

Aisladores sismo resistente y su impacto en la industria de la construcción

Sismoresistent insulators and their impact on the construction industry

Andrey Fabián Merchán Ortiz

Bachiller, universidad francisco de paula Santander, estudiante, Cúcuta, Colombia,

andreyfabianmo@ufps.edu.co

Marlon Alveiro Mogollón Moreno

Bachiller, universidad francisco de paula Santander, estudiante, Cúcuta, Colombia,

marlonalveiromm@ufps.edu.co

Jeffrey Adalberto Torres Torres

Bachiller Técnico, universidad francisco de paula Santander, estudiante, Cúcuta, Colombia,

jeffreyadalbertototo@ufps.edu.co

Edwin Giovanni Rincón Rodríguez

Bachiller, universidad francisco de paula Santander, estudiante, Cúcuta, Colombia,

edwingiovannirr@ufps.edu.co

Recibido: diciembre 2019

Aceptado: febrero 2020

REVISTA FORMACIÓN ESTRATÉGICA

Resumen

Esta investigación tiene como propósito identificar y describir los mecanismos de aislamiento y neutralización sísmica, se pretende identificar el sistema aislador que presente las mejores características de uso y durabilidad, además se establecen los factores de rendimiento que presentan los mecanismos ante los eventos sísmicos. De los resultados de investigación obtenidos, se deduce que la exposición a eventos sísmicos es inminente, trayendo consigo la necesidad de implementar mecanismos en las estructuras y demás construcciones de gran magnitud teniendo en cuenta las características y la topografía que presente el terreno, así mismo es de vital importancia que el mecanismo que se utilice esté adaptado a las condiciones de uso que va a recibir ya que cada sistema presenta diferentes utilidades, buscando reducir el impacto de víctimas mortales y daños estructurales.

Palabras clave: aislador, sismo, mecanismo, impacto, estructura.

Clasificación JEL: D81, Q54.

Abstract

The aim of this research is to identify and describe the mechanisms of seismic isolation and neutralization, and to identify the insulation system that has the best characteristics of use and durability, in addition, the performance factors presented by the mechanisms to seismic events are established. From the research results obtained, it appears that exposure to seismic events is

imminent, bringing with it the need to implement mechanisms in structures and other large-scale constructions taking into account the characteristics and topography of the terrain, it is also of vital importance that the mechanism used is adapted to the conditions of use that will receive since each system presents different utilities, seeking to reduce the impact of fatalities and structural damage.

Keywords: insulator, earthquake, mechanism, impact, structure.

1. INTRODUCCIÓN

Los terremotos son la mayor amenaza para el avance estructural es por eso que se debe tener una perspectiva científica sobre la causa de estos, La distribución de los terremotos está dada por el tiempo que se refiere a la frecuencia y el espacio a la expansión geográfica, Rodríguez, F. (1992). Es por ello que se tienen escalas hoy en día para medir la magnitud y así saber con exactitud cuál es el alcance del terremoto y el impacto que este puede ocasionar en tierra firme cuando su epicentro es en el océano, Tolson, A. (2019). Esto explica la manera como las placas tectónicas están en constante movimiento acumulando y liberando energía de poca y gran magnitud prologando ondas sobre la superficie terrestre y colocando al descubierto la resistencia de cualquier estructura que se encuentre cerca del epicentro.

Así mismo la vulnerabilidad de las estructuras a la actividad sísmica es de vital importancia saberla cuando ocurre un terremoto, está dada por la disposición a sufrir daños durante eventos sísmicos debido a la calidad de diseño y construcción, Barbat, G. (2017). Además, las condiciones de construcción de una edificación o estructura de menor tamaño han venido evolucionando para reducir el impacto ante algún evento sísmico, esto basado en el tipo de resultado que tenga un sismo propuestas por, Corsanego, A., Petrini, V. (1990). En consecuencia, el daño de una estructura da a conocer la vulnerabilidad que esta presenta ante los eventos sísmicos es decir que de acuerdo al resultado se obtiene un análisis estructural con el cual se busca reducir daños y minimizar el impacto del sismo en construcciones.

Por tal motivo para las estructuras de gran magnitud es de vital importancia su construcción es por esto que, Edificaciones y construcciones de menor tamaño con muros de concreto reforzado son menos vulnerables a los sismos, Hassan., Sozen. (1997), esto no quiere decir que los edificios de mayor altitud sean completamente vulnerables solo se necesita una distribución adecuada de cargas y hacer una correcta distribución de muros base para resistir el impacto, dado que cada estructura debe satisfacer las necesidades socioeconómicas controlando fallas estructurales provocadas por movimientos sísmicos, Teran, A. (2010). En consecuencia, cada uno de los diseños a construir tendrán que cumplir con cada una de las condiciones sismorresistentes puestas ante la norma.

Evidentemente la resistencia y la ductilidad que presente dicha estructura lograrán tener un mejor desempeño, por eso es bueno estudiar el concreto reforzado a fin que puede estar sometido a cambios provocados por movimientos naturales, García, L. (2015). De acuerdo a la estructura requerida se debe manejar una dosificación para su mayor tenacidad, notablemente a la variante de cambio climático al que estamos expuestos actualmente se debe llevar a la mano un factor o método que procure resolver estas dos problemáticas, cabe destacar que se deben hacer estructuras sostenibles y sismo resistente, Ortiz, L., pinto, D. (2014). Consigo mismo es importante tener en cuenta que todos estos factores se pueden presentar en cualquier momento, lo más importante es

crear estructuras que disminuyan dichos riesgos con el objetivo de aumentar la calidad de vida estructural.

Por consiguiente, la ductilidad, manifiesta la capacidad que tiene una estructura de absorber y luego disipar la energía, antes de colapsar. Es por ello que se debe estudiar la técnica de la estructura analizando las fuerzas externas, por otro lado, distribuir o eliminar dicha energía hace que no haga sucumbir la edificación, Paul, A., Arias, J. (2012). Un ejemplo de esta disipación se produce cuando la energía de un terremoto traspasa a un edificio provocando que este se deforme lateralmente. Evidentemente se puede observar al exponer una edificación ante un terremoto de gran magnitud, en efecto a este fenómeno se debe analizar el diseño que tenga la estructura limitado a las obligaciones legislativas que se rige en cada país, Barros, L., Imhoff, F. (2010). Por eso es importante que a la hora de construir se cumplan todas aquellas normativas que son exigidas por el gobierno para minimizar esas clases de desastres.

Así mismo se estipulan técnicas convencionales ligadas a la reglamentación actual para disminuir y controlar la respuesta de una edificación ante un evento sísmico, las estructuras de hormigón armado y otros materiales convencionales se exponen a una cuidadosa disposición del refuerzo y su configuración estructural; evidenciando su costo frente a una estructura no sismo resistente, Castillo, G. (2017), aquí podemos ver la relación clara de costo/beneficio. Claramente la economía es un papel fundamental en cada proyecto, debido a que las personas se fijan más en su diseño, su precio y no tienen en cuenta la calidad de su estructura, omitiendo algunos parámetros importantes que cada edificación de llevar ante cual movimiento sísmico, González, C. (2017). Ya no se piensa si se deben implementar métodos ante cualquier catástrofe si no que se deben seguir de acuerdo a la NSR-10.

2. MARCO TEÓRICO

TIPOS DE AISLADORES SISMO RESISTENTES

Sistemas sismo resistentes

Aislador Elastomérico de Bajo Amortiguamiento (LDR)

Este tipo de aislador utiliza una goma natural de baja amortiguación, la cual consta unas finas láminas de acero ayudando a evitar la expansión de la goma, Vásquez, J; (2014). Cabe destacar que esto ayuda tanto al movimiento vertical como la horizontal controlando la flexibilidad de la estructura, inclusive permite la flexibilidad de cada proyecto por su composición química ya que esta misma se encuentra en estado natural, Proaño, (2014).. Lo más importante que se debe destacar el papel fundamental de las láminas de acero y la manera en las que están colocadas sobre esta goma que hace que cumpla con su función para una estructura de baja demanda. Cabe destacar que este tipo de aislamiento se utiliza en estructuras simples donde la rigidez trabaje en movimientos verticales ya que este tipo de aislador no ofrece rigidez en sentido horizontal, Pichardo, O. (2015). Inclusive el máximo aprovechamiento que se le puede dar a esta herramienta ante un evento sísmico de pequeña magnitud protegiéndola de cualquier aspecto interno de la estructura;

Aislador Elastomérico de Alto Amortiguamiento (HDR)

En cuanto a este tipo de aislador casi todas sus características al de bajo amortiguamiento, resaltando que este tipo de aislador presentan láminas entrelazadas en las gomas de caucho natural. German; Álvaro, P. (2015). Por tal motivo es bueno tener en cuenta que ese tipo de amortiguamiento se utiliza para proyectos de gran magnitud que tengan tener una mayor rigidez en sentido vertical, por otra parte, ellos son fabricados en neopreno que con esta característica se evidencia que aumenta notablemente su rigidez no perdiendo su flexibilidad lateral, Narváez, V., Lema, J. (2013). Por consiguiente, podemos observar cualquier de este tipo de aisladores que le podamos proporcionar a la estructura ayudaría a liberar cargas, proporcionando una mayor estabilidad ante cualquier evento sísmico.

Se puede señalar las amortiguaciones elastoméricas ayuda a tener un alto amortiguamiento a la estructura, pero al incluirse las láminas ayudan a dar como resultado una mayor rigidez y flexibilidad, Mullo, C. (2014). Es por esto que se debe evaluar cualquier aislamiento sismo resistente que vaya ser aplicado a la obra, ya que dependiendo de su estructura el laboratorio determinará si es adecuado al tipo de terreno y la carga a soportar por la estructura, Aguilar, A., Guaygua, R. (2015). Finalmente, cada uno de estos métodos tiene su funcionalidad y aplicabilidad en cuanto a la vida laboral de cada proyecto, trabajando en su conservar su equilibrio provocado por fuerzas sísmicas que hacen que sus movimientos horizontales provoquen un deformamiento muchas veces en la estructura.

Amortiguador con Plomo (LRB)

Simultáneamente los amortiguadores con núcleo de plomo son unos de los más comunes en edificaciones, están diseñados para colocarse como una interfaz en la base de la estructura disipando la energía que produce el movimiento de la estructura en un evento sísmico, Mullo, C. (2014).. De la misma manera es indispensable proteger los elementos no estructurales aplicando los disipadores elastoméricos con núcleo de plomo para generar mayor flexibilidad horizontal y menor elasticidad vertical disminuyendo las cargas sísmicas y reduciendo los esfuerzos del acero en la estructura, Brewer, A., Massa, J. (2005). Por consiguiente, reduce la deformación y colapso de las estructuras que es el mayor causante de daños materiales y personales.

En consecuencia, los aisladores con núcleo de plomo es un mecanismo que presta una gran resistencia a eventos sísmicos y en comparación a su durabilidad e instalación con otros sistemas garantiza un mejor rendimiento en su funcionalidad, Moreno, D., Reyes, J. (2006). Así mismo es importante tener un chequeo de estos sistemas saber su vida útil y reemplazarlos cada vez que tengan un mínimo trabajo o sufra alguna deformación, Duque, M; (2006). Por esta razón se exceptúan los fallos ya que un mal control de estos sistemas por muy mínimo que sea puede ser catastrófico para las personas que estén ocupando la estructura en caso de que algún movimiento telúrico suceda.

3. METODOLOGÍA

Para realizar la presente investigación se tiene como principal objetivo, identificar los tipos de aisladores sismo resistentes, sus impactos en la industria de la construcción y el análisis de caso de falla, de cada aislador, se utilizó la siguiente metodología.

- Planteamiento del problema de investigación
- Objetivos de investigación
- Enfoque de la investigación
- Tipo de la investigación
- Diseño de la investigación
- Selección de la muestra
- Recolección de datos
- Análisis de datos
- Presentación de los datos

Tablas

Tabla 1. Diseño de aislados elastoméricos de alto amortiguamiento. Fuente: Scribd

Table 1. High damping elastomeric insulation design. Source: Scribd

Propiedades	Símbolo	Valor	Unidad
Módulo de corte	G	400	KN/m
Deformación de constante	γ_s	1.5	
Esfuerzo de compresión del elastómero	Θ_{ac}	15000	KN/m
Peso total del edificio	W	1020509.996	KN
Carga máxima	P _{max}	6017.232	KN
Número total de aislamiento	N	47	
Amortiguamiento efectivo	B _d	15	%
Periodo de diseño	T _d	2.5	Seg
Periodo máximo	T _m	3	Seg
Espesor propuesto de capa de goma	T _t	0.01	m
Espesor propuesto de lámina de acero	t _s	0.003	m
Esfuerzo de fluencia del acero	Θ_y	250000	KN/m
Espesor propuesto de las placas de anclaje	T _{placa}	0.025	m
Módulo de compresibilidad de la goma	K	2000000	KN/m
Diámetro inicial	D _i	0.1	m
Coeficiente λ	λ	0.1	

De acuerdo a un análisis experimentado por varios para laboratorios, expuestos a ciertas pruebas se pudo determinar el punto máximo y mínimo al que ese puede disponer este tipo de aislador (HDR). Gómez, P., Mullo, C. (2014). Se puede declarar los parámetros los cuales están restringidos para la

seguridad de dicha obra, se debe tener en cuenta el peso total de la estructura, al tipo de suelo al que se va exponer; consigo mismo su amortiguamiento vario en 10% a 20% haciendo así que cuando se distribuyan las cargas generen un diafragma, permitiendo así el desplazamiento y las cargas de los sismos se distribuyan para ofrecer mayor rigidez, Euguren, A., Huamani, P. (2012). Para analizar dichas estructuras con este tipo de dispositivos es conveniente utilizar bilineal, el cual tiene en cuenta su cortante G Y su amortiguamiento efectivo.

Tabla 2. Propiedades de los aisladores. Fuente: Dynamic Isolation Systems, 2007.

Table 2. Properties of insulators. Source: Dynamic Isolation Systems, 2007.

Diámetro del aislador (mm)	Rigidez lateral del aislador (t/m)	Máxima capacidad de carga del aislador (t)	Rigidez vertical (t/m)	Peso unitario máximo (t)
305	20-40	6.5	5000	45
355	20-40	6.5	10000	70
405	30-50	11.0	10000	90
455	30-70	11.0	10000	115
520	40-70	18.0	20000	135
570	50-90	18.0	50000	180
650	50-110	22.0	70000	270
700	50-140	22.0	80000	310
750	70-160	26.5	90000	360
800	70-160	26.5	10000	400
850	70-180	35.5	120000	490
900	70-190	35.5	140000	580
950	70-200	49.0	180000	670
1000	80-200	49.0	190000	760
1050	90-210	58.0	210000	850
1160	110-210	66.5	280000	1380
1260	120-230	75.5	370000	2050
1360	140-250	89.0	510000	2760
1450	160-250	102.5	530000	3340
1550	180-250	102.5	650000	4000

- El diámetro del aislador D(mm), en su mayoría de casos varia predominando los 50mm y los 100mm.
- Por esto mismo la rigidez lateral del aislador $K_d(t/m)$ cambian en intervalos de 10, 20, 30 y su rigidez vertical $K_v(t/m)$ cada 5000, 1000, 2000, 3000, 7000, 9000, 120000 siendo así su Máxima capacidad de carga del aislador $Q_d(t)$ 102.5 dependiendo su diámetro.
- Respecto $P_u, \max(t)$ siendo su peso en toneladas con un menor valor de 45t hasta las 4000t siendo su máximo alcance.

4. RESULTADOS

Con respecto al estudio de desempeño sísmico del aislador sismo resistente con núcleo de plomo es claro recalcar que las dimensiones de las láminas que se utilicen por aislador en la base de la estructura van a generar diferencias de resistencia notables, Medina, G., Callomamani, J. (2017). Así mismo como se muestra en la tabla se puede inferir que la rigidez tanto lateral como vertical vario porque verticalmente el aislador tiene su máximo funcionamiento de soporte y lateralmente actúa de acuerdo a la necesidad cuando ocurre el evento sísmico, muestra la máxima capacidad de carga

empleada para controlar el amortiguamiento y la rigidez efectiva, y por último nos presenta la capacidad máxima de resistencia del aislador las unidades presentadas de dan en Tonelada (t), Tonelada/metro (t/m).

Se puede utilizar una tabla para resumir, explorar y presentar datos como lo podemos ver en las dos tablas anteriores. la primera nos presenta como explorar y presentar datos sobre los aisladores sismo resistentes, en el proceso el cual están organizados, clasificados y presentamos los resultados de la investigación para deducir el análisis representado en el laboratorio, y en la siguiente nos muestra la resistencia que tiene los aisladores comprobando su capacidad y el soporte que tiene cada uno de ellos, en el cual lo indica que entre mayor sea el diámetro del aislador, mejor será su desempeño para la obra, con el objetivo de determinar cuál es la capacidad máxima de resistencia del aislador a este tipo esfuerzo.

Tabla 3. Resultados

Nombre de la tabla	N ° tabla	Fuente	Análisis
Diseño del aislador elastómerico de alto amortiguamiento	1	Scribd	Se pudo determinar con este dato comprobado del laboratorio que para una edificación se debe tener en cuenta el peso, la carga para así determinar qué número de aisladores necesita la edificación .
Propiedades de los aisladores	2	Dynamic Isolation Systems	Este tipo de análisis nos da a demostrar la propiedad especifica que tiene cada uno de los diferentes aisladores, analizando su utilidad necesaria ante la estructura.

5. DISCUSIÓN

Por tal motivo es importante hacer un análisis al comportamiento de la estructura dependiendo al tamaño y forma de esta, se establece que las estructuras que presentan una forma alargada verticalmente tienen una elongación más pronunciada en la parte superior lo que genera mayor inestabilidad, la estructura con tamaño más alargado horizontalmente presenta una inestabilidad menor pero no obstante es importante controlar su elongación para evitar cualquier tipo de daño, por consiguiente se deduce que el sistema a utilizar debe minimizar hasta llegar a un punto de anular casi por completo dicha elongación, absorbiendo la mayor parte de energía que golpea la estructura transmitiendo de una manera en la que la elongación sea contraria a la fuerza transmitida para que genere un anulo de energía y así la estructura reduzca considerablemente el movimiento.

6. CONCLUSIONES

Es notorio el efecto al aplicar un sistema de aislador con sus diferentes tipos, pues si bien es cierto por medio del análisis se identificó la rigidez lateral, máxima capacidad de carga, rigidez vertical y sus diferentes diámetros para definir cada uno de ellos, ya que se obtiene una mayor reducción de la respuesta en términos de peso en toneladas, esfuerzos, y desplazamientos en los diferentes elementos estructurales y se espera poder profundizar en el tema de los sistemas de aislamiento sísmico recordando así, la capacidad de disipación de energía de los aisladores. Como deducción final se puede decir que las edificaciones o estructuras con aisladores sísmicos son la mejor solución para construir en zonas sísmica, el costo y los beneficios económicos son favorables en beneficio de quien invierte en esta metodología de construcción.

REFERENCIAS

Aguilar, A., Guaygua, R. (2015). Análisis experimental y analítico de aisladores elastoméricos. Ecuador: Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec>

Acevedo Meza, H. Mendoza García, J. Sepúlveda Mora, S. (2017). Estrategias de control mppt aplicadas en un convertidor dc/dc tipo boost para sistemas fotovoltaicos. Revistas tecnologías de Avanzada. Vol.2. N30. http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2751

Argüello-López, G. M., Uribe-Bermúdez, J. & Valdivieso-Guerrero, M. (2017). Relación entre capacitación y actitud hacia los riesgos laborales en el sector construcción del área metropolitana de Bucaramanga. I+ D Revista de Investigaciones, 9(1), 14-26.

Hurtado-Figueroa O, Cardenas-Gutierrez J A and Gallardo O 2018 Journal of Physics Conference Series 1126 012040

Patiño-Murillo J A, Gutierrez-Sandoval Y C, Leal-Santafe J I, Castro-Maldonado J J and HurtadoFigueroa O 2018 Lámpsakos 20 22

Barbat, G. (2017). Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. Barcelona: Centro internacional de métodos numéricos. <https://www.researchgate.net>

Barros, L., Imhoff, F. (2010). Resistencia sísmica del suelo-cemento post tensado en construcciones de baja complejidad geométrica. Santiago, Chile: Departamento de arquitectura UTFSM, Revista de construcción. <https://scielo.conicyt.cl>

Brewer, A., Massa, J. (2005). Eficiencia De Sistemas De Aislamiento Sísmico Basados En Resortes Helicoidales Y Amortiguadores Viscosos Comparada Con Aisladores Tradicionales Goma-Metal. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.researchgate.net>

Castillo, G. (2017). Ordenanza municipal para la creación de una comisión técnica especializada encargada de hacer cumplir la norma ecuatoriana de la construcción referente a diseño sismo

resistente en el cantón atacames. Santo Domingo, Ecuador: Universidad autónoma de los Andes. <http://dspace.uniandes.edu.ec>

Corsanego, A., Petrini, V. (1990). Vulnerabilidad y daños sísmicos. Barcelona: Universidad politécnica de Cataluña. <http://servicio.bc.uc.edu.ve>

Duque, M; (2006). sistema de control de respuestas sísmicas en edificaciones. <http://www.scielo.org.co>

De la Hoz Granadillo, E., Morelos Gómez, J., & López Polo, L. (2019). Evaluación de la competitividad comercial del sector industrial colombiano mediante el coeficiente de apertura exportadora. *Aglala*, 10(1), 180-195. <http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/aglala/article/view/1343>

Euguren, A., Huamani, P. (2012). Análisis Y Diseño De Estructuras Con Aisladores Sísmicos En El Perú. Perú: Universidad Católica del Perú. <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents>

García, L. (2015). Desarrollo de la normativa sismo resistente colombiana en los 30 años desde su expedición. Colombia: Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co>

Anggy Karina Lesmes Silva⁸², Ender José Barrientos Monsalve⁸³, Karla Yohana Sánchez Mojica⁸⁴ y José Ascensión Cáceres Caballero ⁸⁵ (2020). Tendencias globales de la comunicación organizacional. LIBRO DIÁLOGOS EN EDUCACIÓN, EMPRESA, SOCIEDAD Y TECNOLOGÍAS. Pag. 135. Editorial Eidec. <https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2021/06/DIALOGOS-EN-EDUCACION-EMPRESA-SOCIEDAD-Y-TECNOLOGIAS-ISBN-978-958-53472-2-9.pdf>

German; Álvaro, P. (2015) Aisladores sísmicos elastoméricos en centros de salud, caso Clínica Comfandi. <https://repository.ucatolica.edu.co>

Gómez, P., Mullo, C. (2014). Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en Etabs. Ecuador: Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec>

González, C. (2017). Las condiciones para que un edificio sea considerado como sismo resistente. Bogotá: La República S.A.S. <https://www.larepublica.co>

Hassan., Sozen. (1997). Identificación de índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas de Medellín. Colombia: Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co>

Sanchez-Molina, J., Alvarez-Rozo, D. C., & Gelves-Díaz, J. F. (2018). Cisco de Café como posible material sustituto de arcilla en la fabricación de materiales cerámicos de construcción en el área metropolitana de Cúcuta. *Respuestas*, 23(1), 27–31. <https://doi.org/10.22463/0122820X.1326>

Medina, G., Callomamani, J. (2017). Análisis, comportamiento y diseño en concreto armado de un edificio de 6 niveles con un sótano con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe>

Rosado Gomez, A. y , Jaimes Fernández, J. (2018). Revisión de la incorporación de la arquitectura orientada a servicios en las organizaciones. *Revista Tecnología de Avanzada RCTA*. Vol.1.

N.31. http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/2769

Sarabia-Guarin, A., Sánchez-Molina, J., & Leyva-Díaz, J. C. (2017). Uso de nutrientes tecnológicos como materia prima en la fabricación de materiales de construcción en el paradigma de la economía circular. *Respuestas*, 22(1), 6–16. <https://doi.org/10.22463/0122820X.815>

Machado Licon, J. (2018). Administración de residuos una política de gestión ambiental en la generación de valor empresarial. *Enfoque Disciplinario*, 3(1), 72-85. Recuperado a partir de <http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/13>

Moreno, D., Reyes, J. (2006). Estudio Experimental de Aisladores Sísmicos Tipo Péndulo de Fricción en Modelos a Escala Reducida. Bogotá: Universidad de los Andes. <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents>

Mullo, C. (2014). Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en ETABS. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec>

Mullo, C. (2014). Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en ETABS. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec>

Narváez, V., Lema, J. (2013). Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelado en el ETABS. Ecuador: Universidad Central de Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec>

Ortiz, L., pinto, D. (2014). Construcción sismo resistente sostenible adaptada al cambio climático. Colombia, Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. <https://repository.ucatolica.edu.co>

Paul, A., Arias, J. (2012). Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos. Perú: Universidad Católica. <http://tesis.pucp.edu.pe>

Ruiz-Jiménez, A. F., Pérez-Márquez, F., & Barrientos-Monsalve , E. J. (2020). Prototipo a escala de un modelo de resonancia en edificaciones diseñadas con figuras geométricas. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 11(2), 107-114. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.100>

P Omaira Mendoza⁷¹, Yesenia Campo⁷², Ender Barrientos⁷³ y María Barrientos (2020). Modelos de gestión organizacional en relación con el medio ambiente. LIBRO DIÁLOGOS EN EDUCACIÓN, EMPRESA, SOCIEDAD Y TECNOLOGÍAS. Pag. 135. Editorial Eidec. <https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2021/06/DIALOGOS-EN-EDUCACION-EMPRESA-SOCIEDAD-Y-TECNOLOGIAS-ISBN-978-958-53472-2-9.pdf>

ichardo, O. (2015). Diseño del aislador elastomérico de alto amortiguamiento HDR. Colombia. <https://es.scribd.com>

Proaño, (2014). Los aisladores más utilizados, serían los elastoméricos. <https://portal.camins.upc.edu>
Rodríguez, F. (1992). Geografía e historia de los sismos. Barcelona: Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/geo97.htm>

Teran, A. (2010). Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo. México: Instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C. <http://www.scielo.org.mx>

Tolson, A. (2019). La teoría de la tectónica y la deriva continental. México, D.F: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria. <http://www.geologia.unam.mx>

Vásquez, J; (2014). Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelado en el ETABS. <http://www.dspace.uce.edu.ec>