

AISLADORES SÍSMICOS

RESISTENCIA Y PROTECCIÓN

■ Con el tiempo, el sector ha implementado con mayor frecuencia tecnologías y sistemas de protección. Una de ellas son los aisladores sísmicos, que tienen como objetivo principal proteger, reducir el impacto en las estructuras y entregar tranquilidad a los usuarios durante un sismo. ■ De ahí que su montaje e instalación sea un proceso prolijo, para evitar cualquier consecuencia o falla del sistema.

PATRICIA AVARIA R.
PERIODISTA REVISTA BIT

TRAS EL TERREMOTO de 2010, diversas viviendas y edificaciones quedaron con severos daños estructurales o simplemente inhabitables. Si bien era una tecnología que ya se había probado en algunos proyectos, tras lo ocurrido el 27F, hubo una creciente demanda por el uso de dispositivos de protección sísmica, de modo que hoy es posible encontrar un buen número de obras con sistemas de aislación sísmica de base y con disipadores de energía. Tecnologías que tienen como función principal proteger a los edificios ante posibles daños estructurales y no estructurales, darle continuidad a la obra y entregar seguridad y tranquilidad a los usuarios, garantizando la evacuación en caso de ser necesaria. Adicionalmente, y bajo ciertas condiciones específicas, el uso sistemas de protección sísmica permitiría conseguir economías en la construcción, mediante la reducción de cuantías de armaduras y espesores de muros. En casos extremos, proyectos que no son factibles económicamente de realizar de manera convencional, con esta tecnología podrían ser viables.

A nivel mundial, la experiencia en cuanto al desempeño sísmi-

co de los edificios aislados ha sido excelente. En Japón, por ejemplo, donde existen más de 3.000 inmuebles con aislación sísmica, no se reportaron daños en edificaciones aisladas con posterioridad al terremoto magnitud 9.0 de Tohoku en 2011, según Rubén Boroschek & Asociados Ltda.

PRINCIPALES AISLADORES

La aislación sísmica de base es uno del procedimiento más eficiente para la protección de estructuras relativamente bajas o rígidas. Los aisladores sísmicos más desarrollados y utilizados en la actualidad son los elastoméricos de goma natural y goma alto amortiguamiento (con o sin núcleo de plomo) y los deslizantes o friccionales, los cuales tienen un proceso de montaje similar.

■ AISLADORES ELASTOMÉRICOS

Los aisladores elastoméricos están conformados por un conjunto de láminas planas de elastómeros intercaladas con capas de acero. Las láminas de elastómeros son vulcanizadas a las capas de acero y, por lo general, presentan una sección circular o cuadrada. Mediante esta configuración se logra la flexibilidad lateral necesaria para permitir el desplazamiento horizontal relativo en-



ACÁ EL MONTAJE DE AISLADORES
ELASTOMÉRICOS EN UN EDIFICIO
DE SANTIAGO

GENTILEZA TENSOCRET

tre la estructura aislada y el suelo. La rigidez vertical del sistema es comparable con la rigidez vertical de una columna de hormigón armado. El comportamiento de los aisladores elastoméricos depende de la amplitud de la deformación a la que son sometidos y, en menor grado, de la temperatura, el envejecimiento y la frecuencia del movimiento. Existe una serie de tipos de apoyos elastoméricos, entre ellos se encuentran los apoyos de goma natural (NRB, Natural Rubber Bearing), los apoyos de goma de bajo amortiguamiento (LDRB, Low-Damping Rubber Bearing) y alto amortiguamiento (HDRB, High-Damping Rubber Bearing), y los apoyos de goma con núcleo de plomo (LRB, Lead-plug Rubber Bearing).

Por otro lado, están los LDRB (aisladores elastoméricos de bajo amortiguamiento que serían los más simples dentro de los elastoméricos) presentan bajo amortiguamiento (2-5% como máximo), por lo que generalmente se utilizan en conjunto con disipadores de energía que proveen amortiguamiento adicional al sistema. Estos dispositivos presentan la ventaja de ser fáciles de fabricar.

También, están los aisladores con núcleo de plomo, LRB, que son aisladores elastoméricos similares a los LDRB pero poseen un núcleo de plomo, ubicado en el centro del aislador, que permite aumentar el nivel de amortiguamiento del sistema hasta niveles cercanos al

25-30%. Al deformarse lateralmente el aislador, durante la acción de un sismo, el núcleo de plomo fluye, incurriendo en deformaciones plásticas, y disipando energía en forma de calor. Al término de la acción sísmica, la goma del aislador retorna la estructura a su posición original, mientras el núcleo de plomo recristaliza. De esta forma, el sistema queda listo para un nuevo evento sísmico.

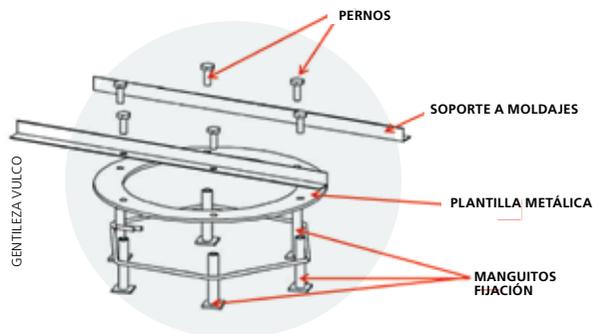
Igualmente, se encuentran los aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento, HDRB, tienen láminas de elastómeros, las cuales son fabricadas adicionando elementos como carbón, aceites y resinas, con el fin de aumentar el amortiguamiento de la goma hasta niveles cercanos al 10-15%. Presentan mayor sensibilidad a cambios de temperatura y frecuencia que los tipos LDRB y LRB. A su vez, estos presentan una mayor rigidez para los primeros ciclos de carga, que generalmente se estabiliza luego del tercer ciclo. Estos dispositivos, al igual que los dispositivos tipo LRB, combinan la flexibilidad y disipación de energía en un solo elemento, con la característica de ser, relativamente, de fácil fabricación.

■ AISLADORES DESLIZANTES

Los aisladores deslizantes o también llamados deslizadores friccionales utilizan una superficie de deslizamiento, típicamente de acero



Primero hay que encajar y posicionar los insertos a hormigón utilizando las plantillas provistas por el fabricante de los aisladores.



Los manguitos van posicionados y fijados a la plantilla mediante pernos auxiliares provistos por el fabricante.



A. Posteriormente, se procede a hormigonar. Los manguitos deben sobresalir del hormigón típicamente entre unos 20 y 50 mm.



B. Una vez fraguado el hormigón, se deberá proceder a saturar de agua la superficie (previo a la colocación del grout) para evitar que el hormigón absorba agua del grout. Finalmente tomar las precauciones necesarias para evitar que queden bolsones de aire; como también aislar de vibraciones cercanas el punto de colocación del relleno.

inoxidable, sobre la que desliza una placa de acero revestida de Politetra Fluoro Etileno (PTFE) sobre la que se soporta la estructura. La superficie de deslizamiento permite el movimiento horizontal de la estructura de manera independiente del suelo. Este sistema disipa energía por medio de las fuerzas de rozamiento que se generan durante un sismo. El coeficiente de fricción del aislador depende de variables tales como la temperatura de trabajo, la presión de contacto, la velocidad de movimiento, el estado de las superficies de contacto (limpieza, rugosidad, etc.) y el envejecimiento. Los aisladores deslizantes planos generalmente deben ser acompañados por mecanismos o sistemas restitutivos (típicamente aisladores elastoméricos con o sin núcleo de plomo) que regresen la estructura a su posición original luego de un sismo. Adicionalmente, estos sistemas requieren de mayor mantenimiento y cuidado, ya que cual-

quier modificación en las superficies deslizantes puede resultar en un coeficiente de fricción distinto al de diseño.

Por otro lado, están los apoyos deslizantes planos que son los aisladores deslizantes más simples. Consisten básicamente en dos superficies, una adherida a la estructura y la otra a la fundación, que poseen un bajo coeficiente de roce, permitiendo los movimientos horizontales y la resistencia de las cargas verticales. Poseen, generalmente, una capa de un material elastomérico con el fin de facilitar el movimiento del deslizador en caso de sismos. Por lo general, las superficies deslizantes son de acero inoxidable pulida espejo y de un material polimérico de baja fricción. Este tipo de aislación puede requerir de disipadores de energía adicionales. A fin de prevenir deformaciones residuales luego de un evento sísmico, se debe proveer de sistemas restitutivos (típicamente aisladores elastoméricos o con

núcleo de plomo) que reponen la estructura a su posición original. La combinación de estos sistemas con aisladores elastoméricos o con núcleo de plomo permite, en general, ahorros de costos del sistema de aislación.

■ PÉNDULOS FRICCIONALES

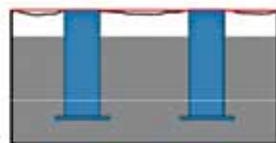
Los péndulos friccionales, FPS, cuentan con un deslizador articulado ubicado sobre una superficie cóncava. A diferencia de los apoyos deslizantes planos, cuentan con la característica y ventaja de ser autocentrantes. Luego de un movimiento sísmico, la estructura regresa a su posición inicial gracias a la geometría de la superficie y a la fuerza inducida por la gravedad.

PREPARACIÓN PREVIA AL MONTAJE

Los aisladores sísmicos deben ser instalados en puntos de la estructura donde puedan ser

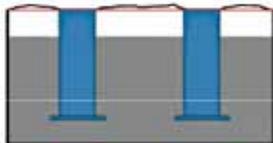


El grout debe quedar completamente nivelado, vale decir en un mismo plano con respecto al extremo de los Manguitos. (Ver Esquema)



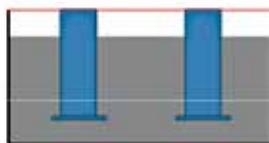
CASO 1.
Grout contraído
Torque adecuado
Superficie irregular

CONDICIÓN: NO RECOMENDADO



CASO 2.
Grout sobremontado
Torque inadecuado
Superficie irregular

CONDICIÓN: NO RECOMENDADO



CASO 3.
Grout nivelado
Torque adecuado
Superficie regular

CONDICIÓN: RECOMENDADO

inspeccionados y donde se les pueda dar mantenimiento en caso que se requiera. Es por eso que, antes de que se realice el montaje, se debe desarrollar una inspección visual, es decir, verificar la limpieza del aislador, en especial de las caras superior e inferior, los que tienen suma importancia para este proceso. Enseguida, se debe comprobar las cantida-

des (tanto de pernos como de golillas) y estado de los pernos (básicamente la no presencia de corrosión o daños en hilos). Luego en los manguitos de fijación hay que inspeccionar el estado del hilo interior (no deben haber elementos extraños en su interior y asegurarse que el perno puede completar su recorrido completo antes de instalar en la

armadura). El estado exterior (vale decir la presencia de algo de corrosión) no afecta su instalación.

En cuanto al torque requerido para los pernos, se debe tener claridad del valor especificado por el calculista y por ende contar con la herramienta adecuada que asegure el valor. Asimismo, no hay que olvidar que la secuencia de torqueado debe ser opuesta y alternada (similar a la instalación de un neumático de automóvil). Se recomienda ir aplicando el valor de torque en forma gradual, vale decir, dividir el valor total en tres y aplicar en la primera vuelta el 30%, en una segunda un 60% y dejar para la última el 100% del torque indicado.

Por último, la nivelación y alineamiento debe estar de acuerdo a lo indicado por el diseñador y calculista del edificio.

MONTAJE DE LOS AISLADORES DE BASE

Para comenzar con el proceso de montaje, primero hay que encajar y posicionar los insertos a hormigón utilizando las plantillas



EL CHEQUEN
Limitada

TODA LA GAMA DE CIELOS SÍSMICOS
A LA DISPOSICIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN



ALUMINIOS



MUEBLES A MEDIDA



Mail: elchequen@gmail.com





INSTALADOR
CERTIFICADO



Celular: 9 848 8445

Fono: 2 29949128



GENTILEZA RBA

provistas por el fabricante de los aisladores. Este proceso requiere bastante precisión y típicamente algunos ajustes de obra, puesto que generalmente la enfierradura de los capiteles, bases, es bastante densa.

Los manguitos van posicionados y fijados a la plantilla mediante pernos auxiliares provistos por el fabricante. Las plantillas de acero se utilizan tanto para el calce de los insertos en obra con las perforaciones de los aisladores, como para nivelar la altura de los manguitos sobre los cuales se instalarán los aisladores y deslizadores.

Posteriormente, se procede a hormigonar. Los manguitos deben sobresalir del hormigón típicamente entre unos 20 y 50 mm, según las especificaciones del proveedor del grout que se utilizará posteriormente. Una vez que el hormigón haya fraguado, se retira la plantilla.

El espesor de relleno, así como los procedimientos y cuidados de aplicación corresponden a los especificados por el proveedor. Para este tipo de aplicaciones se recomienda utilizar un grout de precisión de alta resistencia y fluidez, libre de retracción y extenso tiempo de aplicación.

Una vez terminada esta instalación, se procede a completar las enfierraduras de acuerdo al diseño estructural y ubicar el moldaje perimetral del capitel superior, teniendo la precaución de que el nivel interior del moldaje quede 5 mm por sobre la placa superior del aislador.

Enseguida, se instala el aislador en su posición definitiva sobre los manguitos, tarea que se realiza utilizando la grúa de la obra. Las perforaciones de las placas de acero deben coincidir con los manguitos. Luego, se insertan los pernos de los aisladores sísmicos y se aprietan firmemente. En el espacio dejado entre la base del aislador y el hormigón del capitel, se deberá aplicar grout.

Sin embargo, uno de los principales cuida-

Izquierda: Se instala el aislador en su posición definitiva sobre los manguitos, esta tarea se realiza utilizando la grúa de la obra. Las perforaciones de las placas de acero deben coincidir con los manguitos.

Abajo: Una vez terminada esta instalación se procede a completar las enfierraduras de acuerdo al diseño estructural y ubicar el moldaje perimetral del capitel superior, teniendo la precaución de que el nivel interior del moldaje quede 5 mm por sobre la placa superior del aislador.



dos que se debe considerar en el montaje de los aisladores sísmicos, es la instalación y fijación del sistema de insertos al hormigón, compuestos por barras de anclaje y manguitos con hilo interior. Estos elementos deben ser correctamente nivelados en forma previa al montaje de los aisladores. En general cada fabricante tiene su procedimiento, no obstante, la mayoría utiliza plantillas para el posicionamiento en planta de los insertos a hormigón.

Finalmente, la instalación de un aislador sísmico puede ser una tarea relativamente sencilla a primera vista, pero requiere de una importante planificación. Un factor relevante es el peso de cada aislador, el cual dependiendo del proyecto puede fluctuar típicamente entre 800 y 1.600 kgf (kilogramo fuerza), lo que está relacionado directamente con la carga que recibirá. Parte importante de los desafíos del montaje está vinculado a su peso. Tanto los desplazamientos y maquinaria de carga a considerar dentro de la obra, así como para la recepción y descarga son un aspecto fundamental a planificar, sobre todo en faenas donde la construcción no deja espacio suficiente para almacenamiento y manipulación.

NORMATIVA

En Chile, la norma NCh2745:2013 rige el diseño de estructuras con aislación sísmica de base. La filosofía de esta norma es limitar el daño estructural y de contenidos en caso de sismos severos. Sin embargo, las disposiciones de la norma NCh433 siguen siendo obligatorias en tanto no contradigan las disposi-

ciones de la norma NCh2745. Conforme a la normativa, se debe ejecutar ensayos de laboratorio en aisladores de prototipo y ensayos para el control de calidad de los aisladores de obra y de los materiales utilizados en su fabricación. Los aisladores de prototipo deben ser sometidos a ensayos de compresión y corte combinados a fin de refrendar las propiedades consideradas en el diseño. No obstante, para aisladores con dimensiones, materiales, fabricados utilizando el mismo proceso, y que cuenten con las mismas propiedades, ensayos efectuados con anterioridad pueden ser aceptados. El ingeniero diseñador debe definir un programa para el control de calidad del proceso de fabricación de los aisladores de obra.

Por otro lado, el nivel de protección contra fuego de los aisladores debe ser compatible con el nivel de protección contra fuego proporcionado a los elementos estructurales del proyecto, sean estos verticales y horizontales, tales como muros, columnas, vigas, u otros ubicados en los recintos donde los aisladores se encuentren instalados. ■

COLABORADORES

- Rubén Boroschek, gerente general RBA - Rubén Boroschek & Asociados Ltda.
- Rodrigo Retamales, jefe área protección sísmica RBA - Rubén Boroschek & Asociados Ltda.
- Henry Sady, subgerente de proyectos área ingeniería de protección sísmica de SIRVE S.A.
- Nelson Mela, jefe de Proyectos Área Ingeniería de Protección Sísmica de SIRVE S.A.
- Ricardo Abarca, gerente de negocios y nuevos productos de Vulco S.A.
- Documento técnico Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, N°29: Protección Sísmica de Estructuras: Sistemas de Aislación Sísmica y Disipación de Energía.

EL
MEJOR
AMIGO
DEL
AGUA
EN LA CONSTRUCCIÓN

En **Vinilit** el cuidado del agua es parte de nuestra esencia.

Estamos comprometidos en ofrecer sistemas de conducción de fluidos de calidad haciendo uso eficiente y sustentable del agua para la construcción, urbanización, obras sanitarias, sistemas de riego y minería.




vinilit®
an OAliaxis company



Visítanos en  Amigos del Agua

Av. Jorge Alessandri Rodríguez 10.900 · San Bernardo · Santiago · Fono (+56) 22 592 4000 · Fax (+56) 22 592 4040

www.vinilit.cl