

## CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DE UN AMORTIGUADOR DE MASA SINTONIZADA LÍQUIDO ESFÉRICO(AMSLE)

*C. Rubio Mendoza*<sup>1</sup>, *N. Maureira Carsalade*<sup>2</sup>, *E. Behrens Rincón*<sup>3</sup>

### RESUMEN

Los desarrollos de nuevas ideas a la hora de enfrentar problemáticas de seguridad sísmica son cada vez más demandadas, y más aquellas en donde se prioriza la facilidad de implementación y por supuesto la disminución de costos constructivos. Es aquí donde entra con fuerza la idea de éste nuevo amortiguador sísmico el cual básicamente busca, por medio de un estanque esférico y la acción que provoca el agua dentro de él al ser perturbada, lograr alcanzar y sintonizarse con el periodo natural de la estructura y por el efecto de péndulo, en contrafase, que provocaría éste dispositivo a la construcción es que se pretende disminuir de manera considerable el efecto de un sismo sobre la estructura, disminuyendo los desplazamientos horizontales.

Esto se pretende corroborar determinando el período de oscilación natural y la capacidad de amortiguamiento de éste modelo físico de amortiguador de masa sintonizada líquida esférico (AMSLE), para una combinación de los parámetros de diseño más relevantes de éste. Para ello, primero se procedió a fabricar tal modelo, generando el estanque esférico en base a fibra de vidrio, tal material se eligió debido a la facilidad de moldear que posee y la rigidez que alcanza una vez terminado. Una vez desarrollada la esfera se fabricó la estructura soportante de ella la cual consistente en estructura metálica, precisamente tubulares de 40x40 mm, en la cual se suspende la esfera por medio de 4 cables. Además, dicha estructura posee una instalación destinada a soportar dos celdas de carga, las cuales medirán el corte basal del dispositivo una vez puesta en marcha la experimentación sobre mesa vibradora, en donde el dispositivo se verá expuesto a pulsos de distintas frecuencias y amplitudes para lograr alcanzar el periodo fundamental de éste y dar fiel cumplimiento al objetivo general de la investigación.

Los resultados más relevantes fueron la cercanía con la teoría de los valores obtenidos del período natural del dispositivo, los cuales rondaban el segundo de duración. Se evidenciaron anomalías en las curvas de histéresis conseguidas, con lo cual se logra concluir que si bien el dispositivo funciona y se comporta como lo esperado es necesario mejorar la fabricación del estanque.

**PALABRAS CLAVES:** Amortiguador de masa sintonizada líquida; período natural, razón de amortiguamiento.

### ABSTRACT

The development of new ideas when dealing with seismic safety problems are increasingly demanded, and more those where priority is given to the ease of implementation and, of course, the reduction of construction costs. This is where the idea of this new seismic shock absorber comes in, which basically seeks, by means of a spherical pond and the action that causes the water inside it to be disturbed, to achieve and to be in tune with the natural period of the structure and by the pendulum effect, in contra-phase, which would cause this device to the construction is that it is intended to reduce considerably the effect of an earthquake on the structure, decreasing the horizontal displacements.

This is to be corroborated by determining the natural oscillation period and the damping capacity of this physical model of spherical liquid tuned mass damper (AMSLE), for a combination of the most relevant design parameters

---

<sup>1</sup>Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [crubio@ing.ucsc.cl](mailto:crubio@ing.ucsc.cl)

<sup>2</sup>Profesor Asistente, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [nmaureira@ucsc.cl](mailto:nmaureira@ucsc.cl)

<sup>3</sup>Profesor Adjunto, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [ebhrens@ucsc.cl](mailto:ebhrens@ucsc.cl)

of this one. For this, first we proceeded to make such a model, generating the spherical pond based on fiberglass, such material was chosen due to the ease of molding it has and the stiffness it achieves once finished. Once the sphere was developed, the supporting structure was fabricated, consisting of a metal structure, precisely tubular 40x40 mm, in which the sphere is suspended by means of 4 cables. In addition, said structure has an installation designed to support two load cells, which will measure the basal cut of the device once the experimentation is started on a vibrating table, where the device will be exposed to pulses of different frequencies and amplitudes to achieve to reach the fundamental period of this one and to give faithful fulfillment to the general objective of the investigation.

The most relevant results were the proximity to the theory of the specific values of the natural period of the device, which were around the second in duration. There were abnormalities in the hysteresis curves achieved, which concludes although the device works and behaves as expected, it is necessary to improve the manufacture of the pond.

**KEYWORDS:** Liquid tuned mass damper; natural period, equivalent damping rate

## 1. INTRODUCCIÓN

Chile por su ubicación geográfica es uno de los países sometidos a mayores movimientos telúricos del mundo a lo largo de su historia, y por consiguiente uno de los más interesantes la hora de estudios. Este interés se evidencia en 1940 con la instalación de uno de los primeros acelerógrafos en el mundo en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (Garrido, 2016).

Esta gran actividad sísmica se debe a la ubicación que posee Chile sobre dos placas tectónicas siempre en conflicto, como lo son la placa de Nazca y Sudamericana. El constante enfrentamiento entre éstas placas da como resultado el origen de una gran cantidad de eventos sísmicos a lo largo del país. Es por esto que la carga dinámica impuesta por los terremotos suele ser la que controla el diseño de las estructuras, razón por la cual todo tipo de estructuras debe contemplar en su diseño los efectos del sismo, lo cual en Chile está regulado por las normas oficiales NCh433, NCh2369 y NCh2745, más sus modificaciones respectivas por decretos supremos. Dichas normas vienen principalmente a exigir velar por la seguridad sísmica, tema sumamente relevante a la hora de llevar a cabo cualquier proyecto civil, dado que nos enfrentamos a grandes responsabilidades como lo es el resguardo por la seguridad de la vida humana. En cuanto a todo lo anterior descrito, es que el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos que permitan una disminución considerable en el efecto de tales eventos sobre las diferentes estructuras toman cada vez más fuerza e importancia y deben ser parte del diseño estructural. Hablamos de sistemas de seguridad sísmica, estudio que tiene sus inicios en el trabajo empírico del profesor de ingeniería en Japón John Milne, quien construyó una pequeña casa en madera y la colocó sobre cojinetes para demostrar que la estructura podría ser aislada del movimiento sísmico (Housner, G. W. et al, 1997). Estas ideas nacieron con el propósito de disminuir la respuesta estructural de las estructuras frente a diversos eventos. Uno de los primeros estudios de este concepto se remonta al año 1972, realizado por Yao, con respecto al control estructural, (Yao, 1972).

El diseño sismo resistente se divide en dos áreas, el diseño sismo resistente convencional, correspondiente al diseño elástico y elasto-plástico, y el diseño sismo resistente mediante sistemas de control de vibraciones. Este último, según el mecanismo utilizado y sus características histeréticas se pueden clasificar como sistemas de control pasivos, activos o híbridos. Los primeros son aquellos en los cuales se utilizan dispositivos en los que no es necesario ningún tipo de energía externa para lograr su acción, por ejemplo, dispositivos en base a fluencia, fricción y viscoso que actúan sobre el desplazamiento relativo de las estructuras, (Avilés, 2001). En tanto los sistemas activos corresponden a aquellos en donde es necesaria su activación por energía externa y finalmente los híbridos corresponden a una combinación de ambos sistemas que necesitan menos energía que los sistemas activos por si solos. Dentro del sistema de control pasivo se encuentran tres tipos de sistemas. El primero corresponde a sistemas de absorción de energía, es decir, dispositivos con mecanismo de amortiguamiento histerético y mecanismos de amortiguamiento viscoso. Otros corresponden a sistemas de aislación basal, como los elastoméricos, deslizantes y otros. Finalmente encontramos los sistemas de efecto-masa, los cuales corresponden a Amortiguamiento con