

# Influence of dissipating elements on the effect of earthquakes on Buildings 2021

Campos-Vasquez Neicer, Maestro en Ciencias Económicas, Neyra-Torres José Luis, Maestro en Administración de Negocios, Manturano-Chipana Rubén Kevin, Maestro en Educación, Oropeza-Rojas Jordany Pier, Baldeon-Sosa Juan Antonio, Cerrón-Mercado Susan Crisell, Chupillon-Aranda Alexis Benjamin  
Universidad Privada del Norte, Perú, neicer.campos@upn.edu.pe, jose.neyra@upn.edu.pe, ruben.manturano@upn.edu.pe, N00278119@upn.pe, N00311124@upn.pe, N00310050@upn.pe, N00310772@upn.pe

*Abstract– The construction of buildings over the years has been evolving by leaps and bounds, in recent years many natural disasters have been suffered in which it was detected that many of these constructions were not prepared to face such disasters, which is why new studies and prevention measures for future buildings, and thus implement a safe construction. In this research we focus on natural disasters specifically on earthquakes that directly affect buildings, for this reason we are directing the use of "Elements that dissipate the effect of earthquakes on buildings", to meet our objectives we have analyzed 23 articles from different sources, finding that the most outstanding was the existence of basic seismic isolation, energy dissipation, likewise most buildings use high-damping rubber and neoprene, this technology is also currently used in civil works.*

*Keywords- Earthquakes, dissipators, structure, design, constructions.*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.230>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Influencia de elementos disipadores en el efecto de los sismos en las Edificaciones 2021

Campos-Vasquez Neicer, Maestro en Ciencias Económicas, Neyra-Torres José Luis, Maestro en Administración de Negocios, Manturano-Chipana Rubén Kevin, Maestro en Educación, Oropeza-Rojas Jordany Pier, Baldeon-Sosa Juan Antonio, Cerrón-Mercado Susan Crisell, Chupillon-Aranda Alexis Benjamin  
Universidad Privada del Norte, Perú, neicer.campos@upn.edu.pe, jose.neyra@upn.edu.pe, ruben.manturano@upn.edu.pe, N00278119@upn.pe, N00311124@upn.pe, N00310050@upn.pe, N00310772@upn.pe

*Resumen - La construcción de edificaciones a través de los años ha ido evolucionando a pasos agigantados, en estos últimos años se sufrieron muchos desastres naturales en los cuales se detectó que muchas de estas construcciones no estaban preparadas para afrontar dichos desastres, es por ello que se enfocó nuevos estudios y medidas de prevención para las futuras edificaciones, y así implementar una construcción segura. En esta investigación nos enfocamos en los desastres naturales en específico en los sismos que afectan de manera directa a las edificaciones, por ello estamos direccionando la utilización de los “Elementos que disipan el efecto de los sismos en las edificaciones”, para cumplir nuestros objetivos hemos analizado 23 artículos de diferentes fuentes, encontrando que los más resaltante fue la existencia de la aislación sísmica de base, la disipación de energía, así mismo la mayoría de edificaciones usan la goma de alto amortiguamiento y los neoprenos, actualmente también se utiliza esta tecnología en obras civiles.*

*Palabras Clave—Sismos, disipadores, estructura, diseño, construcciones.*

## I. INTRODUCCIÓN

Los disipadores sísmicos tienen como función disipar las acumulaciones de energía asegurándose que otros elementos de las estructuras no sean sobrecargados evitando así el daño a estas. Es decir, que ofrecen un incremento de la amortiguación de la estructura, tomando esto en cuenta nos enfocamos en la búsqueda de los elementos que conformarían estos disipadores utilizando la revisión sistemática de la literatura científica como soporte para esta investigación. En este artículo tomamos en cuenta al sistema de amortiguamiento o disipador del tipo de fluido viscoso, para mejorar la respuesta sísmica de las edificaciones. Así mismo existen estudios que sustentan estas respuestas que mejoran las condiciones de uso, suelo, zona y de esta manera poder minimizar los efectos del sismo sobre las construcciones. Además, también evaluamos los sistemas de protección sísmica activos y semiactivos los cuales utilizan un mecanismo de rastreo y monitoreo en tiempo real de la respuesta estructural de la edificación ante los eventos sísmicos; y tomando en cuenta el sistema aporticado conformado por vigas, columnas en ambas direcciones y losas macizas de 15cm de espesor las cuales actúan como diafragmas rígidos, transfiriendo las cargas de manera uniforme a toda una estructura [1].

En la última década se reportaron numerosos casos de sismos a lo largo del cinturón de fuego del pacífico cobrando numerosas vidas y pérdidas materiales, evidenciando tanto la carencia de elementos disipadores de un sismo como la negligencia de las autoridades. En algunos casos estos movimientos telúricos no presentaron un daño con múltiples pérdidas teniendo como ejemplo el sismo de magnitud 7,0 ocurrido el pasado martes 7 de septiembre del presente año, cuyo epicentro fue en el centro de México cerca del balneario de Acapulco, cobrando la vida de una persona y registrando escasos daños materiales. En otros casos presentan graves daños como el sismo de magnitud 7,2 registrado en Haití el pasado 14 de agosto del presente año. Según cifras del gobierno, más de 2.200 personas murieron y otras 12.000 resultaron heridas en el temblor, pero todos aquí dicen que esos números no dan cuenta aún de la tragedia real [2].

En la actualidad más de 23.000 estructuras localizadas en 30 diferentes países, han sido protegidas por sistemas de control pasivo, principalmente por los sistemas de aislamiento sísmico y disipación de energía [3].

El Perú debido a su ubicación es muy propenso a fuertes movimientos telúricos, según expertos nuestro país no está preparado para un sismo de grandes proporciones y causaría graves daños en la población y en la economía, por ende, es necesario el diseño de edificaciones que cuenten con elementos capaces de disipar el efecto de los sismos. Los expertos dicen que la clave está en la estructura flexible de hormigón armado y acero de las edificaciones, pero sobre todo de las normas de Sismorresistencia del país.

Debido al masivo daño que pueda causar un sismo en el Perú, según el ingeniero Daniel Torrealva, jefe del Laboratorio de Sismorresistencia de la PUCP, es necesario erradicar gran parte de las construcciones informales en riesgo de colapso. “Nosotros tenemos algunos sismos grandes, pero no tan frecuentes como los tiene Chile o Japón. Por eso nos confiamos”, explica Torrealva, quien asegura que la norma de Sismorresistencia peruana es muy buena; el problema es que no la respetan [4]. Por ello, las edificaciones informales están en riesgo.

Para poder conocer los efectos que disipan los sismos en las construcciones, así como también, los defectos de construcción usualmente incluyen cualquier deficiencia en el funcionamiento de diseño, planeamiento, supervisión, inspección, cimentación, o la observación de cualquier construcción de una vivienda nueva, donde existe problema para construir en una manera razonable y que no sea propenso a colapsos.

La pregunta planteada en la investigación y la cual llegamos a responder en los resultados fue ¿Qué elementos se pueden implementar en edificaciones para disipar el efecto causado por los sismos?

Disipación de energía en el comportamiento sísmico de estructuras, son las practicas tradicionales de diseño sísmico de estructuras se basan en la idea de que las mismas sufran daños, los cuales deben ser tales que no generen el colapso de la estructura, ni pongan en riesgo vidas humanas, Se realiza una presentación general del concepto físico de balance de energía en un sistema estructural; se identifican los diferentes tipos de energía y se relacionan los sistemas para el control de respuesta sísmica con el tipo de energía que disipan; Algunos de estos dispositivos son fáciles de construir y se podría implementar su tecnología en el país, sin embargo, se debe tener cuidado a la hora de caracterizar sus propiedades dinámicas y mecánicas, indispensables para llevar a cabo un diseño estructural seguro. Esta caracterización implica la realización de ensayos de los dispositivos y de las edificaciones con los dispositivos para tener criterios confiables para el diseño [5].

Como objetivo de nuestro trabajo se tiene el de identificar los elementos que disipan el efecto del sismo en estructuras con el fin de reforzarlas ante riesgos y evitar posibles tragedias debido a la falta de conocimiento de la población que construyen sus viviendas en terrenos colapsables

## II. METODOLOGÍA

Para la investigación se siguió una metodología de revisión sistemática, se analizaron documentos académicos relacionadas a las palabras clave y considerando criterios de inclusión y exclusión. Una revisión utiliza de manera explícita métodos sistemáticos para recopilar y sintetizar los hallazgos de los estudios individuales que abordan una pregunta claramente formulada [6]

La estrategia utilizada para la búsqueda de publicaciones académicas en este trabajo fue: riesgos sísmicos, métodos sismorresistentes, análisis de aisladores sísmicos diseño sismorresistente, evaluación sísmica de edificios de mampostería, construcciones antisísmicas y sismorresistentes, vulnerabilidad estructural, uso de aisladores y disipadores, se descartó trabajos que presentan resultados mayores a 20 años.

Se consideraron base de datos como Scopus, Scielo, ScienceDirect, y repositorios de universidades de Latinoamérica y Europa

Criterios de inclusión y de exclusión

*Criterios de inclusión:* Serán considerados los estudios de “Elementos que disipen el efecto de los sismos en edificaciones”.

- Consideraremos los estudios que hablen de los efectos causado por los sismos en edificaciones que no cuentan con elementos que disipen el efecto de los sismos. - Serán considerado las publicaciones realizadas en universidades, revistas científicas, artículos de revistas de congresos internaciones y libros.
- En esta investigación se consideran las publicaciones que de los últimos 20 años.
- Se consideran las publicaciones en español y ingles.

*Criterios de exclusion:*

- Durante la revisión sistemática se ha excluido publicaciones que ha sido publicada antes del año 2016. Así mismo, se ha excluido publicaciones 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, así mismo no se tomaron en cuenta las publicaciones que no fueron publicadas en revistas científicas, artículos de revistas de congresos internaciones.
- Se dejaron fuera las publicaciones que fueron en formato de libro.

Se seleccionaron las investigaciones con las cuales se puede sacar mayor provecho al tema planteado, investigaciones que analizan y describen los comportamientos de las edificaciones ante movimientos telúricos con sistema de amortiguadores y/o disipadores sísmicos en los que se describe:

- Las características de los amortiguadores y/o disipadores sísmicos.
- Tipos y funciones de los distintos amortiguadores sísmicos
- La composición junto a los materiales utilizados para los amortiguadores y/o disipadores sísmicos.
- Respuestas ante el comportamiento de las edificaciones durante un sismo. (Movimiento telúrico)
- El efecto dinámico de los disipadores sísmicos.
- Uso del concreto reforzado para el mejoramiento de edificaciones.

Para hacer este proyecto de investigación requerimos de un análisis y búsqueda de artículos científicos. El tipo de estudio que utilizamos fue es de revisión sistemática de la literatura científica.



Fig. 1 Tendencia de las investigaciones tomadas para el desarrollo del análisis.  
Fuente: Elaboración propia

La investigación se basa en 23 artículos científicos principales, los cuales siguieron un patrón usando los criterios de inclusión y exclusión mencionados en la metodología, para lograr analizar las pregunta y objetivos de nuestra investigación

En el presente análisis de los 10 artículos ya mencionados que se hace para saber cuáles son las cantidades necesarias de los disipadores y del concreto para tener una adecuada construcción tenemos varias pruebas que se han realizados en laboratorios. En el artículo “ELEMENTOS QUE DISIPAN EL EFECTO DE LOS SISMOS EN LAS EDIFICACIONES”, se hace mención que se utilizaron los principales elementos disipadores por lo que fijan una referencia de vida útil.

Las principales estrategias desarrolladas en construcción antisísmica (distribuida por todo el edificio) y sistemas de diseño sismorresistente (colocados en puntos estratégicos) para minimizar los efectos de los terremotos se presentan utilizando algunas o más de las siguientes opciones: refuerzo estructural, amortiguamiento de desplazamientos, disipación de energía sísmica, aislamiento mecánico del sustrato.

### III. RESULTADOS

La búsqueda de artículos, tesis e investigaciones en las bases de datos y motores de búsqueda; se arrojó un total de 23 artículos originales en el periodo de los últimos 20 años, teniendo en cuenta base de datos académicas y repositorios de universidades. como se muestra en la siguiente tabla

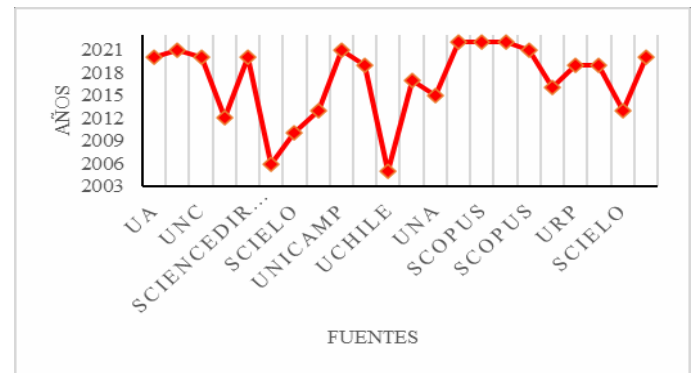


Fig. 2 Tendencia de las investigaciones por año, respecto a repositorios académicos. Fuente: Elaboración propia

TABLA 2  
Matriz de resultados de artículos con disertación respecto a objetivo planteado.

| TÍTULO   | RESULTADO  | AUTOR                                     |
|--|--|---|
| Análisis del comportamiento estructural y viabilidad económica del aislamiento sísmico de base en dos edificios de concreto reforzado ubicados en zona de actividad sísmica alta en Colombia. Estudios de caso: Clínica “Villa Clemencia” y edificio residencial “Venetto” | Se aplica metodologías de diseño de edificaciones diferentes a las tradicionales, que aumenten la seguridad ante sismos y permitan suplir la demanda de crecimiento de un país en vía de desarrollo, utilizando aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB) en conjunto con deslizadores (SB), que permita evaluar la viabilidad del uso del sistema a nivel local. | González Gordon, Sergio                   |
| Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones  | Las técnicas convencionales de disipación de energía se han complementado con sistemas adicionales a los componentes estructurales de la edificación, los cuales modifican las características dinámicas de la estructura, controlando o disipando parte de la energía impuesta por el sismo.  | Juan Andrés Oviedo, María del Pilar Duque |
| El futuro del diseño sismorresistente de las edificaciones de concreto reforzado: Una visión basada en la sustentabilidad  | En términos de su contribución al agotamiento de los recursos naturales, es importante resaltar que la industria de la construcción utiliza regionalmente del 25 al 50% de los recursos naturales vírgenes que anualmente consume la humanidad.  | Amador Terán Gilmore                      |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona: modelización y revisión de la aplicación del método del espectro de capacidad | La modelización de las paredes consistió en la ensambladura de macro-elementos verticales y horizontales (pilares y vigas-dintel) mediante vínculos rígidos. El sistema de piso, perteneciente al tipo de pisos unidireccionales, se modelizó como agregación de macro-elementos diafragma con un comportamiento de corte simple. Todos los macro-elementos, tanto los que conforman las paredes como el sistema de piso, se elaboraron con elementos tipo resorte. | Juan Carlos Jiménez Pacheco                           |
| Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo-resistente  | Realizar pruebas experimentales orientadas al análisis y diseño de estructuras sometidas a eventos sísmicos, el dispositivo propuesto promoverá la investigación no sólo en nuevos materiales, sino en diseño y rehabilitación de viviendas, edificios y puentes sismo-resistentes.   | Julián Carrillo, Nestor M. Bernal Ruíz, Pahola Porras |
| Método de diseño y estudio experimental del comportamiento sísmico de subestructuras de disipación de energía mediante conexión entre columnas                  | Se ilustraron el procedimiento de diseño y los puntos clave asociados. Se probaron una subestructura de marco de concreto reforzado y dos subestructuras de disipación de energía utilizando carga inversa de ciclo bajo para investigar lasismicorendimiento de las subestructuras de disipación de energía y para validar la viabilidad de los métodos de diseño propuestos   | Shan, M. , Pan, P. , Wang, H., Guan, Q. , Xu, Z.      |

. Fuente: Elaboración propia

Según Sergio en su investigación: análisis del comportamiento estructural del aislamiento sísmico, mostrando los resultados: análisis y diseño estructural del primer edificio con aislamiento sísmico de la ciudad de Armenia, Clínica “Villa Clemencia”. En la investigación estudia la respuesta de la estructura ante la imposición de cargas, utilizan modelos matemáticos basado en la mecánica newtoniana, técnicas convencionales estipuladas por la reglamentación actual para mitigar y controlar la respuesta de una edificación antes un evento sísmico. Técnica de control pasivo con disipadores de energía-Disipador tipo ADAS, contiene placas a flexión tipo ADAS formado por un tipo de presión en forma de I dispuestas a flexión fuera de su plano donde concentran la energía por deformación plástica, dicha práctica promoverá más maneras de distribución sin afecciones de los movimientos telúricos [3][7].

Este artículo discute, desde el punto de vista de los diseñadores estructurales, algunas de las medidas que pueden tomarse en México para contribuir a la consolidación de una industria nacional de la construcción capaz de competir

exitosamente en un mundo globalizado, y que pueda contribuir de manera importante al desarrollo sustentable del planeta [8].

La evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona presentado en la tabla 2 muestra que como caso-base de estudio se asumió un edificio prototipo de seis pisos, representativo de la primera época de Barcelona.

En cuanto a la acción sísmica, se asumió una de las formulaciones analíticas del proyecto RISK-UE, abarcando tanto un escenario determinista como probabilista En cuanto al análisis de la influencia de la rigidización del sistema de piso, se basó en métodos convencionales de rigidización, a partir de dos variantes básicas del edificio-prototipo establecidas en función de dos sistemas de piso típicos del caso estudiado. A partir de los resultados de desempeño obtenidos, se realizó un análisis comparativo, constatándose que el ATC 40 subestima las demandas máximas de desplazamiento en el orden del 10% - 12%. Finalmente, se evaluaron los daños probables esperados. Dando así una redefinición del escenario sísmico que suponga incremento del nivel de intensidad sísmica conllevaría grados mayores de daño y una mayor subestimación de la demanda de desplazamiento por parte del ATC 40 [9].

En el artículo se presenta la evaluación de los diseños mecánico, neumático, estructural, de control y de adquisición de datos, de una pequeña mesa vibratoria uniaxial para ensayos de estructuras a escala reducida, Inicialmente se eligieron los elementos mecánicos que permiten el movimiento de la mesa. Luego se validó el desempeño del sistema a partir de herramientas de simulación. Un micro-controlador, el dispositivo propuesto promoverá la investigación no sólo en nuevos materiales, sino en diseño y rehabilitación de viviendas, edificios y puentes sismo-resistentes [10].

Las técnicas convencionales de disipación de energía se han complementado con sistemas adicionales a los componentes estructurales de la edificación, los cuales modifican las características dinámicas de la estructura, controlando o disipando parte de la energía impuesta por el sismo.

La modelización de las paredes consistió en la ensambladura de macroelementos verticales y horizontales (pilares y vigas-dintel) mediante vínculos rígidos. El sistema de piso, perteneciente al tipo de pisos unidireccionales, se modelizó como agregación de macroelementos diafragma con un comportamiento de corte simple. Todos los macroelementos, tanto los que conforman las paredes como el sistema de piso, se elaboraron con elementos tipo resorte [9].

Tener en cuenta que la tecnología de disipación de energía puede mejorar efectivamente el comportamiento sísmico de las estructuras de los edificios. Sin embargo, no se ha logrado el consenso sobre el objetivo del rendimiento y el método de diseño de las subestructuras de disipación de energía. En muchos de los casos se propone el método de diseño basado

en el análisis elástico bajo sismos frecuentes para la subestructura de disipación de energía utilizando la conexión entre columnas [19].

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

##### *DISCUSIÓN.*

Llegados a este punto nuestro interés radicó en saber qué relación existe entre los datos de las pruebas y los resultados obtenidos en los diferentes artículos hallados y seleccionados, realizando así una breve listado de las diferencias o semejanzas de estos mismos.

Haciendo una comparación entre dos artículos detallados a continuación, se evidencio que ambos artículos tratan de diferentes técnicas, en el artículo de Sergio, G. G [3]. Se utilizan diseños tradicionales, que aumenten la seguridad ante sismos y permitan suplir la demanda de crecimiento de un país en vía de desarrollo, utilizando aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB) en conjunto con deslizadores (SB), que permita evaluar la viabilidad del uso del sistema a nivel local. y en el artículo [7]. que trata de complementar sistemas adicionales a los disipadores de energía en los cuales modifican las características dinámicas de la estructura, controlando o disipando parte de la energía impuesta por el sismo.

De este mismo modo se encontró que en el artículo “Análisis del comportamiento estructural y viabilidad económica del aislamiento sísmico de base en dos edificios de concreto reforzado ubicados en zona de actividad sísmica alta en Colombia. estudios de caso: clínica Villa Clemencia y edificio residencial “Venetto” [3]. el cual habla del diseño de edificaciones que son diferentes a las tradicionales, mientras que, en el artículo de Gilmore, A.T. [8], habla del consumo de recursos naturales que hacen las industrias de construcción es importante resaltar que la industria de la construcción utiliza regionalmente del 25 al 50% de los recursos naturales vírgenes que anualmente consume la humanidad.

Mientras que en el artículo [10], hace un estudio y evaluación acerca de una mesa vibratoria tomando en cuenta lo económica y versátil, realizando pruebas experimentales orientadas al análisis y diseño de estructuras sometidas a eventos sísmicos, promoviendo la investigación no sólo en nuevos materiales, sino en diseño y rehabilitación de viviendas, edificios y puentes sismo-resistentes. En contraste al artículo [9]. El cual no lleva ninguna relación con la primera, pues este mismo habla del análisis estático no lineal de edificios de mampostería no reforzada que considere la flexibilidad del sistema de piso. En lo referente a la evaluación del daño potencial, el cual adoptó el método de nivel II del proyecto RISK-UE.

Siguiendo este mismo rumbo, en el artículo “Análisis del comportamiento estructural y viabilidad económica del aislamiento sísmico” [7] se habla sobre la importancia del diseño, de la misma manera que usando una estructura de buen diseño se puede reafirmar el crecimiento de un país con edificaciones seguras; por ello presenta una semejanza con el artículo “Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo resistente” [10] y a que en este artículo se toca la experimentación de nuevos materiales contra los sismos de manera tal que se realicen diseños y estructuras con mayor firmeza, por ello es que se complementan estos dos artículos de esta manera se pueden trabajar juntos.

El artículo [10], junto con el artículo [7]. Pueden trabajar a la par respecto a sus resultados ya que juntos buscan evaluaciones y respuestas sísmicas para así conocer cómo reaccionan las edificaciones ante los movimientos telúricos y ver que disipadores de energía son más eficientes junto a los componentes estructurales de la edificación. Todo ello para realizar un trabajo eficiente y beneficiario para muchos.

Juan Carlos Jiménez Pacheco escrito en el 2016 [9], habla de modelización de las paredes, entre ellos nos habla de las columnas, pilares, vigas, etc.; con ello nos da a entender que tiene muchas cosas en común con el artículo “SISTEMA DE CONTROL DE RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICACIONES” [7], ya que en el artículo de dichos autores se habla de los componentes de las estructuras, las técnicas convencionales de disipación de energía se han complementado con sistemas adicionales a los componentes estructurales de la edificación, por ello estos dos artículo se complementan de forma perfecta.

Finalizando estas discusiones tomamos el artículo [8], habla sobre el uso de los recursos naturales en la industria de la construcción que varía de un 25% a un 50%, con esto concluimos es un dato importante pero que no lleva relación alguna con el artículo “Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones” [7], ya que en este artículo lo que resulta de la indagación de los autores que las técnicas convencionales de disipación de energía se han complementado con sistemas adicionales a los componentes estructurales de la edificación es decir que preocupara las estructuras más no habla de los recursos como en artículo anterior

##### *CONCLUSIONES*

En la conclusión de la investigación obtenemos que el amortiguador de fluido viscoso es el más aplicados en la construcción y diseño de edificaciones sismo-resistentes, estos son colocados en puntos estratégicos para minimizar los efectos de los movimientos telúricos junto a esto se puede utilizar refuerzo estructural, amortiguamiento de desplazamiento, disipación de energía sísmica, aislamiento mecánico del sustrato. Siendo estas una visión beneficiaria

para todos los ciudadanos en un futuro del diseño sismorresistentes de las edificaciones de concreto reforzado, así obtener una visión basada en la sustentabilidad.

Respecto a los análisis, ensayos, pruebas, aprobaciones y resultados que se obtuvieron con las investigaciones se determinó que las edificaciones antisísmicas son un plan seguro, preventivo y beneficiario. Además, se puede determinar la influencia del módulo de elasticidad en los resultados del análisis de la deriva de edificios de concreto armado ubicados en diferentes zonas del país, con la utilización del programa ETAPS. Determinando que la respuesta sísmica de una edificación de dos torres, reforzada con sistemas de amortiguamiento del tipo fluido viscoso fueron adecuadas.

#### REFERENCIAS

- [1] A. D. Cabascango Farinango y J. A. Cordero Cárdenas, «Influencia de elementos no dúctiles y del factor de reducción de resistencia  $r$  en el diseño sismorresistente de una edificación de hormigón armada,» *Universidad del AZUAY*, p. 179, 2020.
- [2] L. Lima, «Terremoto en Haití | "Aún hay vidas bajo los escombros": la angustia por el retraso en el rescate a una semana del sismo,» 21 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-58290240>.
- [3] S. González Gordon, «Análisis del comportamiento estructural y viabilidad económica del aislamiento sísmico de base en dos edificios de concreto reforzado ubicados en zona de actividad sísmica alta en Colombia. Estudios de caso: Clínica "Villa Clemencia" y edificio residencia,» *Universidad Nacional de Colombia*, 2020.
- [4] L. D. Ramos Bernabé y L. A. Rodríguez Carhuaz, «Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño de reforzamiento estructural implementando disipadores de fluido viscoso en la vivienda,» *Universidad Ricardo Palma*, 2019.
- [5] J. E. M. P. M. B. I. B. T. C. H. C. D. M. L. S. J. M. T. E. A. A. S. E. B. R. C. J. G. J. M. G. A. H. M. Matthew J. Page, «The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews,» *Revista Española de Cardiología*, vol. 9, p. 9, 2020.
- [6] J. A. Oviedo y M. d. P. Duque, «Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones,» *Revista EIA*, vol. 6, 2006.
- [7] A. Terán Gilmore, «El futuro del diseño sismorresistente de las edificaciones de concreto reforzado: Una visión basada en la sustentabilidad,» *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, vol. 2, n° 1, 2010.
- [8] J. C. Jiménez Pacheco, «Evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona: modelización y revisión de la aplicación del método del espectro de capacidad,» *Universitat Politècnica de Catalunya*, 2016.
- [9] J. Carrillo, N. M. Bernal Ruiz y P. Porras, «Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en ingeniería sismo-resistente,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 23, n° 1, 2013.
- [10] J. Sellés-Martínez, «Construcciones antisísmicas y sismoresistentes: principios de funcionamiento y análisis de los aciertos y falencias de los modelos analógicos usados en la enseñanza,» *Tierra Didáctica*, 2021.
- [11] B. C. J. R. y J. P. R. Aguiar, «Dos modelos numéricos de análisis sísmico de estructuras con disipadores TADAS,» *Revista Internacional de Ingeniería Estructural- RIIIE*, 2019.
- [12] M. A. Saavedra Quezada, «Análisis de edificios con aisladores sísmicos mediante procedimientos simplificados,» *Universidad de Chile*, 2005.
- [13] C. F. Saavedra y G. D. A. Ramirez Vigo, «Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú,» *Universidad Científica del Perú*, 2017.
- [14] E. B. I. Cristian, «Métodos de diseños sísmicos. "mejoramiento de servicios académicos en la formación básica, informática y virtual en las escuelas profesionales de la Una – Puno,» *Universidad Nacional del Altiplano*, 2015.
- [15] J. J. H. Samantha, «Análisis de la interacción entre estructuras adyacentes de concreto armado de 5 y 12 pisos sin una adecuada junta de separación sísmica en la ciudad de Lima,» *Universidad Ricardo Palma*, 2019.
- [16] Z. Y. H. Z. Tang, «Método de análisis en el dominio de la frecuencia de un sistema de varios grados de libertad controlado por un amortiguador líquido sintonizado sujeto a una excitación sísmica,» *Revista de Ingeniería de la Construcción*, vol. 170, 2022.
- [17] D. G. G. W. De Domenico, «Diseño óptimo de amortiguador de masa sintonizado con histéresis comprimida bajo movimiento de suelo sísmico estocástico no estacionario,» *Sistemas Mecánicos y Procesamiento de Señales*, vol. 170, 2022.
- [18] S. S. M. R. Djerouni, «Diseño óptimo y evaluación del rendimiento de múltiples inertizadores de amortiguadores de masa sintonizados para mitigar el golpeteo sísmico de edificios adyacentes,» *Journal of Building Engineering*, vol. 48, 2022.
- [19] M. P. H. ( Q. Z. Shan, «Método de diseño y estudio experimental del comportamiento sísmico de subestructuras de disipación de energía mediante conexión entre columnas,» *Revista de estructuras de construcción*, vol. 42, 2021.
- [20] A. S. Carrillo J., «Revisión de criterios de sostenibilidad en muros de concreto para viviendas sismorresistentes,» *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 13, n° 4, 21 08 2012.
- [21] A. O. E. S. Efraín Ovando-Shelley, «Efectos de la subsidencia regional y sismos en monumentos arquitectónicos de la Ciudad de México,» *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 65, n° 1, 2013.
- [22] J. C. M. C. J. A. G. J. A. A. C. J. A. P. T. R. M. C. Raúl González Herrera, «Efecto de sitio en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, un determinante en los daños históricos en edificaciones,» *Ingeniería sísmica*, n° 102.
- [23] N. Campos-Vasquez, I. Bautista-Bellido, R. K. Manturano-Chipana y D. N. Vasquez-Villegas, «Soil Analysis for the Execution of the Foundations,» *IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON)*, pp. 1-4, 2021.