, $r = 0,00000001$ g $l = 0,015$ g) que son alimentados por el equipo (batería del PC). Para los captadores de desplazamiento potenciométricos se adapta una alimentación 4,5V mediante pilas NiCa.

La adquisición de datos se realiza cada 0,039 ms

Estas tarjetas se conectan a un PC de 10", mediante un adaptador USB y son gestionadas mediante el programa de adquisición de datos desarrollado en Labview (con el Signal Express es suficiente y es más sencillo por ser lenguaje de alto nivel. Ambos son en lenguaje G). Recurrir a un módulo integrado con procesador para prescindir del PC, encarece demasiado nuestro propósito y tendría sentido sí quisiéramos desarrollar un aplicación más concreta con hard y soft embebidos.



METODOLOGIA

Se realiza en cada pasarela un experimento consistente en:

- Colocación de un acelerómetro triaxial (integrado en el smartphone), en el centro del vano de mayor luz, en uno de los laterales
- Registro de la señal aceleración/tiempo frente al paso de un viandante corriendo a una frecuencia en torno a 2 Hz.
- Análisis de la señal en laboratorio mediante Signal Express de NI, consistente en valoración de frecuencias propias de la estructura mediante FFT y valores pico de aceleración en los gráficos aceleración/tiempo. Con estos datos se estima el comportamiento vibratorio provocado por varias personas*.

* según resultados históricos del cálculo infinitesimal de estructuras (SAP2000) y la teoría de Matsumoto, mayorando por 2 los valores de aceleración obtenidos.

- Posteriormente, como complemento al primer experimento, se realiza un segundo experimento escogiendo las frecuencias de excitación en función de las estimadas como propias de las estructuras, marcadas con ayuda de un metrónomo, con objeto de intentar obtener valores aún más desfavorables.

No se ha profundizado en el análisis de posibles modos de vibración distintos a los excitados por el experimento, que son en esencia los verticales del primer modo (p.e. n-modos, laterales, horizontales, torsionales, etc), ni con excitaciones distintas a las planteadas como personas corriendo (grupos más numerosos de viandantes, saltos, bailes, actos vandálicos, etc)

LAS PASARELAS



Pasarela Sant Valentí



Pasarela Sant Pere



Pasarela Font Serracanta



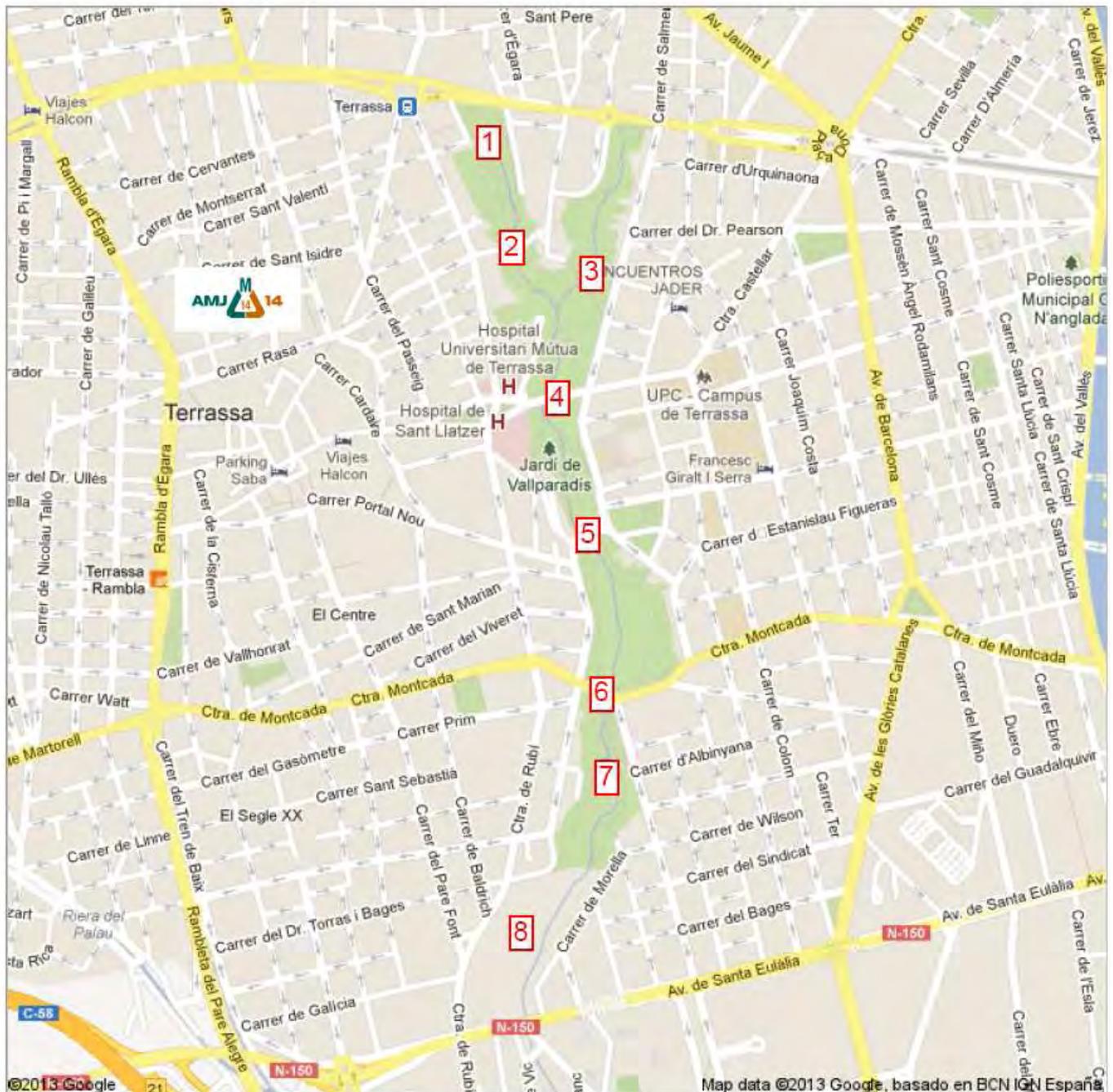
Pasarela Unió



Pont Sant Pere



Pont Passeig, Sant Llätzer



- 1 Pas Sant Valentí
- 2 Pont Sant Pere
- 3 Pas Sant Pere
- 4 Pont Sant Llàtzer
- 5 Pont Cementiri Vell
- 6 Pont del Gall
- 7 Pas Font de Serracanta
- 8 Pas de la Unió

Nombre	Año construcción	Ref Estudio	Ingeniería	Tipo	Luz aprox (m)
Pasarela Torrent de les Bruixes: C/ Sant Valentí	1998	1	Carles Ferrat	Celosía tridimensional de acero, con tablero de hormigón	35
Pont Pedra S.Pere	1600	2		Arco de piedra	15
Pasarela de Sant Pere	2004	3	Reventos	Banda tesa	80
Pas peatonal afegit al Pont del Passeig, Sant Llätzer	1950	4	?	Estructura metálica añadida al puente	12
Pasarela de la Font de Serracanta : Zona Sur C/ Germà Joaquim	2007	7	Pedelta	Celosía acero	33
Pasarela de la Unió: Can Palet-Segle XX	2010	8	TEC	Mixta (hormigón + acero)	33

RESULTADOS

Experimento 1

Nombre	Ref Estudio	Frecuencia propia 1 (Hz)	Aceleración pers corr (g)
Pasarela Torrent de les Bruixes: C/ Sant Valentí	1	3,8-6,7	0,09
Pont Pedra Sant Pere	2	-	0
Pasarela de Sant Pere	3	2,5	0,18
Pas peatonal afegit al Pont del Passeig, Sant Llàtzer	4	12,8	0,02
Pasarela de la Font den Serracanta : Zona Sur C/ Germà Joaquim	7	2,9	0,08
Pasarela de la Unió: Can Palet- Segle XX	8	3,2	0,02

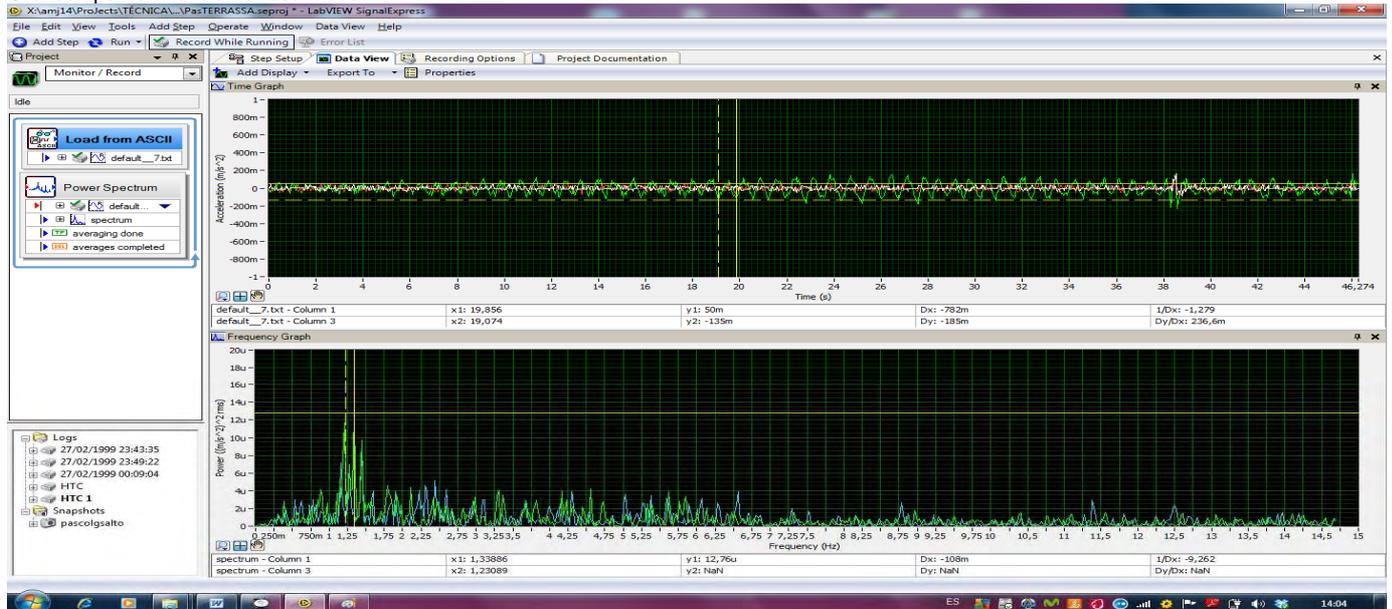
En todos los casos carrera 1p a frecuencia de excitación aprox 2 Hz ; Lamda =2 para n personas

Experimento 2

Nombre	Ref Estudio	Frecuencia propia 1 (Hz)	Frec excitación (Hz)	Aceleración pers corr (g)
Pasarela Torrent de les Bruixes: C/ Sant Valentí	1	3,8-6,7	1,6	0,11
Pont Pedra Sant Pere	2	-	-	0
Pasarela de Sant Pere	3	2,5	2,5	0,12
Pas peatonal afegit al Pont del Passeig, Sant Llàtzer	4	12,8	2,5	0,02
Pasarela de la Font den Serracanta : Zona Sur C/ Germà Joaquim	7	2,9	2,9	0,13
Pasarela de la Unió: Can Palet- Segle XX	8	3,2	3,2	0,03

En todos los casos carrera 1p a frecuencia de excitación ajustada 1,6 – 3,2 Hz ; Lamda =2 para n personas

Gráfico tipo de análisis de resultados



CONCLUSIONES

Con una campaña de ensayos muy simplista, se han podido detectar pasarelas que pueden sobrepasar en determinadas situaciones los límites de vibración recomendados en la actualidad.

Queda abierto un campo de investigación, en el que deberían realizarse estudios, mediciones y controles sistematizados de estos parámetros (niveles de vibración), en este tipo singular de construcciones que constituyen las pasarelas peatonales.

CUESTIONES A PLANTEAR

- ¿Se han estudiado adecuadamente en el el diseño teórico los modos propios de vibración de las estructuras y su respuesta vibratoria frente a acciones producidas por el hombre?
- ¿ Los niveles de vibración resultantes están previstos en la fase de diseño?
- ¿ Se han realizado tests de comportamiento dinámico a la finalización de todas las obras?
- ¿ Es el nivel de vibración actual el mismo actualmente que a la finalización de las construcciones?
- ¿ Se efectúa una labor de mantenimiento preventivo basado en la realización de ensayos dinámicos que permitan comprobar posibles pérdidas de rigidez o tensionales en el paso del tiempo en las estructuras?
- ¿ Somos conscientes de que convivimos con estructuras con niveles vibratorios por encima de las recomendaciones de los criterios de aceptación habituales en la actualidad ?

Jaume Terzán Grau
Ingeniero Industrial