



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Uso de aisladores y disipadores para mejorar el comportamiento sismorresistente de edificios altos en el Perú. Revisión sistemática 2010-2020.”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autora:

Marisela Rosmeri Segura Zalazar

Asesor:

Mg. Ing. Marlon Cubas Armas

Trujillo - Perú

2020

Tabla de contenidos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	6
CAPÍTULO III. RESULTADOS	11
CAPÍTULO IV. COCLUSIONES	13
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país altamente sísmico debido a la presencia de las capas tectónicas en la ciudad de Nazca, esto debido a la subducción de la placa de Nazca frente a las costas sudamericanas (Perú y Chile), zona que forma parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico que ha provocado que esta área sea altamente sísmica y volcánica.

En las últimas dos décadas, el Perú ha tenido un gran crecimiento en la construcción de condominios y edificaciones para cubrir una creciente demanda de viviendas; esto debido al crecimiento económico del país (principalmente en el sector de la minería y construcción); así como a políticas de gobierno que incentivan la generación de bonos de construcción y créditos hipotecarios.

Las terribles experiencias de destrucción y los esfuerzos por minimizar los desastres producidos por terremotos, han acompañado al desarrollo de las ciudades desde la antigüedad. Como consecuencia, distintas técnicas han sido ensayadas a lo largo de la historia por artesanos y constructores, especialmente cuando se trataba de construcciones con especiales valores simbólicos, religiosos, funerarios o de poder [Genatios, C., & Lafuente, M. (2016)].

Las primeras técnicas utilizadas incluían mecanismos de aislamiento sísmico, fundamentados en la idea de aislar las construcciones de los movimientos del terreno producidos por el sismo. Tres técnicas de aislamiento sísmico destacan entre las utilizadas en la antigüedad en la procura del aislamiento sísmico:

- El uso de varias capas de piedras bajo la base de la estructura. Las piedras eran cortadas, con superficies alisadas, y colocadas sin mortero.
- El uso de piezas de apoyo de madera.
- La colocación de varias capas de arena, piedras, y algunas veces otros materiales, entre el suelo y las paredes.

Actualmente, el avance tecnológico ha permitido desarrollar sistemas antisísmicos para edificaciones, los cuales se clasifican en dos tipos: aisladores, que permiten desacoplar la base de las edificaciones respecto al suelo permitiendo compensar las fuerzas generadas durante un movimiento telúrico; y, los amortiguadores, que permiten disipar la acumulación de energía generada durante el movimiento telúrico generando una amortiguación en la estructura [Herrera Mena, M. T. (2018); Silva, R. A. R. (2019); Naeim & Kelly (1999); Cano, N. A. O. (2008)]. Por tanto, es importante documentar las diversas investigaciones desarrolladas que estudian los efectos y/o funcionamiento de los aisladores y/o amortiguadores sismorresistentes, en la dinámica estructural de los edificios altos del Perú y su comportamiento durante un movimiento telúrico.

1.1. Formulación del problema

¿Con el uso de aisladores y disipadores se podrá mejorar el comportamiento sismorresistente de edificios altos en el Perú?

1.2. Objetivos

Usar los aisladores y disipadores para mejorar el comportamiento sismorresistente de edificios altos en el Perú.

1.3. Hipótesis

El uso de aisladores y disipadores mejorará el comportamiento sismorresistente de edificios altos en el Perú.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Recursos informáticos

Los recursos informáticos para el desarrollo del presente trabajo, está basado en buscadores académicos de las diversas publicaciones como: libros, artículos científicos, tesis para la obtención de títulos y/o grados académicos. Tales como:

- EBSCO Industries es una corporación privada ampliamente diversificada, y la mayor agencia mundial de suscripciones mundial con sede en Birmingham, Alabama. Fue fundada en 1944 por Elton Bryson Stephens.
- REDALYC, La Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal; es un proyecto académico para la difusión en acceso abierto de la actividad científica editorial de todo el mundo, bajo un modelo liderado por la academia y no lucrativo.
- Science Direct, es un sitio web que proporciona acceso por suscripción a una gran base de datos de investigación científica y médica. Alberga más de 12 millones de contenidos de 3.500 revistas académicas y 34.000 libros electrónicos.
- Google Académico, es un buscador de Google enfocado y especializado en la búsqueda de contenido y bibliografía científico-académica.

2.2. Estrategias de búsqueda

La estrategia utilizada para la búsqueda de publicaciones académicas en este trabajo fue:

- Aisladores sísmicos;
- Amortiguadores antisísmicos;
- Edificaciones antisísmicas;
- Edificaciones sismorresistentes;

- Edificaciones con amortiguadores sísmicos; y
- Diseño sismorresistente.
- Se descartaron los trabajos que presentan resultados anteriores al año 2000.
- Se descartaron trabajos que no tenían una base de datos académica reconocida.

2.3. Criterios de inclusión y de exclusión

a) Criterios de inclusión

- Serán considerados los estudios que evalúan el efecto de los amortiguadores y/o aisladores sísmicos en la dinámica de las edificaciones altas.
- Serán considerados los estudios que describen el comportamiento dinámico de los amortiguadores y/o aisladores sísmicos.
- Serán considerado las publicaciones realizadas en universidades, revistas científicas, artículos de revistas de congresos internaciones y libros.
- Serás considerado los trabajos que fueron publicados entre los años 2000 y 2020.
- Serán considerado los trabajos que fueron publicados en las lenguas inglesa, portuguesa y castellano.

b) Criterios de exclusión

Durante la revisión sistemática se ha excluido la bibliografía que ha sido publicada antes del año 2000. Así mismo, se ha excluido la bibliografía que no presenta aportes que sean relevantes al objetivo de la presente investigación. Además, se excluyó las publicaciones que no pertenecen a una base de datos académica reconocida.

2.4. Selección de datos

Se seleccionó las investigaciones que analizan el comportamiento dinámico de edificaciones con sistema de amortiguadores y/o aisladores sísmicos en los que se describe:

- Las características y/o comportamiento de los aisladores y amortiguadores sísmicos.
- La descripción física de los aisladores y/o amortiguadores sísmicos.
- La composición y/o materiales utilizados en el diseño de los aisladores y/o amortiguadores sísmicos.
- La dinámica y/o comportamiento de las edificaciones durante un movimiento telúrico.
- El efecto dinámico de los aisladores sísmicos que permite desacoplar los edificios del efecto del movimiento telúrico.

2.5. Proceso de selección de estudio

La Figura 1, muestra una matriz que representa el resumen del registro de artículos utilizados como pilares para el desarrollo del proyecto de tesis que lleva por título "Uso de aisladores y disipadores para mejorar el comportamiento sísmico de edificios altos en el Perú. Revisión sistemática 2010-2020".

Figura 1: MATRIZ DE REGISTRO DE ARTÍCULOS

N°	BASE DE DATOS	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	https://www.nzsee.org.nz/db/Bulletin/Archive/11(4)0282.pdf	R. G. Tyler	1978	Tapered steel energy dissipators for earthquake resistant structures
2	https://repositorio.unb.br/handle/10482/37317	Carneiro, Rodolfo Cavalcanti	2001	Contribuição ao estudo do isolamento de vibrações em estruturas submetidas a excitações sísmicas
3	https://repositorio.unb.br/handle/10482/37317	Carneiro, Rodolfo Cavalcanti	2001	Contribuição ao estudo do isolamento de vibrações em estruturas submetidas a excitações sísmicas
4	https://doi.org/10.18867/ris.44.287	Armando Sosa, Sonia Ruiz	2002	Análisis estructural y costos en edificios con aisladores sísmicos
5	Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural	Blandón, N.A.; Battista, R.C.	2004	Desempenho de dispositivos de isolamento sísmico de base em estruturas apertadas de múltiplos andares.
6	Elsevier	ST De la Cruz, F López-Almansa, S Oller	2007	Numerical simulation of the seismic behavior of building structures equipped with friction energy dissipators
7	https://repositorio.unb.br/handle/10482/5133	Cano, Nelson Andrés Ortiz	2008	Resposta sísmica de edifícios com sistemas de isolamento de base
8	http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/125255	P. Mata · A.H. Barbat · S. Oller · R. Boroschek	2008	Constitutive and geometric nonlinear models for the seismic analysis of RC structures with energy dissipators

- | | | | | |
|----|---|---|------|--|
| 9 | https://www.caee.ca/10CCEEpdf/2010EQConf-001563.pdf | Ryan, K.L.,
Sayani, P.J., Dao,
N.D., Abraik, E.,
Baez, Y.M. | 2010 | Comparative lifecycle analysis of conventional and base-isolation buildings |
| 10 | https://doi.org/10.1080/13632469.2012.713561 | Alfred Beziat,
Alejandro Mora
Muñoz, J.
Geoffrey Chase,
Gregory A.
MacRae, Geoffrey
W. Rodgers &
Charles Clifton | 2012 | Performance analysis of energy dissipators and isolators placed in bridges to prevent structural damage in columns |
| 11 | https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_4678.pdf | Terzic, V.,
Merrifield, S.K.,
Mahin, S.A. | 2012 | Lifecycle cost comparisons for different structural systems designed for the same location |
| 12 | Springer | F. López-
Almansa, S. T. de
la Cruz & C.
Taylor
Vásquez | 2012 | Experimental study of friction dissipators for seismic protection of building structures |
| 13 | http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1412 | Narváez, Jorge;
Lema Toapanta,
Edith Pamela
Carlos Genatios; | 2013 | Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS. |
| 14 | https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1213 | Marianela
Lafuente | 2016 | Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras. |
| 15 | https://hdl.handle.net/11042/3246 | Herrera Mena,
Marco Tulio | 2018 | Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso |
| 16 | https://doi.org/10.11606/D.3.2019.tde-23102019-143052 | Silva, Rafael
Aguiar Rodrigues | 2019 | Análise comparativa do desempenho sísmico de edifícios com sistema de isolamento de base. |

CAPÍTULO III: RESULTADOS

La Tabla 1, muestra el resumen porcentual de las características de los artículos utilizados como pilares para el desarrollo del proyecto de tesis que lleva por título "Uso de aisladores y disipadores para mejorar el comportamiento sísmico de edificios altos en el Perú. Revisión sistemática 2010-2020".

Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Tipo de documento	F	%	Año de publicación	F	%	Revista de Publicación del artículo	F	%
Artículos científicos	11	68.8%	1978	1	6.3%	Científica	10	62.5%
Tesis	5	31.3%	2001	2	12.5%	Universidad	6	37.5%
			2002	1	6.3%			
			2004	1				
			2007	1	6.3%			
			2008	2	12.5%			
			2010	1	6.3%			
			2012	3	18.8%			
			2013	1	6.3%			
			2016	1	6.3%			
			2018	1	6.3%			
			2019	1	6.3%			
TOTAL	16	100.0%	TOTAL	16	93.8%	TOTAL	16	100.0%

Nota: Fuente propia.

En la Tabla 2, se muestra los resultados más importantes de la revisión bibliográfica; la cual ha sido categorizada.

Tabla 2: Inducción de categorías.

Categorías	Aportes
Efectos de los aisladores respecto a movimientos horizontales	Los aisladores sísmicos absorben las aceleraciones de movimientos horizontales, haciéndolos bastante reducidas.
Evaluación financiera	Basado en el impacto de los costos asociados a la reparación y tiempo perdido; se justifica económicamente el uso de aisladores para edificios altos.
Comparación de desempeño entre amortiguador y aislador	Debido a la reducción de la deriva y la cortante basal; los amortiguadores presentan un mejor desempeño que los aisladores sísmicos.
Evaluación de cambios severos de frecuencia	Los sistemas de aislamiento de base presentan alta sensibilidad a los cambios severos en frecuencia que es propio en los terremotos.

Nota: Revisión de resultados de la revisión bibliográfica.

CAPÍTULO IV. COCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo de la revisión bibliográfica, por cuanto se recopiló conceptos, información y resultados que servirán como pilar en el desarrollo del proyecto de tesis.
- Los resultados de la revisión bibliográfica muestran que: en función al corte basal los amortiguadores presentan mejor rendimiento que los aisladores; los aisladores sísmicos reducen los movimientos horizontales; y, económicamente se justifica el uso de aisladores y/o amortiguadores sísmicos en edificios altos.
- La revisión sistemática de la bibliografía existente es importante pues evita la duplicidad de trabajo, así mismo elimina tiempos muertos o ineficientes tratando de dar respuestas que ya fueron resueltas; y, sobre todo, es la base científica sobre el cual se va a construir nuestra investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beziat, A., Muñoz, A. M., Chase, J. G., MacRae, G. A., Rodgers, G. W., & Clifton, C. (2012). *Performance analysis of energy dissipators and isolators placed in bridges to prevent structural damage in columns*. *Journal of Earthquake Engineering*, 16(8), 1113-1131.
- Cano, N. A. O. (2008). *Resposta sísmica de edifícios com sistemas de isolamento de base*.
- Carneiro, R. C. (2001). *Contribuição ao estudo do isolamento de vibrações em estruturas submetidas a excitações sísmicas*.
- De la Cruz, S. T., López-Almansa, F., & Oller, S. (2007). *Numerical simulation of the seismic behavior of building structures equipped with friction energy dissipators*. *Computers & Structures*, 85(1-2), 30-42.
- Genatios, C., & Lafuente, M. (2016). *Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras*.
- Herrera Mena, M. T. (2018). *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso*.
- Lema Toapanta, E. P. (2013). *Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS*.
- López-Almansa, F., De La Cruz, S. T., & Taylor, C. (2011). *Experimental study of friction dissipators for seismic protection of building structures*. *Earthquake engineering and engineering vibration*, 10(4), 475-486.
- Mata, P., Barbat, A. H., Oller, S., & Boroschek, R. (2008). *Constitutive and geometric nonlinear models for the seismic analysis of RC structures with energy dissipators*. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 15(4), 489.

- Naeim, F., & Kelly, J. M. (1999). *Design of seismic isolated structures: from theory to practice*. John Wiley & Sons.
- Silva, R. A. R. *Análise comparativa do desempenho sísmico de edifícios com sistema de isolamento de base*. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo.
- Sosa, A., & Ruiz, S. (1992). *Análisis estructural de costos en edificios con aisladores sísmicos*. *Revista de Ingeniería Sísmica*, (44), 11-28.
- Tyler, R. G. (1978). *Tapered steel energy dissipators for earthquake resistant structures*. *Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering*, 11(4), 282-294.
- Vielma Pérez, J. C. (2008). *Caracterización del comportamiento sísmico de edificios de hormigón armado mediante la respuesta no lineal*. Universitat Politècnica de Catalunya.