

## SISTEMA DE AISLAMIENTO INTERCAMBIALE PARA BASE DE EDIFICIOS

PACS: 43.40 Tm

Vanstraelen, Michael; Almeida Pinto, Paulo  
CDM NV  
Reutenbeek 9-11  
Overijse. Bélgica  
+322 686 15 60  
+322 686 35 52  
E-mail: paulo.pinto@cdmportugal.pt  
WEB: www.cdm.eu

### ABSTRACT

There is an increasing demand for Building Base Isolation (BBI). Buildings are being built closer to railways, tramways and metro lines since only the more difficult areas in cities are still at disposal for new constructions, while at the same time higher comfort levels - with respect to noise and vibrations - need to be met for people living and/or working in these buildings. When a building base isolation system is installed at the foundations of a new building, it is recommended to have access to it in order to monitor its well-functioning over time, and to be able to replace the isolators when necessary (e.g. in case of a fire, explosion, flooding, overloading, etc.). Up to now, replacement was only possible through the use of large pre-compressed steel boxes containing springs or rubbers. However, this paper and related presentation brings an alternative method for replacing "Very-High-Stress" rubber bearings (VHS) using the "frozen bearing technology" (FBT), which was recently developed by CDM. This technology has already been applied meanwhile at some occasions, like in a new building complex in Nijmegen (NL), showing its functionality.

### RESUMEN

Hay una demanda creciente de sistemas de aislamiento (basal) de edificios (BBI). Actualmente, en cada vez más proyectos, los edificios se construyen cerca de ferrocarriles y líneas de metro, ya que sólo las áreas más difíciles están aún disponibles para la construcción, mientras los niveles de confort acústico a cumplir para las personas que viven o trabajan en estos edificios son cada vez más exigentes. Otro requisito a tener en cuenta es el acceso a los dispositivos de aislamiento, para controlar su buen funcionamiento o para reemplazarlos. Hasta ahora sólo era posible el reemplazo por medio de sistemas pre-comprimidos (ya sea con muelles o tacos de caucho) en cajas de acero. Sin embargo, este trabajo aporta un método alternativo para la sustitución de los apoyos de caucho de muy alta resistencia (VHS-Very High Stress) utilizando la tecnología de soportes congelados (FBT- Frozen Bearing Technology), desarrollada recientemente por la empresa CDM.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de sistemas de Aislamiento Basal de Edificios - BBI ("*Building Base Isolation*"), está relacionada con el requisito de una mayor comodidad acústica para las personas que los ocupan, en relación al ruido y vibraciones generadas, por ejemplo, por la circulación ferroviaria en las cercanías de dichos edificios. En estos casos, las cimentaciones del edificio se *cortan* (desolidarizando la infraestructura de la superestructura, habitualmente en un plano horizontal) para la instalación de los sistemas BBI, normalmente con una frecuencia de resonancia próxima a 10 Hz: el ruido y vibraciones de ferrocarriles generan energía principalmente entre 50 y 100 Hz, por lo que el filtro a 10Hz es suficiente para disminuir el ruido re-irradiado y las vibraciones en el interior de las edificaciones hasta un nivel aceptable de comodidad ( $f_{exc} / f_{res} = \beta > 5$ )

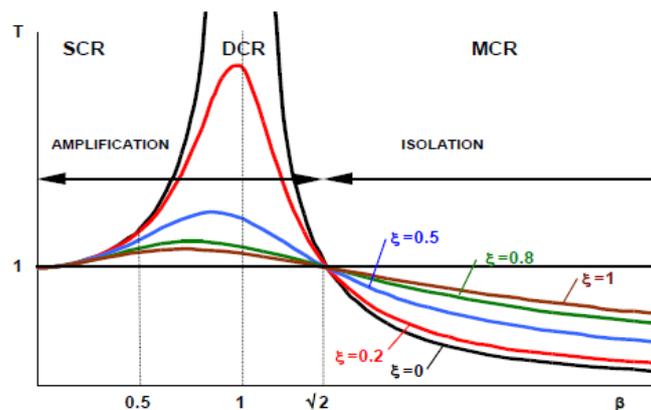


Figura 1. La transmisibilidad (T): gráfico para un sistema masa-muelle-amortiguador

La frecuencia de resonancia de 10 Hz puede ser alcanzada mediante apoyos de caucho (apoyos de muelles sólo se utilizan para situaciones muy críticas, es decir, cuando se requiere una  $f_r < 5$  Hz).

Se recomienda tener acceso a todos los elementos de aislamiento de un sistema BBI para monitorear su buen funcionamiento con el tiempo, pero más en particular, permitir también reemplazar elementos dañados (p.ej. en caso de incendio, explosión, sobrecarga, inundación, sismo, etc.). Hasta ahora, este reemplazo sólo era posible mediante la aplicación de grandes cajas en acero con apoyos pre-comprimidos de caucho o de muelles...

## SISTEMAS BBI INTERCAMBIALES A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA FBT

Por explicarlo resumidamente, la tecnología de apoyos congelados FBT ("*Frozen Bearings Technology*") permite que un apoyo de caucho se mantenga en un estado pre-comprimido (operación efectuada en el laboratorio o en fábrica), manteniendo su temperatura a  $-79$  °C, muy por debajo de la temperatura de transición vítrea  $T_g$ . Este apoyo pre-comprimido puede ser transportado a la obra en una nevera portátil y se introduce en el "corte" que hacemos en la estructura de hormigón. Una vez colocado, las cargas que soporta el apoyo van aumentando a medida que su temperatura se va igualando con la temperatura ambiente y el

apoyo va aumentando de forma gradual su volumen, hasta llegar a ser plenamente operativo (capacidad de carga total), cuando su temperatura se iguala con la del ambiente y recupera su volumen inicial.

### PRUEBAS DE LABORATORIO

Se han llevado a cabo en laboratorio varias campañas de pruebas de los materiales resilientes para aplicación en el sistema BBI, con el objetivo de validar la tecnología FBT: pruebas estáticas y dinámicas de rigidez, pruebas de resistencia a la tracción, pruebas de recuperación de espesor tras descarga, etc. para comparar las características de los materiales antes y después de la pre-compresión y congelación a muy bajas temperaturas. Prácticamente no fueran registradas diferencias en los valores medidos de las características, lo que permite validar el buen funcionamiento de la tecnología propuesta.

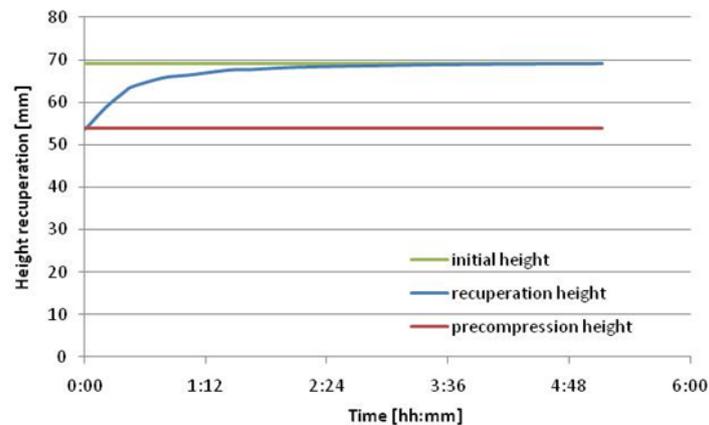


Figura 2. Test de recuperación de espesor tras descarga para el material CDM-82

### PROYECTO “POPODIUM DOORNROOSJE – TALIA” EN NIJMEGEN (NL)

Este complejo está situado cerca de la estación central de tren de Nijmegen (Holanda) y consta de tres partes: un edificio alto ("Talia") con 15 niveles, que es residencial, una gran sala polivalente para grandes eventos culturales (1100p), y también una sala polivalente más pequeña (400P). Ambas las salas se conocen como "Doornroosje".



Figura 3. Vista del complejo

El sistema BBI elegido para este complejo fue del tipo CDM-VHS ("Very High Stress"), es decir, apoyos individuales constituidos por 4 capas de caucho de alta tensión de trabajo con 20 mm de espesor cada una, todas separadas por placas en acero galvanizado de 5 mm de espesor, con el objetivo de obtener una frecuencia de resonancia de aprox. 10Hz bajo la carga acústica ADL ("Acoustic Dead Load") de aproximadamente  $12 \text{ N} / \text{mm}^2 = 12\text{MPa}$ .



Figura 4. Apoyo CDM-VHS con 4 capas de caucho

Para el edificio residencial más alto, se han instalado los apoyos CDM-VHS en las cabezas de las columnas, dejando una parte central abierta para tener la posibilidad de introducir un dispositivo de elevación hidráulica para bloquear la deflexión (asiento) del edificio en caso de necesidad de reemplazar uno o más apoyos (por ejemplo, en caso de incendio, explosión, inundación, sobrecarga, sismo, etc.). Además, todos los elementos CDM-VHS (también para las 2 salas polivalentes) se han instalado por encima de un conjunto de 3 capas pegadas en material de cemento mezclado con gránulos de madera de alta densidad, de 18mm de espesor cada una.

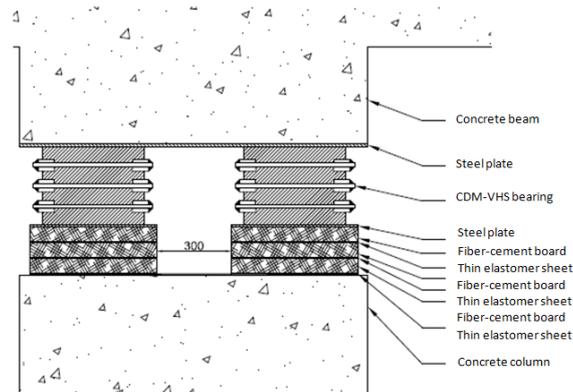


Figura 5. Sección esquemática del sistema BBI para el edificio residencial ("Talia")

En situación de necesidad de reemplazo de uno o más elementos del sistema CDM-VHS, el bloque de las capas de fibrocemento se perfora de lado sin dañar el hormigón estructural (después, por supuesto, de tener bloqueada estructuralmente esta zona del edificio para prevenir cualquier asiento diferencial cuando se quita uno o más apoyos a reemplazar). Este bloqueo se puede hacer mediante el uso de puntales de acero instalados de lado (en las salas) o gatos hidráulicos (procedimiento usado en el edificio alto "Talia").

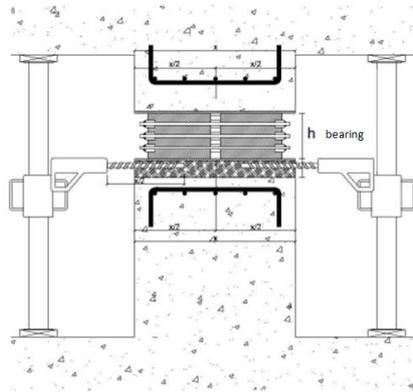


Figura 6. La perforación del bloque de base de los apoyos después de instalar los montantes para bloquear la deflexión del edificio

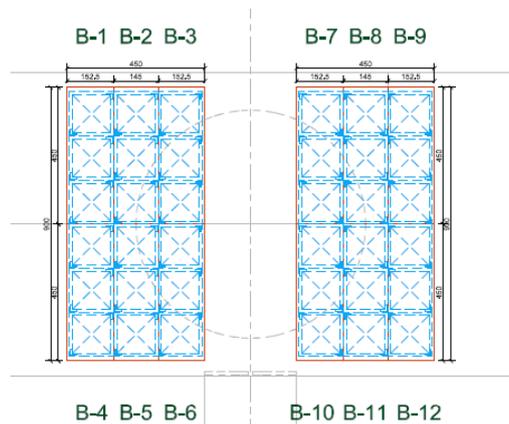


Figura 7. Plano de distribución de una de las columnas del edificio alto, mostrando los apoyos individuales CDM-VHS

El elemento aislante existente puede ser sacado y reemplazado por un nuevo elemento, que debe estar en un estado de compresión previa, realizada a través de la tecnología de apoyos congelados FBT (*"Frozen Bearings Technology"*, desarrollada por CDM en 2009). A continuación, los puntales de bloqueo (o gatos) pueden ser quitados. Esta técnica fue aplicada con éxito al final de la fase de construcción de este edificio, con la necesidad de trasladar algunos apoyos CDM-VHS por razones puramente prácticas.



Figura 8. Foto de los nuevos apoyos CDM-VHS congelados

### **SISTEMA BBI PARA EDIFICIOS EXISTENTES (REHABILITACIÓN)**

La tecnología de apoyos congelados FBT también podría ser aplicada para introducir el sistema BBI bajo edificios existentes, como por ejemplo en edificios a rehabilitar, sometidos a vibraciones excesivas. Sin embargo, esto sólo es posible en caso de estructuras simples basadas sobre todo en columnas, con un número minimizado de muros de carga (por ejemplo los muros del núcleo de la estructura). En este caso se podría tratar una columna tras otra hasta que se trata todo el edificio. En un proceso de este tipo, en primer lugar es necesario bloquear la columna con montantes para soportar la carga por lo que la columna se puede cortar por completo y sin riesgo de inestabilidad. El corte debe hacerse suficientemente amplio para la instalación de los apoyos VHS pre-comprimidos (con recurso a la tecnología de congelación FBT), que soportará la carga tan pronto como se han calentado hasta la temperatura ambiente. Los montantes se pueden quitar y hacer la misma acción en la siguiente columna (o pared).

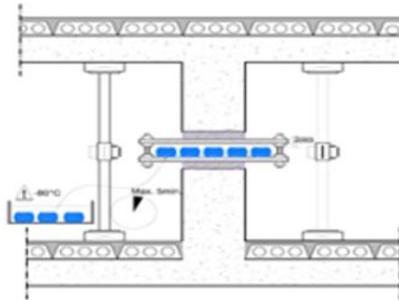


Figura 9. Vista en sección de la columna cortada

La tecnología de congelación FBT permite introducir el sistema BBI en los edificios existentes sin ninguna deflexión (asiento) adicional de la estructura, gracias al método único de pre-compresión desarrollado por CDM.

### **CONCLUSIONES**

Este artículo presenta una tecnología específica que permite reemplazar los apoyos estructurales en bases de edificios (sistema BBI), en particular los apoyos de caucho de elevada tensión CDM-VHS de una forma directa, simple y rápida, haciendo uso de la Tecnología de Apoyos Congelados FBT (*"Frozen Bearing Technology"*). Esto significa que el caucho se congela en un estado pre-comprimido a una temperatura de  $-79^{\circ}\text{C}$ , muy por debajo de la temperatura de transición vítrea  $T_g$ .

Esta tecnología podría ser utilizada también para instalar los sistemas de apoyos resilientes estructurales BBI en edificios existentes, en proyectos de rehabilitación, con el objetivo de aislar el edificio de las vibraciones generadas en las cercanías por ejemplo en vías de tren o de metro y garantizar las perfectas condiciones de comodidad acústica a las personas.