



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Caballero Costa, César Augusto (ORCID: [0000-0003-4052-523X](https://orcid.org/0000-0003-4052-523X))

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: [0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ  
2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre me dieron su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograrlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A todas aquellas personas que me apoyaron subir este gran escalón, quién con su vasta y extensa experiencia me han ayudado a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE DE CONTENIDOS .....	iii
INDICE DE TABLAS .....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	34
3.2 Variables y operacionalización.....	35
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.5 Procedimientos .....	40
3.6 Método de análisis de datos .....	41
3.7 Aspectos éticos.....	41
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS .....	69

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Parámetros lambda en función al exponente de velocidad.....	17
<b>Tabla 2:</b> Propiedades de los disipadores y dimensiones de la placa base.....	20
<b>Tabla 3:</b> Dimensiones de los 4 tipos de disipadores de fluido viscoso.....	20
<b>Tabla 4:</b> Dimensiones de la placa base de los 4 tipos de disipadores.....	21
<b>Tabla 5:</b> Características para el brazo metálico.....	23
<b>Tabla 6:</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
<b>Tabla 7:</b> Derivas inelásticas sin disipadores en "X".....	45
<b>Tabla 8:</b> Inelásticas sin Disipadores en "Y".....	46
<b>Tabla 9:</b> Derivas inelásticas con disipadores en "X".....	46
<b>Tabla 10:</b> Derivas inelásticas con disipadores en "Y".....	47
<b>Tabla 11:</b> Porcentajes de reducción de desplazamientos.....	48
<b>Tabla 12:</b> DMF de una placa en "Y" con y sin disipadores.....	50
<b>Tabla 13:</b> DFC de una placa en "Y" con y sin disipadores.....	51
<b>Tabla 14:</b> Aceleraciones de ETABS.....	52
<b>Tabla 15:</b> Aceleraciones por piso sin disipadores en "X".....	52
<b>Tabla 16:</b> Aceleraciones por piso con disipadores en "X".....	53
<b>Tabla 17:</b> Aceleraciones por piso sin disipadores en "Y".....	53
<b>Tabla 18:</b> Aceleraciones por piso con disipadores en "Y".....	54
<b>Tabla 19:</b> Porcentajes de reducción de aceleraciones por piso en "X" e "Y".....	55

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Disipador de fluido viscoso. ....	10
<b>Figura 2:</b> Funcionamiento de disipador de fluido viscoso. ....	11
<b>Figura 3:</b> Configuraciones del disipador de fluido viscoso.....	12
<b>Figura 4:</b> Disposición Chevron. ....	13
<b>Figura 5:</b> Disposición diagonal de un disipador instalado.....	14
<b>Figura 6:</b> Otras configuraciones del disipador de fluido viscoso.....	14
<b>Figura 7:</b> Velocidad vs fuerza del disipador. ....	18
<b>Figura 8:</b> Angulo de inclinación y desplazamiento relativo del disipador. ....	18
<b>Figura 9:</b> Dimensiones de disipador y placa de 220 kip.....	21
<b>Figura 10:</b> Dimensiones de disipador y placa de 330 kip. ....	21
<b>Figura 11:</b> Dimensiones de disipador y placa de 440 kip. ....	22
<b>Figura 12:</b> Dimensiones de disipador y placa de 675 kip. ....	22
<b>Figura 13:</b> Clasificación de los disipadores de energía.....	24
<b>Figura 14:</b> Diagrama de flujo del procedimiento de diseño de los disipadores de fluido viscoso .....	25
<b>Figura 15:</b> Participación de la energía en una edificación sin amortiguadores y con amortiguadores. ....	27
<b>Figura 16:</b> Comportamiento de un pórtico ante una excitación sísmica.....	27
<b>Figura 17:</b> Disipador de energía viscoso en pórtico.....	28
<b>Figura 18:</b> Desplazamientos en el disipador viscoso en los momentos ( $t_1$ ) y ( $t_3$ ) .....	28
<b>Figura 19:</b> Mapa del Perú con ubicación del departamento de Lima.....	42
<b>Figura 20:</b> Ubicación del distrito de Magdalena del Mar. ....	42
<b>Figura 21:</b> Localización de terreno de proyecto multifamiliar. ....	43
<b>Figura 22:</b> Registro sísmico, Lima 1974. ....	44
<b>Figura 23:</b> Modelo matemático con disipadores.....	45
<b>Figura 24:</b> Desplazamientos con y sin disipadores en "X".....	47
<b>Figura 25:</b> Desplazamientos con y sin disipadores en "Y" .....	48
<b>Figura 26:</b> DMF de placas en edificio con disipadores.....	50
<b>Figura 27:</b> Aceleraciones por piso con y sin disipadores en "X" .....	54
<b>Figura 28:</b> Aceleraciones por piso con y sin disipadores en "Y" .....	55

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como principal objetivo evaluar la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en la respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021. La metodología de esta investigación fue del tipo aplicada, de diseño cuasiexperimental, de nivel explicativo y tuvo un enfoque cuantitativo ya que los indicadores fueron medibles con valores numéricos. La población estuvo conformada por todos los edificios multifamiliares de 20 pisos de concreto armado en el distrito de Magdalena del Mar, tomando como muestra un edificio de 20 pisos y 6 sótanos.

Para el análisis estructural se utilizó el software ETABS v2018, para ello se elaboraron 2 modelos: uno con el sistema convencional de concreto armado y el otro con la incorporación de un total de 152 disipadores de fluido viscoso de 220 kip, 330 kip y 440 kip de fuerza dispuestos de manera diagonal simple y doble en todos los pisos de la edificación donde se obtuvieron como resultados porcentajes de reducción mínimas y máximas de desplazamientos, esfuerzos y aceleraciones, llegando a la conclusión de que con la incorporación de estos dispositivos en la estructura, se logra un mejor comportamiento frente a sollicitaciones sísmicas.

Palabras clave: Disipadores de fluido viscoso, fuerzas, desplazamientos, esfuerzos, aceleraciones.

## **ABSTRACT**

The main goal of this thesis is the evaluation of the influence of fluid viscous dampers in the seismic response of a 20 storey multi family building with a reinforced concrete frame structure, Lima 2021. The methodology of this research was of the applied type, of quasi-experimental design, of explanatory level and had a quantitative approach since the indicators were measurable with numerical values. The population consisted of every reinforced concrete multi family building located in Magdalena del Mar district, the sample taken was a 20 storey and 06 level basement building.

The software ETABS v2018 was used for the structural analysis of 02 models: one consisted of the conventional reinforced concrete frame structure and the other one incorporated 152 fluid viscous dampers with 220 kip, 330 kip and 440 kip forces with single and doble diagonal configuration placed in every storey of the building obtaining minimum and maximum percentage reductions of displacements, stress and accelerations, coming to the conclusion that the incorporation of the fluid viscous dampers in the structure improves its seismic response.

Keywords: Viscous fluid dissipators, forces, displacements, stress, accelerations.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, la actividad sísmica ha sido consecuencia por la interacción de las placas tectónicas, hay zonas que son muy activas como es el caso del conocido Círculo Circumpacífico o Cinturón de Fuego del Pacífico ya que se libera cerca del 80% del total de la energía sísmica y bordea el litoral del Océano Pacífico de América del Sur, de América del Norte y de Asia, aquí se ubican Estados Unidos, Japón y Chile donde han ocurrido varios eventos sísmicos,<sup>1</sup> como el terremoto ocurrido en Northridge en Los Ángeles – Estados Unidos el 17 enero de 1994, con una magnitud en la escala de Richter de 6.7 grados, colapsaron sus edificaciones e infraestructuras, dejando daños por más de 67,000 millones de dólares.<sup>2</sup> El 17 de enero de 1995 en Kobe - Japón, ocurrió un terremoto con una magnitud en la escala de Richter de 7.3 grados, murieron 4,571 personas, colapsaron más de 67,421 estructuras registrándose en daños más de 100,000 millones de dólares.<sup>3</sup> Otra experiencia fue el terremoto ocurrido frente en el centro-sur de Chile el 27 de febrero de 2010, con una magnitud en la escala de Richter de 8.8 grados que causó daño severo a cerca de 500,000 viviendas y varias infraestructuras con una estimación de 30,000 millones de dólares en daños materiales.<sup>4</sup>

El Perú también se ubica en el denominado cinturón de fuego y también ha sido el escenario de grandes terremotos como el ocurrido en Pisco – Ica el 15 de agosto de 2007 con una magnitud en la escala de Richter de 7.9 grados que afecto a varias ciudades como Pisco, Ica, Huancavelica, Ayacucho, Junín y Lima, fueron destruidas 48,208 viviendas, dejó un total de 596 muertos y 1,292 heridos, es por ello, que mitigar la vulnerabilidad estructural de los edificios altos es muy importante para los ingenieros civiles especialistas en estructuras al momento de plantear y elaborar sus diseños estructurales ya que su objetivo principal será la de resguardar la vida de las personas que albergan estas construcciones, de modo que se encuentren preparadas para resistir la magnitud de posibles eventos sísmicos severos.

Los proyectos multifamiliares que se han desarrollado en el Perú han sido cada vez más altos y su solución estructural más común ha sido la aporricada con placas de concreto armado, donde sus elementos estructurales se encuentran conectados entre

sí por nodos rígidos y que por acción, principalmente, de la flexión de sus elementos aporticados y rigidez de sus placas logra una resistencia limitada a las solicitaciones sísmicas severas, sin embargo por su gran flexibilidad, este sistema permite grandes deformaciones y desplazamientos produciendo muchos daños en sus elementos no estructurales, como por ejemplo el desplome de los muros de tabiquería, la caída de muros cortina, el quiebre de ventanas o puertas o mamparas de vidrio, etc., que pueden causar daños físicos a las personas e incluso hasta la muerte.

Con el objetivo de mejorar el comportamiento estructural de los edificios ante posibles sismos severos se han ido implementando dispositivos de protección sísmica en sus estructuras, así tenemos:

A nivel internacional, a la torre John Hancock de 100 pisos para uso mixto de restaurantes, oficinas y residencias ubicado en Chicago - Estados Unidos al que se le colocó un sistema doble de amortiguadores de masa sintonizada, en Fukuoka – Japón, al Hotel Sea Hawk Hotel & Resort de 36 pisos se le colocó un amortiguador de masa pendular, en Santiago – Chile, al edificio multifamiliar Ñuñoa Capital de 28 pisos se le colocaron 24 aisladores de goma natural en la base<sup>5</sup>, entre otros.

A nivel nacional, entre las edificaciones mejor preparadas para respuesta sísmica tenemos en Cerro de Pasco al Hospital Regional Daniel Alcides Carrión con 9 bloques de 6 y 3 pisos le colocaron 186 dispositivos elastoméricos HDR y deslizadores, en Arequipa al policlínico Espíritu Santo de 8 pisos le colocó un sistema doble de amortiguadores de masa sintonizada<sup>6</sup>, en Trujillo al edificio residencial Las Flores de 9 pisos se le colocaron 28 dispositivos SLB (Shear Link Bozzo), entre otros.

En la región de Lima desde el año 2012 ya se han ejecutado proyectos con dispositivos de aislación sísmica como por ejemplo el edificio multifamiliar Madre de 17 pisos que le colocaron 54 dispositivos elastoméricos con núcleo de plomo y deslizadores, entre otros.

Es por ello que en la presente tesis se ha planteado el siguiente **problema general**:  
**¿De que manera la implementación de disipadores con fluido viscoso mejora la**

**respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?** Asimismo, como problemas específicos se ha planteado lo siguiente:

¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción del desplazamiento en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?

¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción de los esfuerzos máximos en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?

¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción de la aceleración en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?

Por consiguiente, se presenta la justificación de la presente tesis:

**Justificación teórica**, respecto a la variable independiente Implementación de Disipadores de Fluido Viscoso se señala que tienen como función principal que la energía no deseada que ingresa al edificio, como sismos, sea absorbida por ellos en primera instancia y luego disiparla en otra forma de energía como es la deformación de fluidos de alta viscosidad<sup>7</sup>. Por lo cual, al implementar en la estructura un dispositivo de disipación de energía este va a deformarse enormemente debido a los movimientos que experimenta la estructura durante el evento sísmico<sup>8</sup>. Respecto a la variable dependiente Comportamiento Sísmico sugiere que es la respuesta estructural ante eventos sísmicos.

**Justificación metodológica**, esta metodología trata de alcanzar y efectuar los objetivos dados en el estudio de una manera eficaz en base a los instrumentos de medición utilizados en cada variable: Independiente: Implementación de Disipadores de Fluido Viscoso y Dependiente: Comportamiento Sísmico, ambos dados en el edificio multifamiliar de 20 pisos, a su vez trata de obtener la validez y confiabilidad de

la variable primordial de la tesis, llegando a la comprobación respecto a la implementación de disipadores de fluido viscoso que mejoran la respuesta sísmica.

**Justificación social**, indica a las familias peruanas que se beneficiarán por la mejora de la respuesta sísmica del edificio multifamiliar de 20 pisos, pues contarían con una edificación más segura al producirse eventos sísmicos severos.

**Justificación técnica**, mediante esta propuesta se trata de dar a conocer más a fondo, la existencia de nuevas alternativas de solución estructural en edificaciones multifamiliares con la Implementación de Disipadores de Fluido Viscoso, para el mejoramiento de su respuesta sísmica.

### **Objetivos:**

**Objetivo general:** evaluar la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en la respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021; Asimismo, los **Objetivos específicos:**

Calcular la reducción del desplazamiento por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

Calcular la reducción de los esfuerzos máximos por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

Calcular la reducción de las aceleraciones por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

## **Hipótesis:**

**Hipótesis general:** Mejorará la respuesta sísmica la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021; Asimismo, las **Hipótesis específicas:**

Reducir el desplazamiento por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.

Reducir los esfuerzos máximos por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.

Reducir las aceleraciones por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales en idioma español tenemos a **Pardo (2007)**, tuvo como **objetivo** realizar un estudio de las estructuras incorporando disipadores de fluido viscoso y analizar su comportamiento estructural al ser sometidas a sismos severos con el fin de obtener su respuestas más óptima. La **metodología** que empleó fue de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental. Obtuvo como **resultados** la disminución de los Desplazamientos de 41.36% a 53.92%, disminución de la velocidad de 40.57% a 62.22%, reducción de la aceleración en cada piso de 23.39% a 69.61% y reducción de los esfuerzos en la base (Corte de 41.44% a 49.06% y Momento de 41.25% a 49.32%). En las **conclusiones** llegó a determinar que al incorporar los disipadores en el diseño de la estructura se puede obtener un amortiguamiento adicional con el que se alcanza una óptima respuesta sísmica, que añadiendo los disipadores a la estructura se logra reducir sus desplazamientos, disminuyen sus aceleraciones y se logra reducir los esfuerzos en la base de la estructura y en las columnas.<sup>9</sup>

**Azuncion (2016)**, se trazó como **objetivo** el análisis y comparación del comportamiento sísmico de un pórtico con y sin disipadores de fluido viscoso. La **metodología** que empleó fue descriptiva. Como **resultados** logró comprobar que la edificación sin disipador alcanza distorsiones de 0.0046 a 0.0129 y con disipador alcanza distorsiones de 0.0005 a 0.0110. Como **conclusiones** logró afirmar que no es tan complicado modelar sistemas pasivos en un software de ingeniería estructural haciendo la comparación con los demás por cierta complejidad en el cálculo, el disipador viscoso tiene la capacidad de reducir la destrucción aún después de producirse un sismo severo, esto debido a que vuelve a su posición inicial sin necesidad de manipularlo.<sup>10</sup>

**Zagal (2019)**, su **objetivo** fue observar el comportamiento estructural de una edificación de 4 niveles a través de un análisis modal y medir la influencia de la incorporación de los disipadores a dicha estructura en su respuesta sísmica. La **metodología** fue del tipo exploratorio y tuvo un carácter pragmático, para obtener los datos se realizó una inspección insitu con el fin de observar más de cerca los edificios en terreno ecuatorianos. Obtuvo como **resultados** que, en todos los pisos, la

distorsión de la edificación sin disipadores logra valores mayores al 3%, donde el piso 02 es el punto más crítico, pues alcanzó valores del 5% tanto en dirección X e Y, mientras que con la incorporación de disipadores TADAS y ADAS, se reducen a menos de un 2% para ambos casos, confirmando que los disipadores ADAS son los de mayor eficiencia. En las **conclusiones** logró afirmar que una reducción importante en la deformación lateral de los entrepisos de la estructura es consecuencia del aporte de rigidez y amortiguamiento de los dispositivos sísmicos, que la deriva de entrepiso disminuye en todos los entrepisos del edificio, que se reduce la aceleración en cada nivel del edificio con lo cual se obtuvo una mejor respuesta sísmica.<sup>11</sup>

Como antecedentes nacionales tenemos a **Alarcón – Asto (2017)**, su **objetivo** fue realizar el reforzamiento estructural de una edificación multifamiliar de 10 pisos de altura mediante la incorporación de disipadores de fluido viscoso. La **metodología** que emplearon fue evaluar el modelo virtual del edificio multifamiliar. Entre los **resultados** obtuvieron que la reducción de los esfuerzos en elementos de corte (placa) al implementar los disipadores de fluido viscoso, en fuerzas axiales de 68.09% a 90.25%, en fuerzas cortantes de 14.20% a 63.17% y en momentos flectores de 38.21% a 55.33%. En las **conclusiones** afirmaron la mejoría del comportamiento de los esfuerzos máximos de los elementos estructurales al implementar los disipadores de fluido viscoso en el edificio multifamiliar, es decir, confirmaron la reducción de sus fuerzas axiales, sus fuerzas cortantes y sus momentos flectores.<sup>12</sup>

**Herrera (2018)**, tuvo como **objetivo** realizar un análisis comparativo sobre el comportamiento de los edificios apertados de concreto armado incorporando amortiguadores y aisladores ante cargas sísmicas. La **metodología** que emplearon fue de tipo aplicada y un diseño cuasi experimental. Como **resultados** obtuvo los desplazamientos máximos y derivas máximas de 3 modelos: sistema convencional, con aisladores y con disipadores. En la **conclusión** verificó que los disipadores tienen un mejor comportamiento sísmico debido a que la reducción obtenida de la deriva fue mucho mayor en los disipadores que en los aisladores elastoméricos.<sup>13</sup>

**Ramos – Rodríguez (2019)**, tuvieron como **objetivo** realizar un análisis sobre el comportamiento ante eventos sísmicos de un edificio multifamiliar de 8 pisos incorporando disipadores de fluido viscoso. En la **metodología** que emplearon tuvieron un enfoque cuantitativo y descriptivo. Entre los **resultados** obtuvieron una

reducción porcentual de los desplazamientos en el eje X-X de 48.15% a 61.16% y en el Y-Y de 29.10% a 36.63%. Entre las **conclusiones** se comprobó la reducción de los desplazamientos en ambos ejes (X-X e Y-Y) mejorando su respuesta sísmica de acuerdo a los registros tiempo – historia empleados en el modelo..<sup>14</sup>

Como antecedentes internacionales en otro idioma tenemos a **Hwang (1998)**, que tuvo como **objetivo** aportar conceptos sobre el diseño de ingeniería estructural utilizando dispositivos como los disipadores de fluido viscoso, abordando los principales problemas que deben ser observados a fin de conseguir una mejor respuesta sísmica. La **metodología** empleada fue una investigación descriptiva sobre los principales problemas del uso de disipadores viscoso en las edificaciones. Como **resultados** obtuvo ubicaciones óptimas del amortiguador utilizando un modelo de grado de libertad. Entre las **conclusiones** determinó que el amortiguador viscoso es una opción real para la ingeniería estructural la cual debe ser abordada con mucha responsabilidad por el ingeniero estructural, que el uso de disipadores no solo es una solución para remediar los problemas de la estructura, sino que también se pueden utilizar para definir el propósito arquitectónico de un edificio..<sup>15</sup>

**Saaed (2015)**, tuvo como **objetivo** adquirir conocimientos sobre los sistemas de control utilizados en las estructuras para detectar y controlar las fuerzas sísmicas a las que son sometidas los edificios. La **metodología** empleada fue una investigación descriptiva sobre los sistemas de control estructural, enfoques y técnicas para la detección de daños estructurales. Como **resultados** obtuvo registros sin escala de los análisis sísmicos. Como **conclusiones** determinó que la utilización de registros sin escala en los análisis sísmicos puede producir respuestas injustificables y poco realistas que lo predicho por los registros escalados, que los sistemas empleados pueden ser utilizados para cumplir requisitos arquitectónicos además de sus funciones de controlar las vibraciones de las estructuras..<sup>16</sup>

**letka (2020)**, tuvo como **objetivo** implementar experimentalmente en un edificio de laboratorio de tamaño mediano una de las soluciones de amortiguadores viscosos y analizar la atenuación de su respuesta. La **metodología** empleada fue una investigación descriptiva sobre los problemas de vibración más importantes en las estructuras, la implementación de amortiguadores viscosos, su análisis y su respuesta estructural. Entre los **resultados** obtuvo los comportamientos de la estructura ante

eventos sísmicos. Como **conclusiones** determinó que el comportamiento fue más eficiente cuando se instalaron los dispositivos de amortiguación en el primer y segundo piso que en el tercero, que las aceleraciones máximas lograron disminuir en la parte superior de la estructura en un 30%.<sup>17</sup>

Como antecedentes de artículos científicos tenemos a **Ras – Boumechra (2014)**, tuvieron como **objetivo** ampliar los conocimientos sobre el diseño antisísmico de las estructuras incorporando amortiguadores de fluido viscoso y conocer más a detalle sobre su comportamiento estructural con el uso del programa SAP 2000. La **metodología** que emplearon fue la observación, ya que hicieron un modelo utilizando el programa SAP 2000 para ver el comportamiento sísmico de un edificio de 12 pisos con la incorporación de disipadores en disposición diagonal. Como **resultados** obtuvieron los desplazamientos máximos y los esfuerzos máximos de la edificación sin dispositivos sísmicos y con amortiguadores de fluido viscoso. Entre las **conclusiones** se determinó que el desplazamiento máximo disminuye en un 62% a diferencia del modelo no arriostrado, que los dispositivos de protección sísmica FVD con disposición diagonal no transmiten fuerzas axiales indeseables y muy por el contrario general una disminución adicional de la disipación de la energía en un 55% en comparación con el modelo no arriostrado, se redujeron los esfuerzos de momento flector y fuerza cortante del miembro más cargado en un 45%.<sup>18</sup>

**More – Patil – Takalaki (2019)**, tuvieron como **objetivo** ampliar los conocimientos con respecto al comportamiento sísmico de las estructuras con disipadores y sin ellos. La **metodología** que emplearon fue de tipo aplicada y usaron un diseño cuasi experimental. Como **resultados** obtuvieron los desplazamientos y derivas máximos de la estructura con disipadores y sin ellos. Entre las **conclusiones** observaron una reducción del 44% en el desplazamiento de piso cuando se colocaron los disipadores en un patrón de zigzag en el interior de la estructura y una reducción del 54% cuando se colocaron los disipadores también en un patrón de zig zag pero en todas las esquinas, también se observó una disminución de la distorsión de un 78% cuando se colocaron los disipadores en el interior de la estructura y un 65% cuando se colocaron en todas las esquinas.<sup>19</sup>

**Dasari – Rao (2020)**, tuvieron como **objetivo** analizar la respuesta sísmica, cargas de espectro y terremoto del edificio residencial Bhuj Gujarat de 19 pisos de concreto

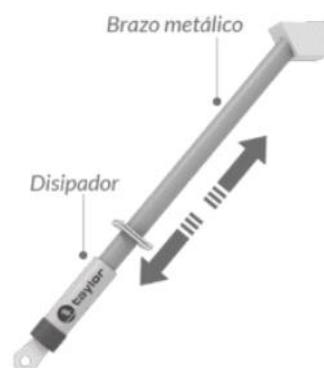
armado sin y con incorporación de amortiguadores viscosos lineales y no lineales modelado en ETABS. La **metodología** que emplearon fue de tipo aplicada y usaron un diseño cuasi experimental. Entre los **resultados** obtuvieron los periodos de tiempo natural, esfuerzos máximos y desplazamientos de la estructura con incorporación de los amortiguadores viscosos lineales, no lineales y sin ellos. Entre las **conclusiones** determinaron que el periodo de tiempo natural de la estructura disminuye con el uso de amortiguadores viscosos lineales en un 77.84% y con el uso de amortiguadores viscosos no lineales en un 12.27%, que el cortante sísmico de la base disminuyó en un 28% para la estructura con FVD lineal y en un 8% para la estructura con FVD no lineal en comparación con la estructura sin amortiguador, que el desplazamiento lateral de la estructura con FVD linear disminuyó de 80% a 92% y de 1% a 50% con FVD no lineal en comparación con la estructura sin amortiguadores.<sup>20</sup>

Como bases teóricas relacionadas a las variables tenemos:

### **Variable Independiente: Implementación de DFV**

#### **Principales conceptos teóricos**

Los disipadores son dispositivos de protección sísmica que se utilizan mayormente en las edificaciones a fin de disipar la energía pasiva proveniente de los sismos, estos dispositivos tienen un cilindro hueco lleno de fluido (material típico: silicona) el cual se fuerza a través de sus orificios.<sup>21</sup>

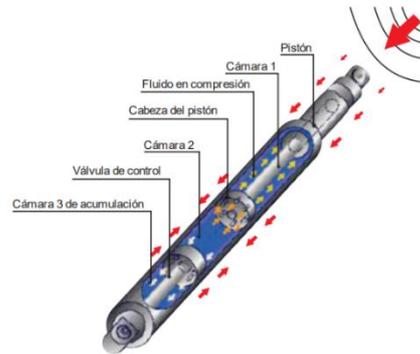


**Figura 1:** Disipador de fluido viscoso.

**Fuente:** CDV Ingeniería y Construcción.

## Propiedades

Los disipadores de fluido viscoso basan su comportamiento en el uso de fluidos altamente viscosos, se presentan como cilindros que en su interior desplazan pistones embebidos que pasan por pequeños orificios de manera controlada, produciendo la disipación de la energía, un ejemplo claro, es que funcionan de la misma manera como los amortiguadores de los automóviles.<sup>22</sup>



**Figura 2:** Configuración de un disipador de fluido viscoso.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.

Los disipadores son dispositivos de protección sísmica que no dependen del desplazamiento sino de la velocidad, por tal razón la rigidez de la edificación no varía y los esfuerzos de los elementos no se incrementan.

Actualmente, las empresas mas grandes que fabrican estas tecnologías son: Taylor Device Incorporation de Estados Unidos y Kajima Corporation de Japón.

## Características

- Son sistemas de protección sísmica pasivos.
- La fuerza sísmica es absorbida logrando evitar que la edificación reciba directamente cuando se produce el impacto de un evento sísmico.
- Se implementan tanto en edificaciones nuevas como también en edificaciones antiguas que requieren reforzamientos.

## Ventajas

- Los desplazamientos de la edificación se reducen.

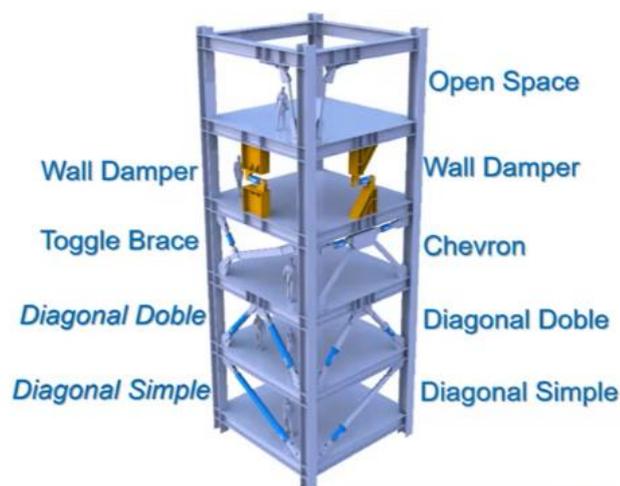
- La energía sísmica se disipa entre un 20% y 40%.
- Los esfuerzos de los elementos estructurales se reducen.
- Son estéticos.
- Son de fácil instalación y montaje.
- Después de un sismo severo retornan a su posición inicial.
- Permiten reducir volumen de concreto y acero.

### Desventajas

- Requieren de revisiones periódicas.
- Posibles fugas del fluido viscoso.

### Dimensiones: Disipadores de fluido viscoso por piso

Por un proceso iterativo se puede conseguir la mejor ubicación de los disipadores, donde el proyectista estructural debe probar diferentes modelos y disposiciones de lugar.<sup>23</sup> Para tener éxito en el diseño estructural, es muy importante tener en cuenta que los profesionales encargados de la arquitectura y del diseño estructural, deben trabajar en conjunto a fin de lograr un diseño óptimo.



**Figura 3:** Configuraciones del disipador de fluido viscoso.

**Fuente:** CDV Ingeniería y Construcción.

## Indicadores

### Indicador 1: Disposición de disipadores por piso

Por un proceso iterativo se consigue la mejor ubicación, ya que el proyectista prueba diversos modelos y ubicaciones tomando en cuenta la arquitectura y uso del edificio.

Existen diversas configuraciones siendo las más comunes y empleadas, las disposiciones Diagonal y Chevron, en ambos casos, los brazos metálicos son los que conectan el dispositivo con la estructura del edificio.

La disposición Chevron, coloca al dispositivo en una posición horizontal (paralela al techo), logra una eficiencia del 100% debido a que absorben directamente las fuerzas horizontales, es decir, que usa toda su capacidad para mantener la estabilidad estructural ante las fuerzas laterales producidas por los eventos sísmicos.



**Figura 4:** Disposición Chevron.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.

En la disposición diagonal, la componente horizontal del disipador de fluido viscoso será la que absorberá las cargas horizontales debido a las sollicitaciones sísmicas y su factor de amplificación dependerá del ángulo de inclinación que genere el brazo metálico<sup>24</sup>, en este caso el disipador de fluido viscoso tiene menor eficiencia que el Chevron ante los eventos sísmicos.

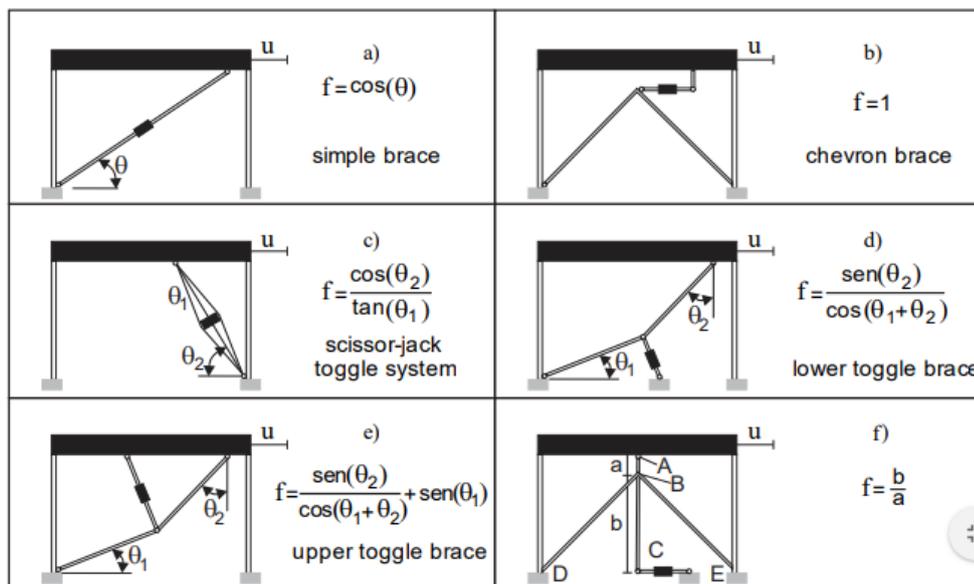


**Figura 5:** Disposición diagonal típica de un disipador.

**Fuente:** Taylor Device

El amortiguamiento dependerá del ángulo de inclinación del brazo metálico (ver figura 6) y se calculará con la expresión:  $f = \cos\theta$ .

Debido a que el dispositivo es incorporado al pórtico en un nudo rígido (unión viga-columna), no es necesario adicionar refuerzos, logrando así la solución más económica, ya que para la instalación de los disipadores solo requiere extensores (brazos metálicos).



**Figura 6:** Otras configuraciones del disipador de fluido viscoso.

**Fuente:** Paola - Navarra, 2008.

## Indicador 2: Fuerza de amortiguamiento del dispositivo

La fórmula matemática para hallar el desempeño del disipador viscoso ante actividad sísmica de la estructura proveniente es:

$$F = C(V^\alpha)$$

$F$  = Fuerza en el disipador

$C$  = Coeficiente de amortiguamiento del disipador

$V$  = Velocidad relativa entre los extremos del disipador

$\alpha$  = Exponente de velocidad (coeficiente varía entre 0.4 y 0.6 para edificaciones)

Cabe mencionar que la fuerza del dispositivo es variable con la velocidad, ya que para una velocidad cualquiera, la fuerza siempre será la misma en cualquier punto del disipador.

### Coeficiente de amortiguamiento “C”

El valor  $C$  es el coeficiente de amortiguamiento que depende del fluido, sus propiedades, diámetro del pistón y las áreas del orificio. El aumento de temperatura del fluido aumenta la constante  $C$ .<sup>25</sup>

Para la aplicación se presentan dos situaciones: el comportamiento lineal (exponente de velocidad es 1), y el comportamiento no lineal (exponente de velocidad constante que será diferente a 1).

La fórmula matemática para los disipadores no lineales es:

$$\sum C_j = \frac{B_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \cdot \omega^{1-\alpha} \cdot (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

$B_H$  = Amortiguamiento viscoso de la estructura

$C_j$  = Coeficiente de amortiguamiento del disipador

$m_i$ = Masa del nivel

$\theta_j$ = Ángulo de inclinación del disipador

$\phi_i$ = Desplazamiento modal en el nivel i

$\phi_{rj}$ = Desplazamiento modal relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal

$A$  = Amplitud del desplazamiento del modo fundamental

$\omega$  = Frecuencia angular

$\lambda$  = Parámetro lambda

El  $B_H$  depende del amortiguamiento objetivo, así tenemos:

$$B = \frac{D_{m\acute{a}x}}{D_{objetivo}}$$

Donde:

$D_{m\acute{a}x}$ = Distorsión máxima (se obtiene del análisis tiempo-historia)

$D_{objetivo}$ = Distorsión objetivo (se obtiene de la metodología HAZUS daño – distorsión, también se puede seleccionar de la norma peruana E.030 diseño sísmoresistente)

Se calcula el  $B_{eff}$  (amortiguamiento efectivo), así tenemos:

$$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_0)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{eff})}$$

Donde:

$B_0$ = Amortiguamiento inherente de la estructura (se fija usualmente en 5% para estructuras de concreto armado)

Se descuenta el amortiguamiento inherente a fin de obtener el amortiguamiento viscoso, así tenemos:

$$B_H = B_{eff} - 5\%$$

Asimismo, también cabe recalcar, que el parámetro “λ” es un valor que depende del exponente de velocidad “α” el cual lo podemos obtener de la norma FEMA 274, para el parámetro lambda (λ), así tenemos:

**Tabla 1:** Parámetros lambda en función al exponente de velocidad.

<b>Table C9-4 Values of Parameter λ</b>	
<b>Exponent α</b>	<b>Parameter λ</b>
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

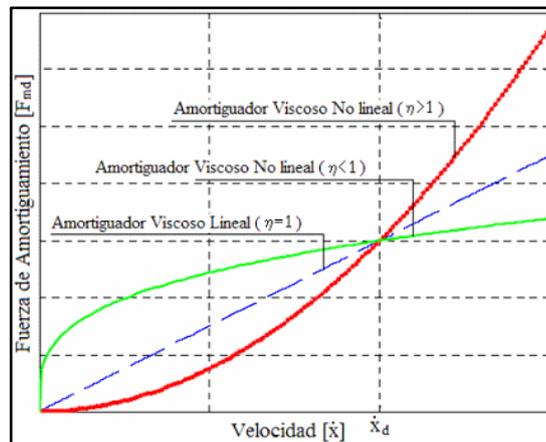
**Fuente:** FEMA 274

El exponente de velocidad “α” es la respuesta del disipador frente a los impactos de velocidad, además define el comportamiento histerético de los disipadores utilizados.

Los disipadores viscosos lineales son aquellos con un valor de “α” igual a 1, con ello se define que la fuerza del disipador es directamente proporcional a la velocidad, mientras los disipadores viscosos no lineales son aquellos con un valor de “α” mayor o menor a 1.

Los valores menores a 1 son eficientes para minimizar los pulsos de alta velocidad, mientras aquellos valores mayores a 1 mayormente no son utilizados en edificios, ya que se requerirían de velocidades grandes para así incrementar la fuerza en el disipador.

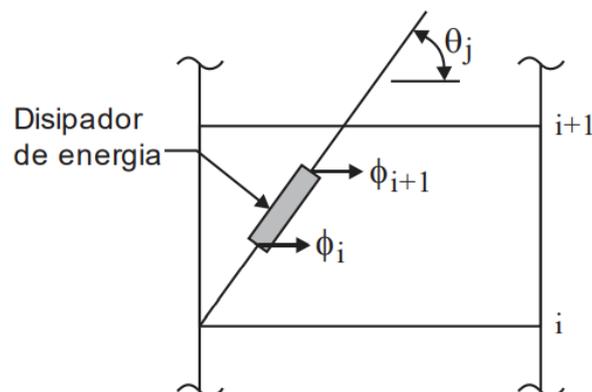
“Mayormente el “ $\alpha$ ” está comprendido entre 0.3 y 1.0, siendo los valores más usados para el diseño sísmico de edificaciones, y para puentes se emplean valores entre 0.4 y 0.5”



**Figura 7:** Velocidad vs fuerza del disipador.

**Fuente:** Ing. Carlos Córdova Rojas, 2017

Asimismo, en la siguiente figura podemos observar el ángulo de inclinación  $\theta_j$  y el desplazamiento relativo del disipador  $\Phi_{rj}$ , así tenemos:



**Figura 8:** Ángulo de inclinación y desplazamiento relativo del disipador.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.

### Indicador 3: Rigidez “K” (Rigidez del brazo metálico)

Como el dispositivo depende de la velocidad, es necesario controlar su respuesta dinámica, es por ello que se debe considerar la rigidez del sistema con un valor bastante alto y modelar el brazo metálico (elemento que conecta el dispositivo a la

estructura), esto debido a que la rigidez del disipador es mucho menor que la del brazo metálico, así tenemos que la rigidez del disipador se calcula de la siguiente manera:

$$K_d = \frac{EA}{L}$$

Donde:

$K_d$ = Rigidez del disipador.

E= Modulo de Elasticidad del brazo metálico.

A= Área de la sección del brazo metálico.

L= Longitud del brazo metálico.

El perfil metálico debe tener un área significativa (A) para minimizar las deflexiones elásticas en el brazo y maximizar las del disipador, asimismo, también es muy importante que para el perfil metálico seleccionado tenga suficiente resistencia es necesario que tenga suficiente momento de inercia (I) y área (A) para controlar el pandeo por compresión, finalmente se recomienda emplear perfiles del tipo HSS o PIPE por razones de estética y facilidad de instalación.

### **Escala de medición**

Las escalas se clasifican en cualitativas (nominal y ordinal) y cuantitativas (de intervalo y de razón), así tenemos:

Nominales, es usado solamente en la medición de variables cualitativas, como por ejemplo el estado civil, el grado de instrucción, etc.

Ordinales, permite dar un orden, jerarquía y nombre a las diferentes categorías de las variables (más alto, más bajo, mayor, menor, etc).

De intervalo, denominado también métrico porque hay un intervalo igual de punto de la escala siguiente.

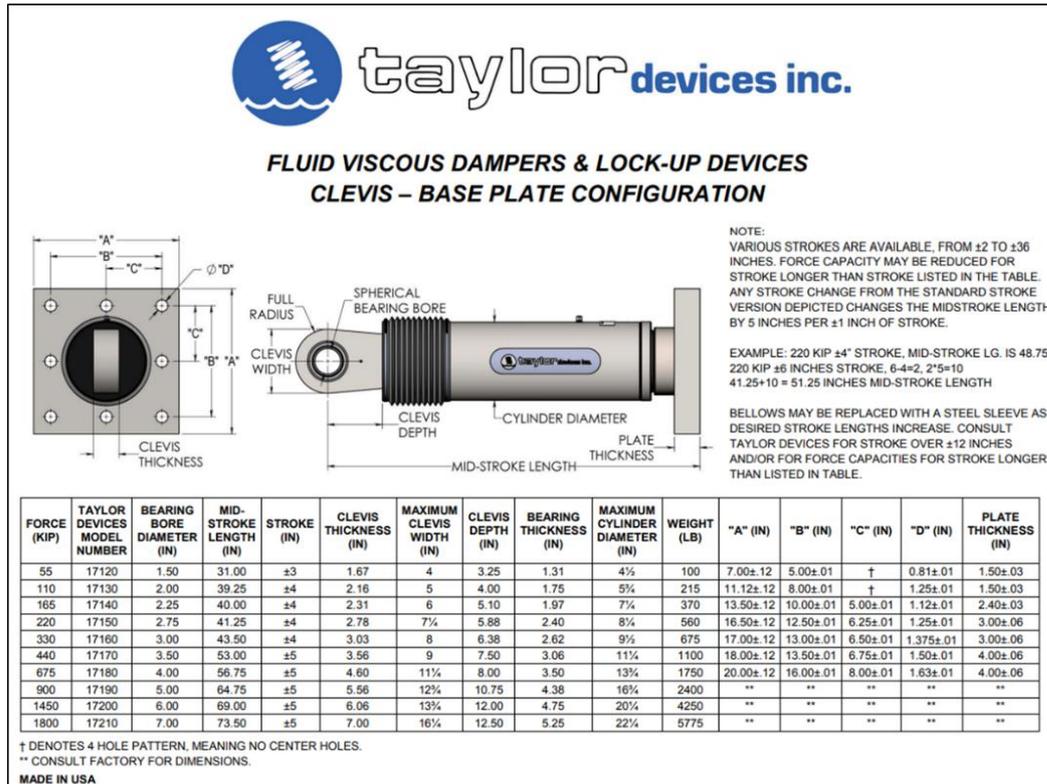
De razón o proporción, es el nivel más alto de la medición de las variables, posee al cero como un valor absoluto lo cual permite determinar la proporción de los valores de la escala, como por ejemplo el número de alumnos donde también es posible determinar los porcentajes.

## Instrumentos

Para la recolección de datos se ha utilizado lo siguiente:

## Fichas técnicas de fabricante:

**Tabla 2:** Propiedades de los disipadores y dimensiones de la placa base.



Fuente: Taylor Device

Para la elección de los disipadores se utilizan las siguientes tablas con las características de cada tipo de disipador.

**Tabla 3:** Dimensiones de los 4 tipos de disipadores de fluido viscoso.

Force	Spherical Bearing Bore Dia.(cm)	Mid-stroke Length (cm)	Stroke (inches)	Clevis Thickness (cm)	Clevis Width (cm)	Clevis Depth (cm)	Cylinder Dia (cm)	Weight (lbs)
220 KIP	6.99	104.78	± 4	6.99	19.05	14.94	20.96	560
330 KIP	7.62	110.49	± 4	7.62	20.32	16.21	24.13	675
440 KIP	8.89	134.62	± 4	8.89	22.86	19.05	28.58	1000
675 KIP	10.16	144.15	± 5	11.43	28.58	20.32	34.93	1750

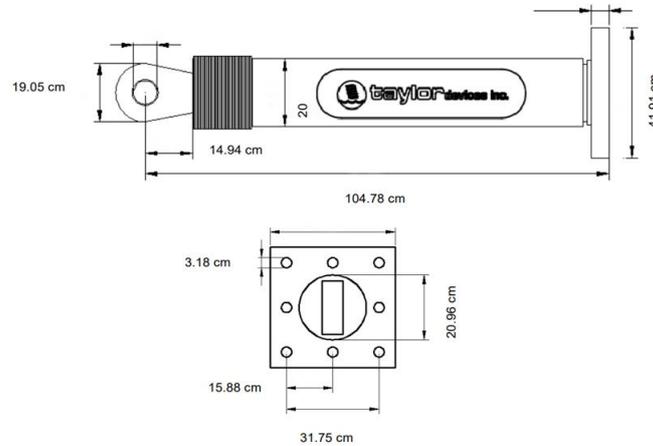
Fuente: Taylor Device

**Tabla 4:** Dimensiones de la placa base de los 4 tipos de disipadores.

Force	"A"(cm)	"B"(cm)	"C"(cm)	"D"(cm)	Plate Thickness (cm)
220 KIP	41.91	31.75	15.88	3.18	7.62
330 KIP	43.18	33.02	16.51	3.49	7.62
440 KIP	45.72	34.29	17.15	3.81	10.16
675 KIP	50.80	40.64	20.32	4.14	10.16

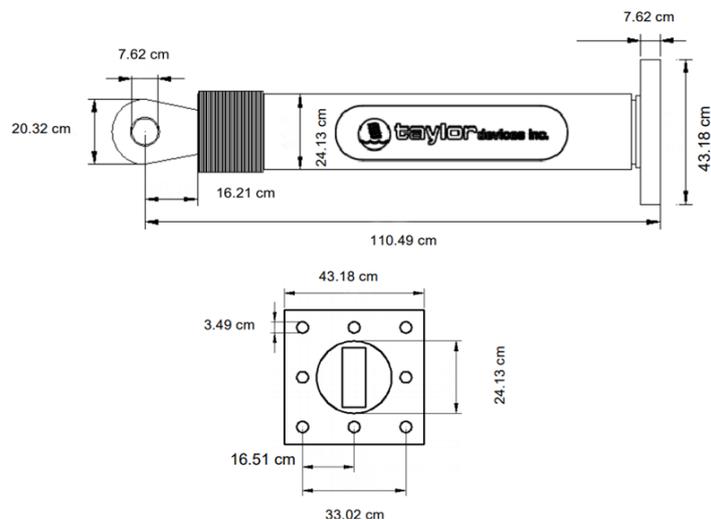
**Fuente:** Taylor Device

Cabe mencionar que los disipadores ya cuentan con un factor de seguridad por lo que ya no es necesario amplificar las fuerzas calculadas para el análisis



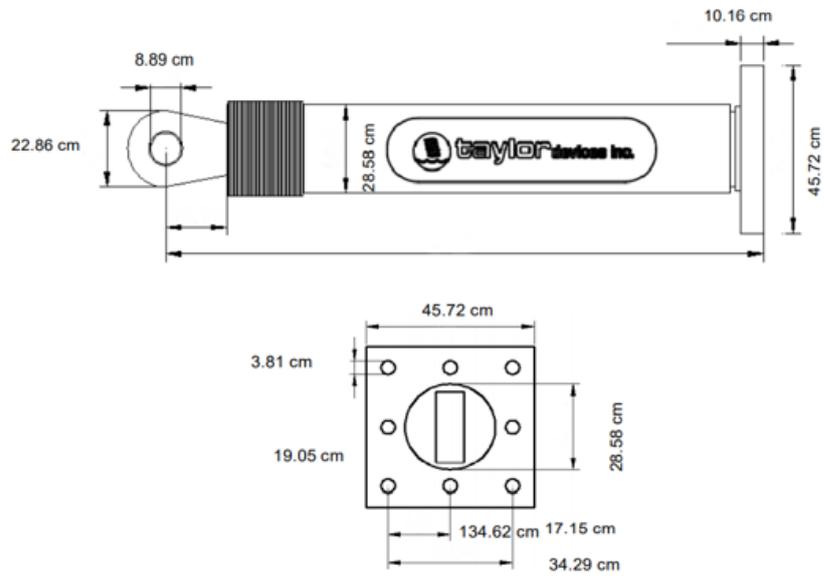
**Figura 9:** Dimensiones de disipador y placa de 220 kip.

**Fuente:** Taylor Device

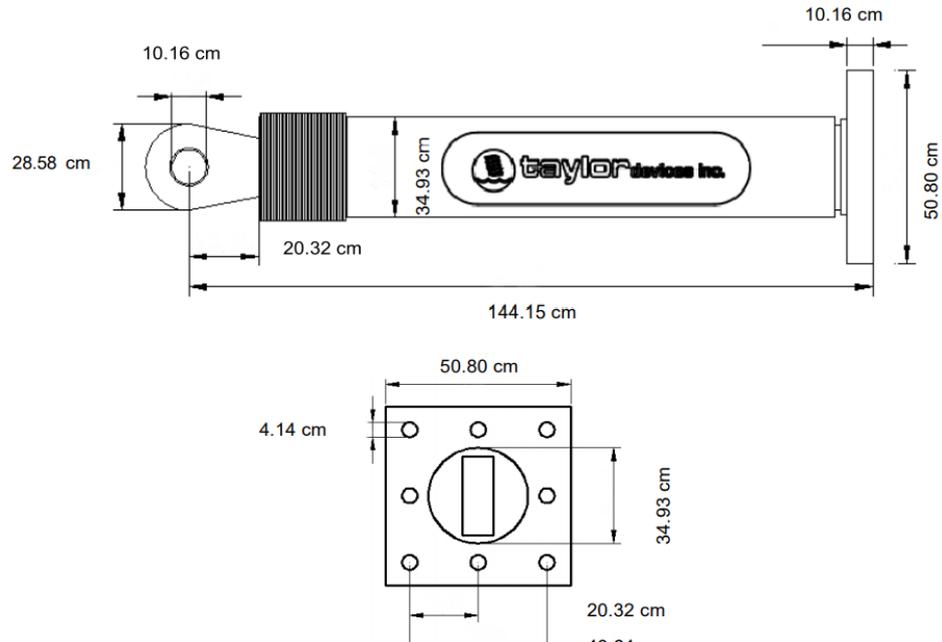


**Figura 10:** Dimensiones de disipador y placa de 330 kip.

**Fuente:** Taylor Device



**Figura 11:** Dimensiones de dissipador y placa de 440 kip.  
**Fuente:** Taylor Device



**Figura 12:** Dimensiones de dissipador y placa de 675 kip.  
**Fuente:** Taylor Device

**Tabla 5:** Características para el brazo metálico

Shape	Design Wall Thickness, <i>t</i> in.	Nominal Wt. lb/ft	Area, <i>A</i> in. <sup>2</sup>	<i>D/t</i>	<i>I</i> in. <sup>4</sup>	<i>S</i> in. <sup>3</sup>	<i>r</i> in.	<i>Z</i> in. <sup>3</sup>	Torsion	
									<i>J</i> in. <sup>4</sup>	<i>C</i> in. <sup>3</sup>
									HSS20.000×0.500 ×0.375 <sup>f</sup>	0.465 0.349
HSS18.000×0.500 ×0.375 <sup>f</sup>	0.465 0.349	93.54 70.66	25.6 19.4	38.7 51.6	985 754	109 83.8	6.20 6.24	143 109	1970 1510	219 168
HSS16.000×0.625 ×0.500 ×0.438 ×0.375 ×0.312 <sup>f</sup> ×0.250 <sup>f</sup>	0.581 0.465 0.407 0.349 0.291 0.233	103.00 82.85 72.87 62.64 52.32 42.09	28.1 22.7 19.9 17.2 14.4 11.5	27.5 34.4 39.3 45.8 55.0 68.7	838 685 606 526 443 359	105 85.7 75.8 65.7 55.4 44.8	5.46 5.49 5.51 5.53 5.55 5.58	138 112 99.0 85.5 71.8 57.9	1680 1370 1210 1050 886 717	209 171 152 131 111 89.7
HSS14.000×0.625 ×0.500 ×0.375 ×0.312 ×0.250 <sup>f</sup>	0.581 0.465 0.349 0.291 0.233	89.36 72.16 54.62 45.65 36.75	24.5 19.8 15.0 12.5 10.1	24.1 30.1 40.1 48.1 60.1	552 453 349 295 239	78.9 64.8 49.8 42.1 34.1	4.75 4.79 4.83 4.85 4.87	105 85.2 65.1 54.7 44.2	1100 907 698 589 478	158 130 100 84.2 68.2
HSS12.750×0.500 ×0.375 ×0.250 <sup>f</sup>	0.465 0.349 0.233	65.48 49.61 33.41	17.9 13.6 9.16	27.4 36.5 54.7	339 262 180	53.2 41.0 28.2	4.35 4.39 4.43	70.2 53.7 36.5	678 523 359	106 82.1 56.3
HSS10.750×0.500 ×0.375 ×0.250	0.465 0.349 0.233	54.79 41.59 28.06	15.0 11.4 7.70	23.1 30.8 46.1	199 154 106	37.0 28.7 19.8	3.64 3.68 3.72	49.2 37.8 25.8	398 309 213	74.1 57.4 39.6
HSS10.000×0.625 ×0.500 ×0.375 ×0.312 ×0.250 ×0.188 <sup>f</sup>	0.581 0.465 0.349 0.291 0.233 0.174	62.64 50.78 38.58 32.31 26.06 19.72	17.2 13.9 10.6 8.88 7.15 5.37	17.2 21.5 28.7 34.4 42.9 57.5	191 159 123 105 85.3 64.8	38.3 31.7 24.7 20.9 17.1 13.0	3.34 3.38 3.41 3.43 3.45 3.47	51.6 42.3 32.5 27.4 22.2 16.8	383 317 247 209 171 130	76.6 63.5 49.3 41.9 34.1 25.9

Fuente: AISC Steel construction manual 13th

**Normativas vigentes para su uso:**

Para la implementación de los disipadores de fluido viscoso se tomaron de referencia los requerimientos mínimos y recomendaciones de las siguientes normas y manuales internacionales:

**Federal Emergency Management Agency – FEMA 274: Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings**

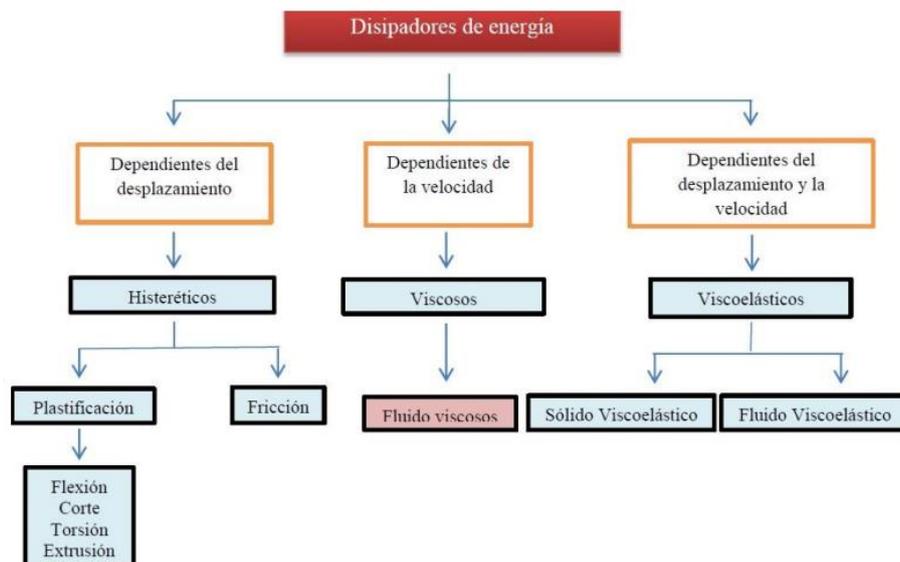
El FEMA274, para el diseño de los disipadores de fluido viscoso, podemos extraer la ecuación para estimar el valor del coeficiente de amortiguamiento (C) para dispositivos no lineales (ver en indicadores: Coeficiente de amortiguamiento “C” y rigidez del disipador “K”), el parámetro “λ” el cual es dependiente del valor del exponente de

velocidad “ $\alpha$ ” (ver tabla 3: Parámetros lambda en función al exponente de velocidad) que es necesario para el cálculo del coeficiente de amortiguamiento (C).

### American Society of Engineers - ASCE 7-10: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

Al igual que el FEMA274, el ASCE 7-10 propone la utilización de disipadores porque estos aportan un amortiguamiento significativo que logra disminuir las fuerzas sísmicas que ingresan a los elementos estructurales.

En su capítulo 18, señala que los disipadores de energía se clasifican según su comportamiento en 3 categorías: dependientes del desplazamiento, dependientes de la velocidad y dependientes de ambos.



**Figura 13:** Clasificación de los disipadores de energía.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.

Nos alcanza algunas recomendaciones para su configuración estructural:

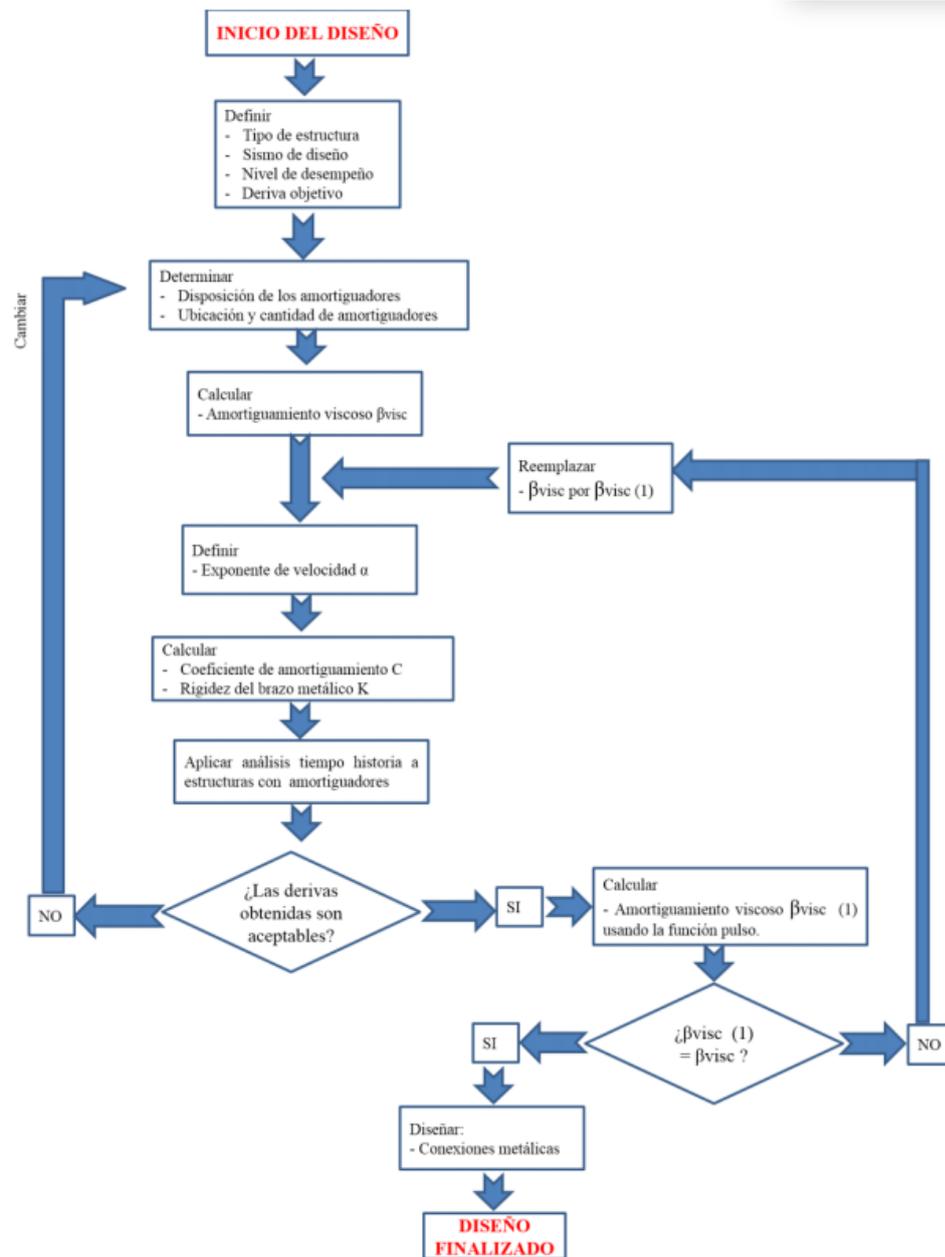
La estructura no debe ser irregular.

Se deben implementar dos dispositivos en la dirección a reforzar.

Se deben disponer los dispositivos en todos los pisos.

Se debe buscar la simetría para no generar la torsión.

## Procedimientos



**Figura 14:** Diagrama de flujo del procedimiento de diseño de los disipadores de fluido viscoso

**Fuente:** Marco Herrera, 2018

Para el diseño del sistema de amortiguamiento, se debe seguir un proceso iterativo en donde el ingeniero proyectista debe probar los diferentes modelos y sus ubicaciones a fin de conseguir la mejor configuración estructural y cumplir con los requisitos mínimos de las normativas vigentes para el aseguramiento de un buen comportamiento sísmico<sup>26</sup>, para lograrlo es usual realizar los siguientes pasos:

**Paso 1:** Elección de la deriva objetivo

**Paso 2:** Determinación de la disposición y ubicación de los disipadores de fluido viscoso.

**Paso 3:** Determinación del amortiguamiento viscoso

**Paso 4:** Determinación del exponente de velocidad

**Paso 5:** Cálculo del coeficiente de amortiguamiento C

**Paso 6:** Cálculo de la rigidez del brazo metálico K

**Paso 7:** Evaluación de las nuevas derivas

**Paso 8:** Verificación del amortiguamiento viscoso

**Paso 9:** Diseño de los dispositivos de amortiguación y conexiones metálicas

### **Variable Dependiente: Comportamiento sísmico**

#### **Principales conceptos teóricos**

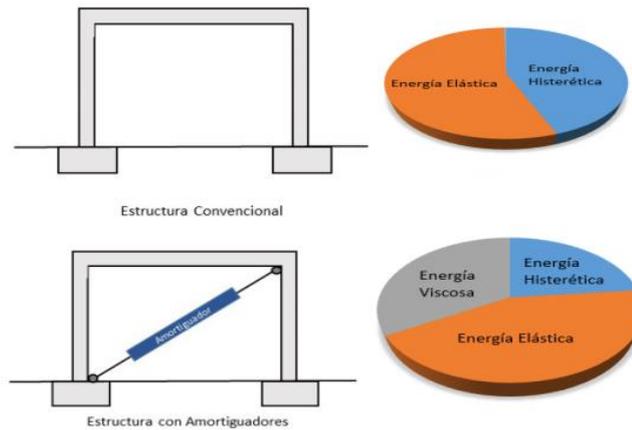
Para el aseguramiento de un adecuado comportamiento sísmico de las edificaciones, el diseño puede plantearse de dos formas:

Utilizando un diseño convencional de estructuras rígidas y a su vez dúctiles (capacidad para incursionar en el rango inelástico) como lo sistemas estructurales aporticados, duales, de arriostres metálicos, etc.

Incorporando dispositivos de disipación de energía para incrementar el amortiguamiento, reducir los desplazamientos laterales, velocidades y aceleraciones.

#### **Propiedades**

La energía producida por el sismo en la estructura sin amortiguadores se reparte en energía elástica y energía histerética, siendo mayor la elástica. Por otro lado, al usar amortiguadores en la estructura, aparecerá una energía viscosa ocasionando que disminuya la energía histerética y la elástica; pero la elástica seguirá siendo mayor que la histerética.



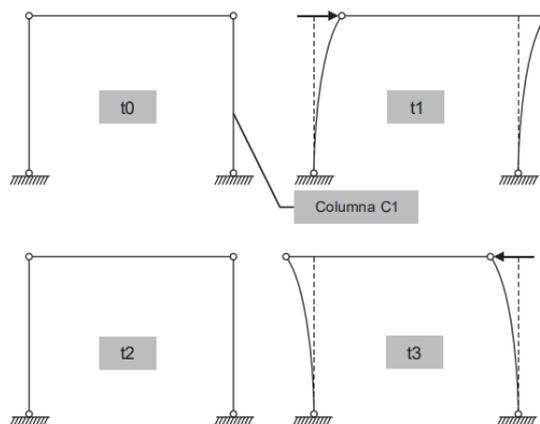
**Figura 15:** Participación de la energía en una edificación sin amortiguadores y con amortiguadores.

**Fuente:** Marco Herrera, 2018

### Características

#### Comportamiento sísmico de un diseño convencional

Para observar el comportamiento del desplazamiento vs fuerza se propone un pórtico que al ser expuesto ante una sollicitación sísmica experimenta desplazamientos y sale del equilibrio ( $t_0$ ), para que en un tiempo ( $t_1$ ) alcance su desplazamiento máximo, en ese instante es donde la estructura comienza a trasladarse hacia la dirección contraria, en un tiempo ( $t_2$ ) regresa nuevamente al equilibrio para que posteriormente alcance nuevamente el desplazamiento ( $t_3$ ).

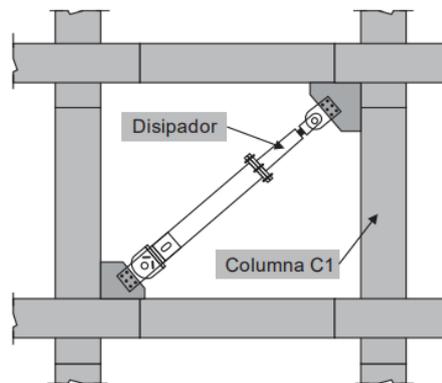


**Figura 16:** Comportamiento de un pórtico ante una excitación sísmica.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.

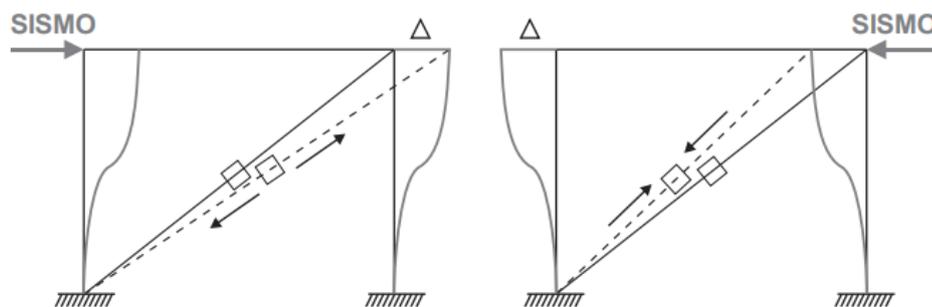
## Comportamiento sísmico de un diseño con disipadores de fluido viscoso

Ahora, si sobre este mismo pórtico se implementan disipadores de fluido viscoso, cuando el pórtico llegue a su desplazamiento máximo ( $t_1$ ), la elongación en el dispositivo (producto de la fuerza de tracción) será máxima, cuando el pórtico regrese al equilibrio ( $t_2$ ), las deformaciones en el dispositivo serán igual a cero, pues este también regresa a su posición inicial y nuevamente la deformación en el disipador (por la fuerza de compresión) será máxima en el tiempo ( $t_3$ ).



**Figura 17:** Disipador de energía viscoso en pórtico.

**Fuente:** Ph.D. Villarreal e Ing. Diaz, 2016.



**Figura 18:** Desplazamientos en el disipador viscoso en los momentos ( $t_1$ ) y ( $t_3$ )

**Fuente:** CDV Ingeniería Antisísmica

Como se indicó anteriormente, los disipadores viscosos dependen de la velocidad para disipar energía, tal es así que la fuerza que se genera en estos dispositivos es  $F = CV\alpha$ , teniendo en consideración esto, se puede ver que cuando el pórtico llegue a su desplazamiento máximo ( $t_1$ ) y ( $t_3$ ), la fuerza de amortiguamiento en el dispositivo viscoso será igual a cero, pues en este instante la velocidad es igual a cero.

## **Ventajas**

Para una simulación estructural, podemos beneficiarnos de los siguiente:

- Conocimiento del comportamiento mecánico del disipador de fluido viscoso.
- Optimización de la geometría.
- Optimización de los materiales utilizados.
- Obtención de piezas con mejor comportamiento en uso.
- Reducción de las iteraciones de modificaciones geométricas.

## **Desventajas**

- Los análisis del comportamiento sísmico solo pueden ser realizados por ingenieros especializados en estructuras.
- Para realizar el análisis y determinar el comportamiento estructural de una edificación, se requiere del uso de un software especializado como SAP 2000, ETABS, ROBOT, etc, asimismo también se debe realizar una capacitación del uso del software especializado a utilizar, lo cual conllevaría a un aumento de los costos de inversión para el análisis del comportamiento estructural con la implementación de los disipadores de fluido viscoso.
- Para el uso del software de análisis estructural se requiere un buen hardware que cumpla con los requisitos mínimos que proponen.

## **Indicadores**

### **Indicador 1: Desplazamientos**

Son obtenidos del software Etabs v2018

### **Indicador 2: Esfuerzos máximos**

Son obtenidos del software Etabs v2018

### **Indicador 3: Aceleraciones**

Son obtenidos del software Etabs v2018

## **Escala de medición**

Las escalas se clasifican en cualitativas (nominal y ordinal) y cuantitativas (de intervalo y de razón), ver escalas de medición de variable independiente.

## **Instrumentos**

Para la recolección de datos se ha utilizado lo siguiente:

### **Uso de software ETABS v2018**

El ETABS es un software utilizado para el análisis estructural y dimensionamiento de edificios según la tipología a diseñar como edificaciones de albañilería y de concreto armado.<sup>27</sup>

Para el análisis estructural se ingresan los datos para las simulaciones de sismos y los parámetros de las normas vigentes a fin de que las estructuras que se analizan cumplan con sus requerimientos mínimos.

Para la presente tesis se utilizará el análisis del comportamiento sísmico el ETABS v2018.

### **Normativas vigentes para su uso:**

Para el análisis del comportamiento sísmico se deben tomar de referencia los requerimientos mínimos y recomendaciones de las siguientes normas y manuales internacionales:

### **Federal Emergency Management Agency – FEMA 274: Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings**

El FEMA274 presenta metodologías para analizar la aislación basal y la disipación sísmica, similar a la norma técnica peruana, presenta la deriva máxima de entrepiso como el principal parámetro a controlar, sin embargo, en vez de centrarse en el

incremento de la rigidez para controlar el desplazamiento lateral, utiliza el amortiguamiento efectivo de la estructura para dicho fin.<sup>28</sup>

### **American Society of Engineers - ASCE 7-10: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures**

La norma ASCE 7-10 plantea 4 procedimientos para el análisis de estructuras con disipadores<sup>29</sup> así tenemos:

#### **Procedimientos no lineales**

Análisis de la respuesta no lineal tiempo – historia.

Análisis no lineal estático

#### **Procedimientos lineales**

Análisis de la respuesta espectral

Análisis de fuerza equivalente

### **Norma E.030 Diseño Sismorresistente (R.M. N° 355-2018-Vivienda).**

Es la norma peruana que forma parte del reglamento nacional de edificaciones que es regulada por la resolución ministerial N° 355-2018-vivienda del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, que establece los requerimientos mínimos para el diseño sismorresistente de las edificaciones nuevas, el reforzamiento de edificaciones existentes y la reparación de las estructuras que resulten dañadas por la acción de los sismos, desarrollando las metodologías del análisis estático, análisis dinámico modal espectral y el análisis dinámico tiempo – historia los cuales se han utilizado para el desarrollo de la presente tesis.<sup>30</sup>

### **Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19). Commentary on building code requirements for structural concrete (ACI 318R-19)**

Es la norma americana que contiene los requisitos mínimos para el diseño y construcción de las edificaciones de concreto estructural.<sup>31</sup>

## **Análisis que se realizarán:**

### **Análisis Estático**

Este tipo de análisis es también llamado método de fuerzas equivalentes, lo cual consiste en aplicar un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas en cada entrepiso del edificio.<sup>32</sup>

Según la norma E030, este método solo es aplicable en edificios regulares e irregulares, y además define el tipo de sistema con el coeficiente de reducción sísmica.

Es importante saber que el análisis estático, solo será utilizado con el fin de comparar.

### **Análisis Dinámico Modal Espectral**

Este tipo de análisis consiste en una combinación modal – espectral, en la cual se aplican fuerzas externas denominado espectro de respuesta, la cual consiste de aceleraciones y periodos como fuerzas a aplicar.

Según ARQHYS (2012), el método de las respuesta espectral o también conocido como análisis dinámico modal, es un método bastante práctico para determinar las fuerzas internas de los elementos y los desplazamientos máximos en un sistema estructural, este método implica el cálculo de los valores máximos de aceleraciones y desplazamientos en cada modo usando un espectro de respuestas para diferentes modos de vibración, la misma que presentará la envolvente de espectros de respuestas o promedio de diversos sismos, luego se hacen combinaciones teniendo consideración los códigos expuestos en las normas de diseño sísmico.<sup>33</sup>

### **Análisis Dinámico Tiempo – Historia**

Es un análisis empleado para analizar la respuesta dinámica de una estructura frente a una carga determinada, la cual puede variar respecto al tiempo.<sup>34</sup>

Según la Norma E.030, para este tipo de análisis se utiliza un modelo matemático de la estructura que considera directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante la integración directa de sus ecuaciones de equilibrio.

La Norma E.030 también nos dice que para realizar este análisis se deben tomar mínimo tres registros de aceleraciones del terreno y debe incluir en cada registro dos componentes en direcciones ortogonales.

Los registros sísmicos se deben escalar para realizar la corrección por línea base, filtrado y de espectro de diseño empleando softwares como SEISMOSIGNAL y SEISMOMATCH.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

##### Tipo de Investigación

Según Bueno (2003), la investigación aplicada está encaminada a desarrollar aplicaciones prácticas para la investigación fundamental.

Garcés (2000) mencionó que el objetivo de la investigación aplicada es modificar parte del contexto en el que se plantea; es decir, que utiliza el conocimiento científico para modificar o cambiar la investigación y dirigirla a una aplicación inmediata y no desarrollar una base para una teoría científica.

La investigación de la presente tesis fue del **tipo aplicada**, pues los conocimientos de la implementación de disipadores con fluido viscoso ya fueron probados con anterioridad y en su mayoría en otras categorías de edificaciones como lo son las esenciales e importantes y con la evidencia de los resultados provenientes del análisis del comportamiento sísmico utilizando el software Etabs v2018 se buscó ampliar ese criterio para que sean aplicados como solución técnica en edificaciones multifamiliares y se estandarice el uso de estos dispositivos de disipación de energía sísmica.

##### Diseño de investigación

Según Arias (2012), el diseño cuasi experimental es un diseño “casi” experimento, debido a que la conformación inicial de los sujetos no es elegida al azar, por lo tanto, carece de uniformidad o semejanza.

Según Hernández (2014), el término **diseño** es un plan o una estrategia que es concebida para la obtención de una información que se desea, en el enfoque cuantitativo el investigador utiliza sus diseños para comprobar la certeza de las Hipótesis que se formulan en una realidad problemática que puede aportar evidencia suficiente y no se desvirtúen los lineamientos de la investigación (si es que no se

tienen Hipótesis), también menciona que los diseños **cuasiexperimentales** pueden manipularse en al menos una variable independiente de manera intencional para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes, también indica que estos diseños difieren de los experimentos puros en el grado de seguridad o confiabilidad.<sup>35</sup>

La presente tesis fue un diseño **experimental** con una subclasificación **cuasi experimental**, debido a que se manipuló intencionalmente la cantidad a implementar de disipadores con fluido viscoso por piso para el análisis del comportamiento sísmico de la estructura con el objetivo de obtener su mejor respuesta sísmica mediante los siguientes indicadores: desplazamientos, fuerzas cortantes máximas y secciones de elementos estructurales, los cuales fueron elegidos tentativamente según revisión de estudios previos de diferentes autores sobre la implementación de disipadores con fluido viscoso en edificaciones.

La investigación fue un **enfoque cuantitativo** ya que los resultados fueron representados numéricamente según los objetivos específicos indicados en la presente tesis.

### **3.2 Variables y operacionalización**

**Variable Independiente:** Implementación de disipadores de fluido viscoso

#### **Definición Conceptual:**

Según Álvarez (2017), los dispositivos denominados disipadores sísmicos, tienen como función principal que la energía que ingresa al edificio a través de su suelo de fundación sea absorbida por ellos en primera instancia y luego disiparla en otra forma de energía como lo es la deformación de fluidos de alta viscosidad, entre otras, con el objeto de obtener una respuesta sísmica favorable.<sup>36</sup>

#### **Definición Operacional:**

La implementación de disipadores de fluido viscoso fue analizada utilizando el software ETABS v2018, la disposición que tuvieron estos dispositivos en altura fue de manera diagonal simple y doble, colocados en ambos ejes y en todos los pisos a partir del piso 02 hasta el piso 20 tomando de referencia sus indicadores con el fin de conseguir los resultados de respuesta sísmica más óptimos.

### **Indicadores:**

Disposición de disipadores por piso.

Fuerza de amortiguamiento del dispositivo.

Rigidez "K" (rigidez del brazo metálico)

### **Escala de Medición:**

De razón

**Variable Dependiente:** comportamiento sísmico

### **Definición Conceptual:**

Es el análisis estructural que se realizó al edificio multifamiliar de 20 pisos con la finalidad de determinar su respuesta sísmica ante eventos sísmicos severos con la implementación de los disipadores de fluido viscoso y su comparación con el análisis estructural del sistema dual de pórticos y placas.

### **Definición Operacional:**

El comportamiento sísmico fue evaluado según los requisitos mínimos de las normas internacionales vigentes: FEMA274 (1997), ASCE 7-16, ACI 318-19 y las normas técnicas peruanas E.030, E.031 y E.060.

### **Indicadores:**

- Desplazamientos

- Esfuerzos máximos
- Aceleraciones

### **Escala de Medición:**

De razón

## **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

### **Población**

Arias, Villasís y Miranda Mejía (2016), definen la población como un conjunto de individuos u objetos materiales, que son definidos, son limitados y también son accesibles para la elección de la muestra representativa que debe cumplir con los criterios predeterminados que son requeridos para la realización de la investigación científica.<sup>37</sup>

Criterios de inclusión: por las características de la edificación que se expone en la presente investigación, se tomó como población a todas las edificaciones de uso para vivienda de altura similar de 20 pisos y de sistema estructural de concreto armado aporticado o dual.

Criterios de exclusión: no se consideró como población a edificaciones de otro uso tales como oficinas, de otro sistema estructural como metálico o con aislación en la base debido a que no presentan similitud con las características de la edificación que se expone en la presente investigación.

Tomando en cuenta estos conceptos y criterios, la población de la presente tesis estuvo conformada por todos los edificios multifamiliares de 20 pisos de concreto armado que se ubican en el distrito de Magdalena del Mar y los ensayos de implementación de disipadores de fluido viscoso fueron modelados en el software ETABS v2018 para la obtención de los desplazamientos, esfuerzos y aceleraciones, lo cual será aplicado para todas las estructuras a evaluar.

### **Muestra**

Sánchez – Reyes – Mejía (2018), definen la muestra como el conjunto de individuos u objetos materiales que son extraídos de una población en particular de un sistema de muestreo que es probabilístico o no probabilístico.<sup>38</sup>

Tomando la referencia de esta definición, se determinó que la muestra para la presente tesis fue: Un edificio de 20 pisos y 6 sótanos en el distrito de Magdalena del Mar.

### **Muestreo**

Baena (2017), define el muestreo como una técnica para seleccionar algo más representativo de una población que se pretende conocer, tiende a generar un bajo costo su generación de información, es razonable la semejanza que representan los individuos u objetos materiales para realizar el estudio y su procesamiento es mucho más rápida con respecto a la toma de datos de una determinada población completa por ser mucho más grande.<sup>39</sup>

En la presente tesis se consideró un tipo de muestreo no probabilístico ya que se adoptó otro criterio de selección que no dependió de la probabilidad, esto debido a que las decisiones para su desarrollo fueron tomadas a criterio del propio investigador. La presente investigación tuvo como foco el análisis de toda la estructura del edificio de 20 pisos por lo que no hubo muestreo.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

Según Niño (2011), las técnicas vienen a ser procedimientos que son específicos para el desarrollo de la investigación científica, los cuales serán aplicados para recoger la suficiente información que es requerida para el desarrollo de la investigación científica, también indica que las técnicas más utilizadas para la recolección de información son: la observación, la entrevista y la encuesta, asimismo define a la observación, como uno de los ejercicios más inherentes del ser humano, ya que al hacerlo le permite conocer su entorno y comprender las situaciones que se presentan en el a fin de satisfacer sus necesidades, mejorar su calidad de vida y mitigar los peligros.

Es por ello, que para el método de recopilación de información se utilizará la observación para poder brindar algunas posibles soluciones a las problemáticas das,

así como también probar las hipótesis dadas. Por otro lado, las fuentes de información como bases teóricas para cada variable llegando a utilizar las fichas bibliográficas, finalmente se tiene la técnica de la cuasi experimentación.

Al mismo tiempo utiliza las normativas internacionales FEMA274 (1997), ASCE 7-16 y ACI 318-19, y las normas vigentes del Perú como la E.030 diseño sismorresistente, E.060 concreto armado y E.020 cargas.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos son aquellos que registran datos observables que representan lo que el investigador tiene en mente, cuando se trata de investigación cuantitativa, estos instrumentos miden las variables de las hipótesis, es por ello que toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad.

De tal manera que, para la presente investigación, se realizará un análisis dinámico modal espectral en el modelo con sistema estructural convencional (concreto armado) y un análisis dinámico tiempo - historia en el modelo con incorporación de los disipadores de fluido viscoso para la obtención de los resultados, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación directa
- Fichas de resultados (Ver anexo)

**Tabla 6:** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Descripción</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Desplazamientos	Observación directa	Ficha de resultados del software Etabs v2018
Esfuerzos	Observación directa	Ficha de resultados del software Etabs v2018
Aceleraciones	Observación directa	Ficha de resultados del software Etabs v2018

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento de recolección de datos se refiere al grado en que su aplicación reiterativa al mismo objetivo conduce al mismo resultado.

Al hablar de la confiabilidad se refiere a la aplicación repetida o consecuente de un objeto que será estudiado, lo cual al ser estudiado continuamente deberá arrojar resultados iguales o similares entre ellos, brindando la confianza de los resultados obtenidos y de los instrumentos que serán utilizados en el trayecto del ensayo, a su vez se brindará certificados de calibración del instrumento a utilizar en los ensayos.

### **Validez**

La validez se refiere al grado en que un instrumento de recolección de datos realmente mide la variable que pretende medir

Es por ello, que los instrumentos a utilizar son sometidos a una validación de expertos o especialistas en el ámbito del análisis estructural en el cual se encargan de revisar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación.

## **3.5 Procedimientos**

Para la presente investigación primero se estudiaron los dispositivos de fluido viscoso y sus diferentes criterios de ubicación y disposición en las edificaciones altas para su implementación en el edificio multifamiliar de 20 pisos, seguidamente se revisaron las normas internacionales FEMA274 (1997), ASCE 7-16 y ACI 318-19 y las normas peruanas E.030 diseño sismorresistente, E.060 concreto armado, E.020 cargas del reglamento nacional de edificaciones para la aplicación de sus requisitos técnicos mínimos, luego se realizó la obtención de los planos de arquitectura y estructuras de un edificio multifamiliar de 20 pisos, enseguida se realizaron los cálculos estructurales para elaborar dos modelos utilizando el software ETABS v2018, uno con sistema estructural convencional (concreto armado) según las dimensiones de los planos obtenidos al cual se le aplicó un análisis dinámico modal espectral y otro incorporando disipadores de fluido viscoso al cual se le realizó un análisis dinámico tiempo – historia

con 03 registros sísmicos ocurridos en el Perú (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007) según lo indicado en la norma E-030 (requerimiento mínimo 3 registros sísmicos) a fin de comparar sus resultados.

Finalmente se elaboraron cuadros comparativos con los resultados de los dos modelos a fin de observar la mejora del comportamiento estructural según los objetivos trazados en la presente investigación.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El método de análisis de los datos de la presente tesis fue la observación estructurada, ya que se visualizaron las fichas de datos aplicados en el software ETABS y Microsoft Excel que fueron analizados y representados en forma gráfica y numérica mediante modelos, se observó la influencia de la implementación de los disipadores de fluido viscoso en el edificio multifamiliar de 20 pisos, se conocieron sus respuestas sísmicas y se identificó su mejor comportamiento estructural.

### **3.7 Aspectos éticos**

Koepsell y Ruiz (2015) nos indican que desarrollar el conocimiento científico es la clave para averiguar y comprender los misterios del mundo en la búsqueda del progreso y mejorar la calidad de vida de una sociedad, sin embargo, es por ello que los autores hacen énfasis en el hecho de que una mala práctica puede conllevar a una serie de responsabilidades que podrían causar daño o perjuicio en las personas, la práctica ética de la ciencia no sólo debe ser una imposición que constituya una exigencia metodológica para el ejercicio pleno de una investigación científica sino también un conjunto de costumbres que deben ser inherentes del ser humano para para su desenvolvimiento.<sup>40</sup>

Yo como alumno de la Universidad César Vallejo de la carrera profesional de Ingeniería Civil manifiesto que la presente tesis se desarrolló con total legalidad, honestidad, honradez y profesionalismo, no hubo copia de partes de las tesis de otros autores, he respetado sus aportes haciendo mención de ellos, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usaron en la presente tesis con las respectivas resoluciones, los cuales al final fueron comparados por la herramienta web Turnitin.

## IV. RESULTADOS

### Memoria descriptiva

#### Nombre de la tesis:

Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021

#### Ubicación :

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Magdalena del Mar

Ubicación : Esquina de Av. Javier Prado con Jr. Comandante Jiménez



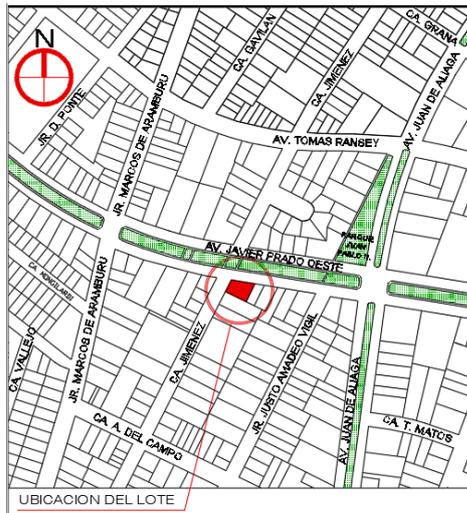
**Figura 19:** Mapa del Perú con ubicación del departamento de Lima.

**Fuente:** Wikipedia



**Figura 20:** Ubicación del distrito de Magdalena del Mar.

**Fuente:** Wikipedia



**Figura 21:** Localización de terreno de proyecto multifamiliar.

**Fuente:** Elaboración propia

El estudio se realizó a partir de los planos de una edificación para uso de vivienda multifamiliar de 20 niveles, 1 azotea y 6 sótanos, con un sistema estructural convencional de concreto armado, que sería construido en un área de terreno de 488.74 m<sup>2</sup>,

La edificación tenía como altura de entrepiso 2.40 m y un total de 57.50 m de altura total desde el nivel del terreno natural a la azotea distribuidos de la siguiente manera:

### **Objetivo 1**

Calcular la reducción del desplazamiento por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

### **Reseña sucinta del ensayo**

Para calcular los desplazamientos máximos de la estructura implementando disipadores de fluido viscoso se realizó un análisis dinámico tiempo-historia con 3 registros sísmicos ocurridos en el Perú (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007) según lo indicado en la norma E-030 (requerimiento mínimo 3 registros sísmicos).

La (edificación se analizó ante un sismo severo  $R=1$ ) incursionando al rango no lineal.

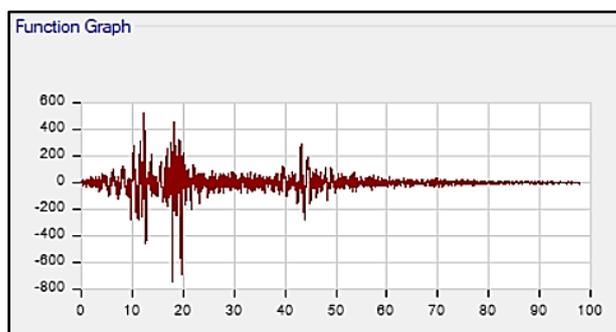
Los registros sísmicos se escalaron para realizar la corrección por línea base, filtrado y al espectro de diseño empleando softwares como SEISMOSIGNAL y SEISMOMATCH, luego se elaboraron tres modelos matemáticos en el software ETABS V18 con cada uno de los registros empleados, como resultados se obtuvo las diferencias de las derivas o distorsiones entre los registros y el modelo con  $R=1$ . De los resultados se eligió las derivas más críticas para cada dirección tanto para X como para Y.

Los registros sísmicos elegidos para cada dirección se trabajaron en un solo modelo matemático para luego implementar los disipadores de fluido viscoso con sus respectivas propiedades, como la rigidez del brazo metálico, exponente de velocidad y el coeficiente de amortiguamiento para ambas direcciones:

<p>X-X</p> $C_x = \frac{\sum C_j}{N_{Disipadores}}$ $C_x = \frac{1911.16}{4}$ $C_x = 478 \text{ Tn. s/m}$	<p>Y-Y</p> $C_y = \frac{\sum C_j}{N_{Disipadores}}$ $C_y = \frac{2486.46}{4}$ $C_y = 622 \text{ Tn. s/m}$
---	---

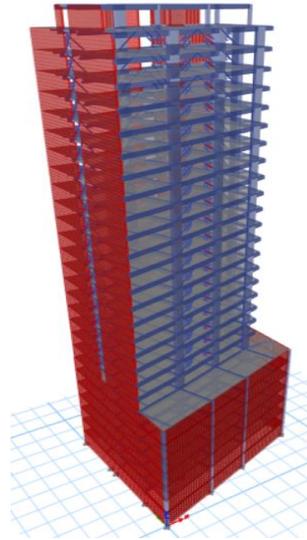
Finalmente se extrajeron del software ETABS los desplazamientos máximos para cálculos de derivas o distorsiones, y verificar el cumplimiento de la deriva máxima según la metodología HAZUS, que es una metodología más precisa y coherente ya que está en función al sistema estructural y altura del edificio.

**Evidencias fotográficas del ensayo, máximo dos.**



**Figura 22:** Registro sísmico, Lima 1974.

**Fuente:** ETABS V18.



**Figura 23:** Modelo matemático con disipadores.  
**Fuente:** ETABS V18.

**Tablas y gráficos del ensayo.**

**Tabla 7:** Derivas inelásticas sin disipadores en "X"

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.593124	0.02031	2.665	0.0076	NO PASA
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.572812	0.02435	2.665	0.0091	NO PASA
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.548458	0.02624	2.665	0.0098	NO PASA
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.522218	0.02782	2.665	0.0104	NO PASA
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.494403	0.02872	2.665	0.0108	NO PASA
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.465685	0.03006	2.665	0.0113	NO PASA
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.435629	0.03114	2.665	0.0117	NO PASA
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.40449	0.03202	2.665	0.0120	NO PASA
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.372474	0.03274	2.665	0.0123	NO PASA
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.339732	0.03328	2.665	0.0125	NO PASA
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.306449	0.03353	2.665	0.0126	NO PASA
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.272915	0.03382	2.665	0.0127	NO PASA
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.239096	0.03395	2.665	0.0127	NO PASA
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.20515	0.03381	2.665	0.0127	NO PASA
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.171337	0.03335	2.665	0.0125	NO PASA
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.137984	0.03232	2.665	0.0390	NO PASA
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.105662	0.03011	2.665	0.0042	NO PASA
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.07555	0.02723	2.665	0.0042	NO PASA
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.048319	0.02388	2.665	0.0090	NO PASA
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.02444	0.02444	2.665	0.0092	NO PASA

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8: Inelásticas sin Disipadores en "Y"**

Piso	Diafragma	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.374012	0.01269	2.665	0.0048	NO PASA
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.361326	0.01708	2.665	0.0064	NO PASA
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.344248	0.01856	2.665	0.0070	NO PASA
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.325687	0.02000	2.665	0.0075	NO PASA
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.305692	0.02120	2.665	0.0080	NO PASA
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.284497	0.02142	2.665	0.0080	NO PASA
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.263082	0.02108	2.665	0.0079	NO PASA
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.242006	0.02087	2.665	0.0078	NO PASA
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.221141	0.02099	2.665	0.0079	NO PASA
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.200149	0.02118	2.665	0.0079	NO PASA
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.178965	0.01516	2.665	0.0057	NO PASA
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.16381	0.01629	2.665	0.0061	NO PASA
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.147522	0.01781	2.665	0.0067	NO PASA
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.12971	0.01906	2.665	0.0072	NO PASA
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.110648	0.02000	2.665	0.0075	NO PASA
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.090647	0.02050	2.665	0.0077	NO PASA
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.070152	0.02029	2.665	0.0076	NO PASA
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.049864	0.01916	2.665	0.0072	NO PASA
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.030706	0.01507	2.665	0.0057	NO PASA
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.015634	0.01563	2.665	0.0059	NO PASA

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9: Derivas inelásticas con disipadores en "X"**

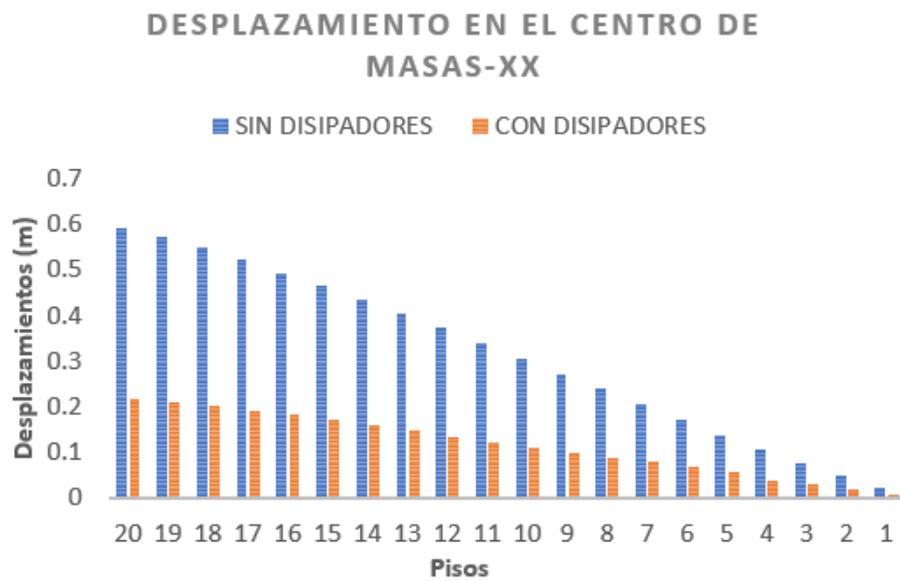
Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.217989	0.00802	2.665	0.0030	PASA
19	D19	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.209973	0.00918	2.665	0.0034	PASA
18	D18	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.20079	0.00897	2.665	0.0034	PASA
17	D17	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.191822	0.00948	2.665	0.0036	PASA
16	D16	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.182337	0.01009	2.665	0.0038	PASA
15	D15	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.172245	0.01082	2.665	0.0041	PASA
14	D14	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.161425	0.01121	2.665	0.0042	PASA
13	D13	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.150213	0.01683	2.665	0.0039	PASA
12	D12	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.133386	0.01115	2.665	0.0042	PASA
11	D11	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.122233	0.01069	2.665	0.0040	PASA
10	D10	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.111544	0.01083	2.665	0.0041	PASA
9	D9	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.100712	0.01096	2.665	0.0041	PASA
8	D8	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.089753	0.01090	2.665	0.0041	PASA
7	D7	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.078856	0.01064	2.665	0.0040	PASA
6	D6	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.068213	0.01123	2.665	0.0042	PASA
5	D5	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.056985	0.01670	2.665	0.0041	PASA
4	D4	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.040282	0.01079	2.665	0.0041	PASA
3	D3	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.029488	0.01042	2.665	0.0039	PASA
2	D2	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.019067	0.00920	2.665	0.0035	PASA
1	D1	CASO 1 - LIMA 1996 Max	0.009864	0.00986	2.665	0.0037	PASA

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10:** Derivas inelásticas con disipadores en "Y"

Piso	Diafragma	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.183201	0.00541	2.665	0.0020	PASA
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.17779	0.00687	2.665	0.0026	PASA
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.170915	0.00741	2.665	0.0028	PASA
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.163503	0.00810	2.665	0.0030	PASA
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.155405	0.00879	2.665	0.0033	PASA
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.146611	0.00933	2.665	0.0035	PASA
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.137276	0.00991	2.665	0.0037	PASA
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.12737	0.01035	2.665	0.0039	PASA
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.11702	0.01070	2.665	0.0040	PASA
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.106318	0.01098	2.665	0.0041	PASA
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.095339	0.00992	2.665	0.0037	PASA
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.085417	0.00980	2.665	0.0037	PASA
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.075619	0.00998	2.665	0.0037	PASA
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.065643	0.01006	2.665	0.0038	PASA
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.055584	0.01004	2.665	0.0038	PASA
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.045548	0.00988	2.665	0.0037	PASA
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.035669	0.00952	2.665	0.0036	PASA
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.026147	0.00870	2.665	0.0033	PASA
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.017446	0.00781	2.665	0.0029	PASA
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.00964	0.00964	2.665	0.0036	PASA

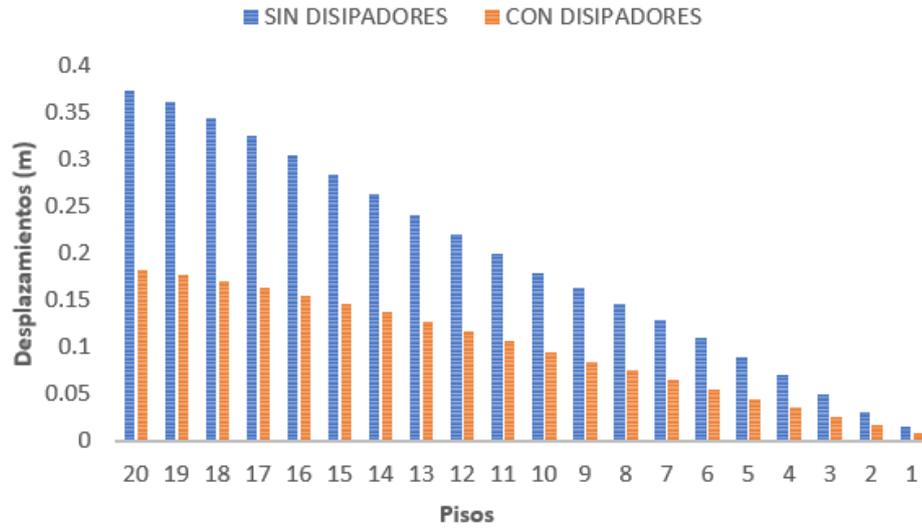
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24:** Desplazamientos con y sin disipadores en "X".

Fuente: Elaboración propia.

### DESPLAZAMIENTO EN EL CENTRO DE MASAS-YY



**Figura 25:** Desplazamientos con y sin disipadores en "Y".

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 11:** Porcentajes de reducción de desplazamientos

Niveles	Diagramas	X-X	Y-Y
20	D20	36.75%	48.98%
19	D19	36.66%	49.20%
18	D18	36.61%	49.65%
17	D17	36.73%	50.20%
16	D16	36.88%	50.84%
15	D15	36.99%	51.53%
14	D14	37.06%	52.18%
13	D13	37.14%	52.63%
12	D12	35.81%	52.92%
11	D11	35.98%	53.12%
10	D10	36.40%	53.27%
9	D9	36.90%	52.14%
8	D8	37.54%	51.26%
7	D7	38.44%	50.61%
6	D6	39.81%	50.23%
5	D5	41.30%	50.25%
4	D4	38.12%	50.85%
3	D3	39.03%	52.44%
2	D2	39.46%	56.82%
1	D1	40.36%	61.66%

**Fuente:** Elaboración propia.

## **Interpretación del resultado del gráfico según ensayo.**

De los resultados obtenidos se observó que:

Los desplazamientos en X-X se redujeron de un 35.81% a un 41.30%, siendo el piso 12 el que alcanzó la menor reducción y el piso 5 el que alcanzó la mayor reducción.

Los desplazamientos en Y-Y se redujeron de un 48.98% a un 61.66%, siendo el piso 20 el que alcanzó la menor reducción y el piso 1 el que alcanzó la mayor reducción.

Las mayores reducciones de desplazamientos se dieron en Y-Y.

### **Objetivo:**

Calcular la reducción de los esfuerzos máximos por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.

### **Reseña sucinta del ensayo**

Después de verificar el cumplimiento de las distorsiones máximas en el edificio multifamiliar según la metodología de HAZUS (0.0042), se obtuvieron del software ETABS v2018 los esfuerzos (momentos flectores y fuerzas cortantes) de los elementos estructurales a fin de verificar su comportamiento estructural.

## Evidencias fotográficas del ensayo, máximo dos.

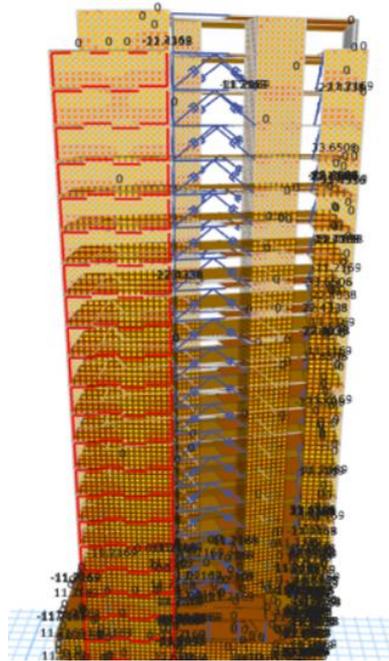


Figura 26: DMF de placas en edificio con disipadores.

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla y gráficos del ensayo.

Tabla 12: DMF de una placa en “Y” con y sin disipadores.

Piso	DMF en placa		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	23.22	11.22	51.68%
19	34.89	19.89	42.99%
18	38.56	23.56	38.90%
17	53.56	38.56	28.01%
16	52.59	37.59	28.52%
15	56.44	41.44	26.58%
14	60.29	45.29	24.88%
13	65.42	49.42	24.46%
12	69.19	53.19	23.12%
11	71.52	56.52	20.97%
10	75.76	60.76	19.80%
9	79.18	64.18	18.94%
8	85.61	70.61	17.52%
7	90.05	75.05	16.66%
6	94.66	79.66	15.85%
5	97.16	82.16	15.44%
4	100.95	85.95	14.86%
3	105.19	90.19	14.26%
2	111.05	96.05	13.51%
1	118.67	101.36	14.59%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:** DFC de una placa en “Y” con y sin disipadores.

Piso	DFC en placa		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	45.69	21.69	52.53%
19	60.74	39.74	34.57%
18	63.92	42.92	32.85%
17	70.5	49.51	29.77%
16	73.35	52.35	28.63%
15	89.21	68.21	23.54%
14	97.23	71.23	26.74%
13	103.4	82.4	20.31%
12	117.91	96.91	17.81%
11	122.91	101.91	17.09%
10	142.71	121.71	14.72%
9	156.78	135.78	13.39%
8	165.34	144.34	12.70%
7	178.53	151.53	15.12%
6	187.83	166.83	11.18%
5	196.98	175.98	10.66%
4	204.2	183.23	10.27%
3	216.56	192.56	11.08%
2	231.37	205.37	11.24%
1	248.56	217.56	12.47%

**Fuente:** Elaboración propia.

### Interpretación del resultado del gráfico según ensayo.

De los resultados obtenidos se observó que:

Los momentos máximos en Y-Y de una placa se redujeron de un 13.51% a un 51.68%, siendo el piso 2 el que alcanzó la menor reducción y el piso 20 el que alcanzó la mayor reducción.

Las fuerzas cortantes en Y-Y de una placa se redujeron de un 10.27% a un 52.53%, siendo el piso 4 el que alcanzó la menor reducción y el piso 20 el que alcanzó la mayor reducción.

### Objetivo

Calcular la reducción de las aceleraciones por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

## Reseña sucinta del ensayo

Después de verificar el cumplimiento de las distorsiones máximas en el edificio multifamiliar según la metodología de HAZUS (0.0042), se obtuvieron del software ETABS v2018 las aceleraciones máximas por piso a fin de verificar su comportamiento estructural.

## Evidencias fotográficas del ensayo

**Tabla 14: Aceleraciones de ETABS**

Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	UX m/sec <sup>2</sup>	UY m/sec <sup>2</sup>	UZ m/sec <sup>2</sup>	RX rad/sec <sup>2</sup>	RY rad/sec <sup>2</sup>
PISO 20	D20	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	25.1443	16.5759	19.4989	1572.251	68.447
PISO 19	D19	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	18.6766	14.1319	19.2407	1454.153	63.21
PISO 18	D18	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	13.9034	12.7953	18.2367	1330.197	57.752
PISO 17	D17	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	12.4579	10.8682	16.3954	1165.288	50.555
PISO 16	D16	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	11.9717	9.1353	13.8644	1087.301	48.694
PISO 15	D15	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	11.4665	9.5615	10.9316	1054.587	47.065
PISO 14	D14	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	13.2159	10.279	8.97	950.661	42.415
PISO 13	D13	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	14.6001	10.3506	8.303	806.904	36.013
PISO 12	D12	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	14.7482	11.4423	6.9038	650.945	29.066
PISO 11	D11	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	15.1855	12.0953	6.4053	599.979	26.752
PISO 10	D10	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	15.8628	11.7477	7.2977	567.376	25.203
PISO 9	D9	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	16.6282	11.1679	7.546	464.529	20.537
PISO 8	D8	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	16.6944	12.8939	6.6405	419.205	18.46
PISO 7	D7	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	15.7106	13.8384	4.8296	490.725	21.611
PISO 6	D6	CASO 2 - CA...	NonModHist	Max	15.4269	13.933	5.2353	512.213	23.001

Fuente: Elaboración propia.

## Tabla y gráficos del ensayo.

**Tabla 15: Aceleraciones por piso sin disipadores en "X"**

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	24.6983
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	19.1812
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.9242
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.5019
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.3517
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.2182
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.2733
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	18.4069
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	18.911
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	17.9011
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.7121
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	14.7856
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.3924
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.4053
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.8793
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.9802
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.2044
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.6001
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	11.382
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.5342

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16:** Aceleraciones por piso con disipadores en "X"

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.134
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	11.0334
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.1314
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.2779
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.5934
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.7244
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.7629
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.342
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.5419
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.5032
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.9776
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	10.18
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	10.2161
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.705
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.6696
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.1863
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.9544
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.1997
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.059
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.6454

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 17:** Aceleraciones por piso sin disipadores en "Y"

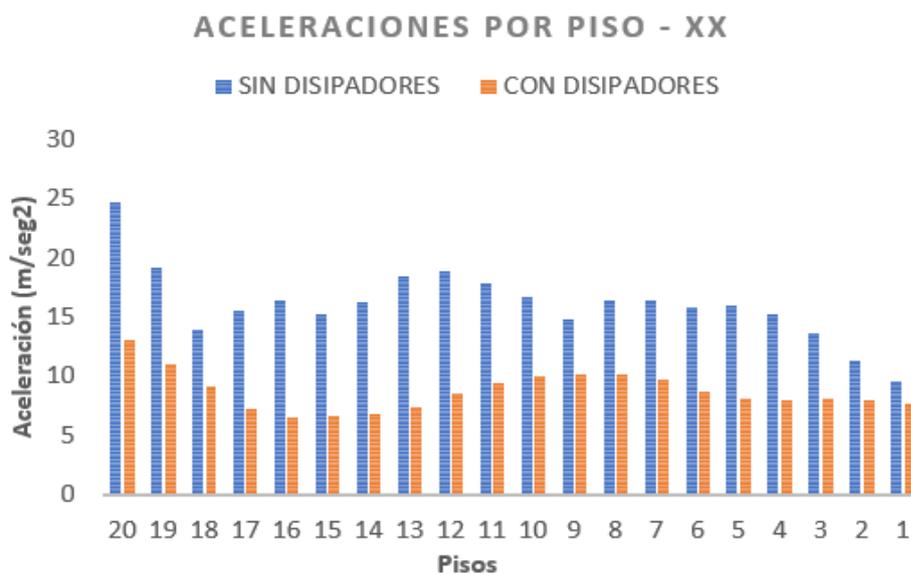
Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	16.5759
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	14.1319
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.7983
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.8682
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.1353
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.5615
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.279
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.3506
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.4423
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.0953
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.7477
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.1679
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.8939
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	13.8384
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	13.933
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.5317
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.8596
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	8.188
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.8591
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.8651

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 18:** Aceleraciones por piso con disipadores en "Y"

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.8437
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.7981
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	8.4649
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.888
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.2884
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.8217
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.3692
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.2943
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.1925
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.4708
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.6712
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.7284
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.6843
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.9163
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.3718
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.4039
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.9987
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.7033
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.2424
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.1809

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27:** Aceleraciones por piso con y sin disipadores en "X".

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28:** Aceleraciones por piso con y sin disipadores en "Y".  
**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 19:** Porcentajes de reducción de aceleraciones por piso en "X" e "Y"

Niveles	REDUCCIÓN (%)	
	X-X	Y-Y
20	46.82%	28.55%
19	42.48%	30.67%
18	34.42%	33.86%
17	53.05%	27.42%
16	59.68%	20.22%
15	55.81%	28.65%
14	58.44%	38.04%
13	60.11%	39.19%
12	54.83%	45.88%
11	46.91%	46.50%
10	40.30%	43.21%
9	31.15%	39.75%
8	37.68%	48.16%
7	40.84%	50.02%
6	45.40%	47.09%
5	48.77%	40.92%
4	47.68%	35.55%
3	39.71%	18.13%
2	29.20%	20.57%
1	19.81%	21.41%

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Interpretación del resultado del gráfico según ensayo.**

De los resultados obtenidos se observó que:

Las aceleraciones por piso en X-X se redujeron de un 19.81% a un 60.11%, siendo el piso 1 el que alcanzó la menor reducción y el piso 13 el que alcanzó la mayor reducción.

Las aceleraciones por piso en Y-Y se redujeron de un 18.13% a un 50.02%, siendo el piso 3 el que alcanzó la menor reducción y el piso 7 el que alcanzó la mayor reducción.

Las mayores reducciones de desplazamientos se dieron en X-X.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Objetivo**

Calcular la reducción del desplazamiento por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado, Lima 2021.

### **Antecedente elegido presentando resultado según objetivo**

Ramos – Rodriguez (2019), entre los resultados obtuvieron una reducción porcentual de los desplazamientos en el eje X-X de 48.15% a 61.16% y en el Y-Y de 29.10% a 36.63%.

### **Resultados propios**

Los desplazamientos en X-X se redujeron de un 35.81% a un 41.30% y en Y-Y se redujeron de un 48.98% a un 61.66%.

### **Comparación**

Ramos y Rodriguez implementaron 44 disipadores de fluido viscoso a un edificio multifamiliar de 8 pisos de planta regular ubicado en la ciudad de Lima, utilizaron la data de 7 registros sísmicos (Lima 1966, Lima 1970, Moyobamba 2005, Ica 2007, Lima 1974, Lima 1951 y Lima 1991) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia donde utilizaron 4 disipadores de 55 kip y 28 disipadores de 110 kip de fuerza en X-X y 12 disipadores de 110 kip de fuerza en Y-Y, todos dispuestos de manera diagonal, en cambio en la presente tesis se implementaron 152 disipadores de fluido viscoso a

un edificio multifamiliar de 20 pisos de planta irregular ubicado en la ciudad de Lima, se utilizó la data de los 3 registros sísmicos más intensos (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia donde se utilizaron 8 disipadores de 220 kip, 30 disipadores de 330 kip y 38 disipadores de 440 kip de fuerza en X-X dispuestos en pares de doble diagonal en un marco y 5 disipadores de 220 kip, 19 disipadores de 330 kip y 52 disipadores de 440 kip de fuerza en Y-Y dispuestos en marco de manera diagonal.

Según lo observado en ambas tesis, los resultados fueron muy similares en los porcentajes de reducción de desplazamientos a pesar de haberse utilizado una menor cantidad de registros sísmicos para el análisis dinámico tiempo – historia y no tener similitud en la ubicación, disposición y tipo de disipadores, comprobándose el buen desempeño del uso de los disipadores de fluido viscoso.

### **Objetivo**

Calcular la reducción de los esfuerzos máximos por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.

### **Antecedente elegido presentando resultado según objetivo**

Alarcón – Asto (2017), entre los resultados obtuvieron la reducción de los esfuerzos máximos en elementos de corte (placa) al implementar los disipadores de fluido viscoso, en fuerzas cortantes de 14.20% a 63.17% y en momentos flectores de 38.21% a 55.33%.

### **Resultados propios**

Se obtuvo una reducción importante en los esfuerzos máximos de elementos de corte (placa) al implementar los disipadores de fluido viscoso, es decir, en fuerzas cortantes se obtuvo una reducción de 10.27% a 52.53% y en momentos flectores de 13.51% a 51.68%.

### **Comparación**

Alarcón – Asto implementaron 60 disipadores de fluido viscoso a un edificio multifamiliar de 10 pisos de planta regular ubicado en la ciudad de Trujillo, utilizaron

la data de 7 registros sísmicos (Lima 1966, Lima 1970 y Lima 1974) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia donde utilizaron disipadores de 165 kip y 220 kip, todos dispuestos de manera diagonal, en cambio en la presente tesis se implementaron 152 disipadores de fluido viscoso a un edificio multifamiliar de 20 pisos de planta irregular ubicado en la ciudad de Lima, se utilizó la data de los 3 registros sísmicos más intensos (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia donde se utilizaron disipadores de 220 kip, de 330 kip y de 440 kip dispuestos en marco en pares de doble diagonal en X-X y dispuestos en marco de manera diagonal en Y-Y.

Según lo observado en ambas tesis, los resultados fueron muy similares en los porcentajes de reducción de esfuerzos máximos en elementos de corte a pesar de haberse utilizado una menor cantidad de registros sísmicos para el análisis dinámico tiempo – historia y no tener similitud en la ubicación, disposición y tipo de disipadores, comprobándose el buen desempeño del uso de los disipadores de fluido viscoso.

### **Objetivo**

Calcular la reducción de las aceleraciones por la influencia de la implementación de disipadores de fluido viscoso en un edificio multifamiliar de 20 pisos apoticado de concreto armado, Lima 2021.

### **Antecedente elegido presentando resultado según objetivo**

Pardo (2007), obtuvo como resultados la disminución de la Aceleración de los Centros de Masa de cada piso de 23.39% a 69.61%.

### **Resultados propios**

Las aceleraciones por piso en X-X se redujeron de un 19.81% a un 60.11% y en Y-Y se redujeron de un 18.13% a un 50.02%.

### **Comparación**

Pardo implemento disipadores de fluido viscoso a un edificio de 5 pisos de planta regular ubicado en Chile, utilizó 1 registro sísmico (Llolleo 1985) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia, en cambio en la presente tesis se implementaron 152 disipadores de fluido viscoso a un edificio multifamiliar de 20 pisos de planta

irregular ubicado en la ciudad de Lima, se utilizó la data de los 3 registros sísmicos más intensos (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007) para realizar un análisis dinámico tiempo – historia donde se utilizaron disipadores de 220 kip, de 330 kip y de 440 kip dispuestos en marco en pares de doble diagonal en X-X y dispuestos en marco de manera diagonal en Y-Y.

Según lo observado en ambas tesis, los resultados fueron muy similares en los porcentajes de reducción de aceleraciones, comprobándose el buen desempeño del uso de los disipadores de fluido viscoso.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se logró comprobar una significativa reducción de los desplazamientos por la influencia de la incorporación de los disipadores de fluido viscoso, cumpliendo con la distorsión indicada de la norma peruana E.030 y la distorsión indicada en la metodología de Hazus.
2. Se logró comprobar la reducción de los esfuerzos máximos (momento flector y fuerza cortante) en elementos de corte (placa) por la influencia de la incorporación de los disipadores de fluido viscoso, con lo cual se aseguró la reducción de las cuantías de acero de refuerzo tanto longitudinal como transversal para su diseño estructural.
3. Se logró comprobar la reducción de las aceleraciones por piso por la influencia de la incorporación los disipadores de fluido viscoso obteniéndose una reducción máxima del 60.11%.
4. Se logró comprobar un buen desempeño de los disipadores con disposición de doble diagonal ubicándose en marcos ubicados en el eje X-X.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda emplear los disipadores de fluido viscoso en edificaciones de grandes niveles, ya que con un sistema convencional las fuerzas de un sismo severo ocasionarían grandes desplazamientos.
2. Se recomienda que los disipadores de fluido viscoso sean ubicados en los pórticos donde se observe los mayores desplazamientos a fin de reducirlos.
3. Se recomienda que para la implementación de los disipadores de fluido viscoso en edificaciones multifamiliares se tenga de referencia y se use de manera adecuada las normas internacionales ASCE 7-10, FEMA 273 y FEMA 274 las cuales nos da los requerimientos mínimos de la instalación de estos dispositivos sísmicos.
4. Se recomienda optimizar los disipadores de tipo fluido viscoso, ya que adicionan solamente amortiguamiento mas no rigidez a la edificación, manteniendo los períodos y no alterando la aceleración sísmica.
5. Se recomienda que para el uso del software ETABS para el modelamiento estructural se debe emplear un buen hardware acorde para las especificaciones que indica el mismo software o superior.

## REFERENCIAS

1. RAMOS, Sonia. *Análisis y evaluación de la distribución espacial de la sismicidad y lagunas sísmicas presentes en el borde occidental de Sudamérica*. Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. [fecha de consulta 30 setiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2536/GFrachse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
2. REIS, Evan y SAHABI, Ali. *Economic benefits of earthquake – resistant buildings*. Estados Unidos, Optimum Seismic, 2019. [fecha de consulta 01 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.optimumseismic.com/wp-content/uploads/2019/10/ECONOMIC-BENEFITS-OF-EARTHQUAKE-RESISTANT-BUILDINGS-WHITEPAPER.pdf>.
  
3. OLIVA, Stefania y LAZZERETTI, Luciana. *Adaptation, adaptability and resilience: the recovery of Kobe after the Great Hanshin Earthquake of 1995*. Italia, European Planning Studies, 2016. [fecha de consulta 01 octubre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/312071757\\_Adaptation\\_adaptability\\_and\\_resilience\\_the\\_recovery\\_of\\_Kobe\\_after\\_the\\_Great\\_Hanshin\\_Earthquake\\_of\\_1995](https://www.researchgate.net/publication/312071757_Adaptation_adaptability_and_resilience_the_recovery_of_Kobe_after_the_Great_Hanshin_Earthquake_of_1995).
  
4. CONTRERAS, Manuel y WINCKLER, Patricio. *Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de febrero de 2010 en la costa central de Chile*. Chile, Obras y Proyectos, 2013. [fecha de consulta 01 octubre 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132013000200001>.
  
5. RETAMALES, BOROSCHEK y OTROS. *Aislación sísmica edificio Ñuñoa Capital*. Chile, ACHISINA, 2015. [fecha de consulta 28 abril 2021] Disponible en:

[https://boroschek.files.wordpress.com/2015/04/2015\\_achisinaretamalesboroscheknunoacapital\\_185.pdf](https://boroschek.files.wordpress.com/2015/04/2015_achisinaretamalesboroscheknunoacapital_185.pdf)

6. COTACALLAPA, Ray. *Análisis de un edificio asimétrico de 10 niveles de concreto armado con amortiguadores de masa sintonizada*. Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín, 2017. [fecha de consulta 28 abril 2021] Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3406>
7. RAS, Abdelouahab y BOUMECHRA, Nadir. *Seismic energy dissipation study of linear fluid viscous dampers in Steel structure design*. Algeria, University of Tlemcen, 2016. [fecha de consulta 28 abril 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016816301843?via%3Dihub>
8. FARFAN, Diego y RINCON, Marlon. *Modelo didáctico de una estructura utilizando disipadores de energía de fluido viscoso*. Bogotá, Colombia, Universidad Católica de Colombia, 2016. [fecha de consulta 29 abril 2021]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13880>
9. PARDO, Juan. *Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal*. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, 2007. [fecha de consulta 05 octubre 2020]. Disponible en: [http://catalogobiblioteca.uach.cl:8080/ipac20/ipac.jsp?session=S60642419X468.205572&menu=search&aspect=power&npp=10&ipp=20&spp=20&profile=biteja&ri=&index=.SW&term=&oper=AND&x=17&y=11&aspect=power&index=.TW&term=control+de+la+respuesta+dinamica&oper=AND&index=.AW&term=&oper=AND&index=.SW&term=&limitbox\\_1=CO01+%3D+TES&sort=3100014](http://catalogobiblioteca.uach.cl:8080/ipac20/ipac.jsp?session=S60642419X468.205572&menu=search&aspect=power&npp=10&ipp=20&spp=20&profile=biteja&ri=&index=.SW&term=&oper=AND&x=17&y=11&aspect=power&index=.TW&term=control+de+la+respuesta+dinamica&oper=AND&index=.AW&term=&oper=AND&index=.SW&term=&limitbox_1=CO01+%3D+TES&sort=3100014)
10. AZUNCION, Lenny. *Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en SAP2000*. Guayaquil, Ecuador,

- Universidad de Guayaquil, 2016. [fecha de consulta 05 octubre 2020].  
Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19892>.
11. ZAGAL, Dennys. *Análisis de la influencia de disipadores de energía en la respuesta modal de estructuras aporricadas de hormigón armado*. Machala, Ecuador, Universidad Técnica de Machala, 2019. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15026>.
12. ALARCON, Jhosip y ASTO, Jesus. *Proyecto de reforzamiento estructural del edificio multifamiliar Los Rosales de 10 niveles con disipadores de fluido viscoso*. Trujillo, Perú, Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. [fecha de consulta 03 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4187>.
13. HERRERA, Marco. *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso*. Piura, Perú, Universidad de Piura, 2018. [fecha de consulta 04 octubre 2020]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3246>.
14. RAMOS, Leonardo y RODRIGUEZ, Luis. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño de reforzamiento estructural implementando disipadores de fluido viscoso en la vivienda multifamiliar de 8 niveles, Santiago de Surco*. Lima, Perú, Universidad Ricardo Palma, 2019. [fecha de consulta 04 octubre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2647>.
15. HWANG, Amy. *Viscous dampers: practical application issues for the structural engineer*. Estados Unidos, Massachusetts Institute of Technology, 1998. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/50368>.
16. SAAED, Tarek. *Structural control and identification of civil engineering structures*. Suecia, Lulea University of Technology, 2015. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/284452278\\_Structural\\_Control\\_and\\_Identification\\_of\\_Civil\\_Engineering\\_Structures](https://www.researchgate.net/publication/284452278_Structural_Control_and_Identification_of_Civil_Engineering_Structures).

17. IETKA, Isabelle. *Implementation of viscous dampers in a laboratory structure aiming the attenuation of its dynamic response*. Portugal, Universidade Do Porto, 2020. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/127893>.
18. RAS, Abdelouahab y BOUMECHRA, Nadir. *Study of nonlinear fluid viscous dampers behaviour in seismic steel structures design*. Arabia Saudita, Arabian Journal for Science and Engineering, 2014. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/273328851>.
19. MORE, Vibha, PATIL, Vikram y TAKKALAKI, Somanagouda. *Dynamic analysis of RCC frame structures with and without viscous damper having different aspect ratio*. India, International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 2019. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: [http://ijiset.com/vol6/v6s10/IJSET\\_V6\\_I10\\_08.pdf](http://ijiset.com/vol6/v6s10/IJSET_V6_I10_08.pdf).
20. DASARI, Sai y RAO, Srinivasa. *Seismic ant time history performance of RCC framed buildings with and without passive energy dissipators*. India, International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2020. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.ijeat.org/wp-content/uploads/papers/v9i3/C5674029320.pdf>
21. SYMANS, CHARNEY y OTROS. *Energy dissipation systems for seismic applications: current practice and recent developments*. Journal of structural engineering ASCE, 2008
22. VILLARREAL, Genner y LA ROSA, Marco. *Edificaciones con disipadores viscosos*. Perú, 2016.

23. SANTHOSH, VASUDEVA y OTROS. Application of fluid viscous dampers in multi-story buildings. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. India, 2016.
24. ROBLES, Carlos. *Análisis y comparación de la efectividad de disipadores fluido viscosos en función de su disposición*. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería, 2019. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/17835>.
25. KOOKAIANI, Soheila y SHEN, Dejian. Effect of fluid viscous damper parameters on the seismic performance. Shangai, China, Journal of Civil Engineering and materials application, 2020. [fecha de consulta 26 mayo 2021]. Disponible en: [https://www.jcema.com/article\\_113718.html](https://www.jcema.com/article_113718.html)
26. LAKSHMISHIREENBANU y PATHAUSHASRI. Study of seismic energy dissipation and effect in multistory RCC building with and without fluid viscous dampers. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. India, 2019.
27. ETABS. Integrated analysis and design of building systems versión 18. Computers & Structures CSI. 2019
28. *Nehrp commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings*. (Octubre de 1997). Emitido por FEMA en apoyo de la década para la reducción de desastres naturales. Estados Unidos: Building Seismic Safety Council.
29. *Minimum design loads and associated criteria for building and other structures (ASCE/SEI 7-16)*. 2017. Emitido por American Society of Civil Engineers (ASCE). Estados Unidos.
30. E.030 Diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones. Peru, 2018.

31. *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-19)*. (junio de 2019). Emitido por ACI Comimittee 318. Estados Unidos.
32. RIVERA, Kevin. Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y dinámico para nuestra estructura regular mayor de 30m de altura en la ciudad de Huancayo. Huancayo, Peru, 2018. [fecha de consulta 18 mayo 2021] Disponible en: [Repositorio Continental: Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y dinámico para una estructura regular mayor de 30 m de altura en la ciudad de Huancayo](#)
33. ESPINOZA, Alejandro y QUINTO, William. Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018. Lima, Perú, Universidad César Vallejo, 2018.
34. RICALDE, Greicy. Análisis dinámico comparativo modal espectral vs tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa El Salvador – 2019. Lima, Peru, Universidad César Vallejo, 2019.
35. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. *Metodología de la investigación sexta edición*. México, McGRAW-HILL, 2014.
36. ALVAREZ, Carlos. *Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo 2017*. Huancayo, Perú, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4963>.
37. ARIAS, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. México, Revista Alergia México, 2016. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>.

38. SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Perú, Universidad Ricardo Palma, 2018. [fecha de consulta 06 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>.
39. BAENA, Guillermina. *Metodología de la investigación tercera edición*. México, Grupo Editorial Patria, 2017.
40. KOEPESELL, David y RUIZ, Manuel. *Ética de la investigación integridad científica*. México, Comisión Nacional de Bioética, 2015.

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Matriz de Operacionalización.**

VARIABLE	DELIMITACIÓN DE LIMITACIÓN OPERACIONAL	CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Implementación de Disipadores de Fluido Viscoso  (Variable Independiente)	Según Álvarez (2017), los dispositivos denominados disipadores sísmicos, tienen como función principal que la energía que ingresa al edificio a través de su suelo de fundación sea absorbida por ellos en primera instancia y luego disiparla en otra forma de energía como lo es la deformación de fluidos de alta viscosidad, entre otras, con el objeto de obtener una respuesta sísmica favorable.	La implementación de disipadores de fluido viscoso será analizada utilizando el software ETABS para la disposición de estos dispositivos en altura según sus indicadores: 04 disipadores por piso, 05 disipadores por piso y 06 disipadores por piso todo ellos colocados desde el segundo piso al piso 19 con el fin de conseguir los resultados de respuesta sísmica más óptimos.	Disposición de Disipadores por piso.	Cantidad de disipadores por piso.  Rigidez  Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fichas técnicas</li> <li>✓ Normatividades influyentes.</li> <li>✓ Planos arquitectónicos y estructurales.</li> <li>✓ Cuadro de recolección de datos.</li> </ul>	Razón
Comportamiento sísmico  (Variable Dependiente)	Es el análisis estructural que se realiza al edificio multifamiliar de 20 pisos con la finalidad de determinar su respuesta sísmica ante eventos sísmicos severos con la implementación de los disipadores de fluido viscoso y su comparación con el análisis estructural del sistema dual de pórticos y placas.	El comportamiento sísmico será evaluado según los requisitos mínimos de las normas internacionales vigentes: FEMA274 (1997), ASCE 7-16, ACI 318 y las normas peruanas E.030, E.031 y E.060.	Análisis dinámico.	Desplazamientos.  Esfuerzos  Aceleraciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fichas técnicas apoyadas en el software ETABS 2018.</li> <li>✓ Normatividades influyentes.</li> <li>✓ Planos arquitectónicos y estructurales.</li> <li>✓ Cuadro de recolección de datos.</li> </ul>	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 2: Matriz de Consistencia.

<b>Título:</b>					
Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021					
<b>Autor:</b>					
César Augusto Caballero Costa					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO</b>		<b>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: IMPLEMENTACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO</b>		
¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?	Evaluar la influencia de la implementación de disipadores con fluido viscoso en la respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	La implementación de disipadores con fluido viscoso mejora la respuesta sísmica de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
			Disposición de Disipadores por piso	I1: Cantidad de disipadores por piso	Fichas técnicas. Normatividades influyentes. Planos arquitectónicos y estructurales. Cuadro de recolección de datos.
				I2: Rigidez.	
I3: Fuerza.					
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICO</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO SÍSMICO</b>		
¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción del desplazamiento en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?	Evaluar la influencia de la implementación de disipadores con fluido viscoso en la reducción del desplazamiento de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	La implementación de disipadores con fluido viscoso reducirá el desplazamiento de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
			Análisis dinámico	Desplazamientos	Fichas técnicas apoyadas en el software ETABS 2018. Normatividades influyentes. Planos arquitectónicos y estructurales. Cuadro de recolección de datos.
				Esfuerzos	
Aceleraciones					
¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción de las fuerzas cortantes máximas en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?	Evaluar la influencia de la implementación de disipadores con fluido viscoso en la reducción de las fuerzas cortantes máximas de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	La implementación de disipadores con fluido viscoso reducirá las fuerzas cortantes máximas de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.			
¿Cuánto mejora la implementación de disipadores con fluido viscoso la reducción de las secciones de los elementos estructurales en un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021?	Evaluar la influencia de la implementación de disipadores con fluido viscoso en la reducción de las secciones de los elementos estructurales de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.	La implementación de disipadores con fluido viscoso reducirá las secciones de los elementos estructurales de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado, Lima 2021.			

**Método:** Observación estructurada.  
**Tipo:** Aplicada.  
**Nivel:** Descriptiva.  
**Diseño:** Cuasi-experimental.  
**Enfoque:** Cuantitativo.  
**Población:** Todos los edificios multifamiliares de 20 pisos del distrito de Magdalena del Mar.  
**Muestra:** Un edificio de 20 pisos y 6 sótanos en el distrito de Magdalena del Mar.  
**Muestreo:** No habrá muestreo.  
**Técnica:** Observación estructurada.  
**Instrumentos:** Software ETABS 2018, Software AutoCAD 2019, Software Office (Word, Excel, Powerpoint)

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3: Fichas de recolección de datos.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Ficha de recolección de datos: Reducción de desplazamientos en pisos y esfuerzos en placas con disipadores**

"Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 Pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021"

**Parte A:**

**Datos generales**

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

**Parte B:**

**Reducción de desplazamientos**

<b>35.81%</b>	Reducción mínima en X-X
<b>41.30%</b>	Reducción máxima en X-X
<b>48.98%</b>	Reducción mínima en Y-Y
<b>61.66%</b>	Reducción máxima en Y-Y

Tesis: Ramos – Rodríguez (2019), reducción de desplazamientos: en el eje X-X de 48.15% a 61.16% y en el Y-Y de 29.10% a 36.63%.

**Reducción de esfuerzos en placas**

<b>10.27%</b>	Reducción mínima de fuerzas cortantes
<b>52.53%</b>	Reducción máxima de fuerzas cortantes
<b>13.51%</b>	Reducción mínima de momentos flectores
<b>51.68%</b>	Reducción máxima de momentos flectores

Tesis: Alarcon – Asto (2017), reducción de fuerzas cortantes: 14.20% a 63.17% y reducción de momentos flectores: 38.21% a 55.33%

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**Apellidos:** Caballero Alón  
**Nombres:** Ricardo Rodolfo  
**Título:** Ingeniero Civil  
**Grado:** Ingeniero  
**N° Reg. CIP:** 42748  
**Observaciones:**  
Sin observaciones

**Firma / CIP**

  
Ricardo R. Caballero Alón  
ING. CIVIL Y AGRÍCOLA  
CIP 42748

**Apellidos:** Caballero Talledo  
**Nombres:** Rubén Darío  
**Título:** Ingeniero Civil  
**Grado:** Ingeniero  
**N° Reg. CIP:** 234937  
**Observaciones:**  
Sin observaciones

**Firma / CIP**

  
RUBÉN DARÍO CABALLERO TALLEDO  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 234937

**Apellidos:** Vargas Arias  
**Nombres:** Diego Octavio  
**Título:** Ingeniero Civil  
**Grado:** Ingeniero  
**N° Reg. CIP:** 112066  
**Observaciones:**  
Sin observaciones

**Firma / CIP**

  
Diego O. Vargas Arias  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 112066



Ficha de recolección de datos: Cálculo espectral modelo de estructura convencional

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

Parte A:

Datos generales

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

Parte B:

CÁLCULO ESPECTRO DE RESPUESTA E-030 2018 (PERÚ)

ZONA (Z)	4
CATEGORIA (U)	COMUN - C
FACTOR DE SUELO (S)	S1
SISTEMA ESTRUCTURAL	Concreto Armado, De Muros Estructurales

Regularidad Estructural

Irregular en Altura → 1.00

Irregular en Planta → 0.75

$$\frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

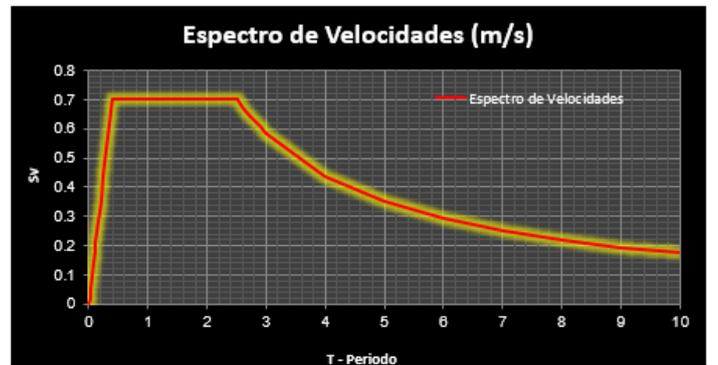
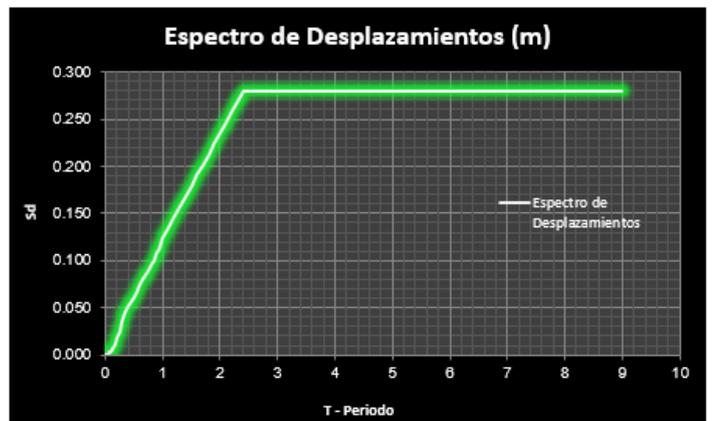
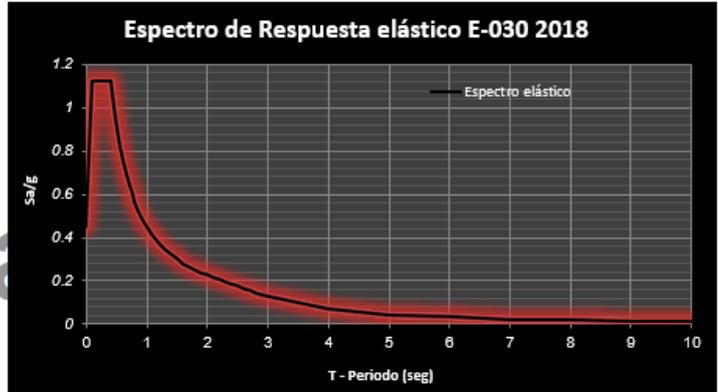
$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p \cdot T_l}{T^2} \right)$$

Z	=	0.45
U	=	1.00
S	=	1.00
R <sub>o</sub>	=	1
R	=	1
T <sub>p</sub>	=	0.4
T <sub>l</sub>	=	2.5

T	C	(ZUCSIR)
0	1.0	0.45
0.02	1.4	0.61875
0.04	1.8	0.7875
0.06	2.1	0.95625
0.08	2.5	1.125
0.1	2.5	1.125
0.12	2.5	1.125
0.14	2.5	1.125
0.16	2.5	1.125
0.18	2.5	1.125
0.2	2.5	1.125
0.25	2.5	1.125
0.3	2.5	1.125
0.35	2.5	1.125
0.4	2.5	1.125
0.45	2.2	1
0.5	2.0	0.9
0.55	1.8	0.818181818
0.6	1.666666667	0.75
0.65	1.538461538	0.692307692
0.7	1.428571429	0.642857143
0.75	1.333333333	0.6
0.8	1.250000000	0.5625
0.85	1.176470588	0.529411765
0.9	1.111111111	0.5
0.95	1.052631579	0.473684211
1	1.000000000	0.45
1.1	0.909090909	0.409090909
1.2	0.833333333	0.375
1.3	0.769230769	0.346153846
1.4	0.714285714	0.321428571
1.5	0.666666667	0.3
1.6	0.625000000	0.28125
1.7	0.588235294	0.264705882
1.8	0.555555556	0.25
1.9	0.526315789	0.236842105
2	0.500000000	0.225
2.1	0.476190476	0.214285714
2.2	0.454545455	0.204545455
2.3	0.434782609	0.195652174
2.4	0.416666667	0.1875
2.5	0.400000000	0.18
2.6	0.369822485	0.166420118
2.7	0.342935528	0.154320988
2.8	0.318877551	0.143494898
2.9	0.297265161	0.133769322
3	0.277777778	0.125
4	0.156250000	0.0703125
5	0.100000000	0.045
6	0.069444444	0.03125
7	0.051020408	0.022959184
8	0.039062500	0.017578125
9	0.030864198	0.013888889
10	0.025000000	0.01125





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Ficha de recolección de datos: Análisis estático modelo de estructura convencional

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

#### Parte A:

##### Datos generales

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

#### Parte B:

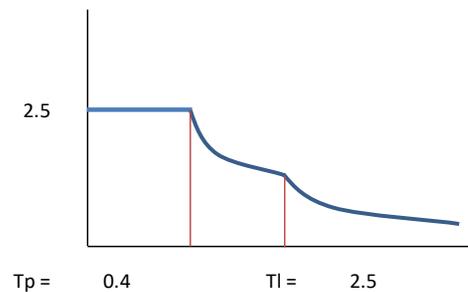
#### ANÁLISIS ESTÁTICO INICIAL

Z =	0.45	
U =	1	
Cx =	$2.5 \cdot (G14/C15)$	1.0946
Cy =	$2.5 \cdot (G14/C15)$	1.0946
S =	1	
Rx =	6	
Ry =	6	
Hn =	54.815	m
Ct =	60	

Txy =	0.914
-------	-------

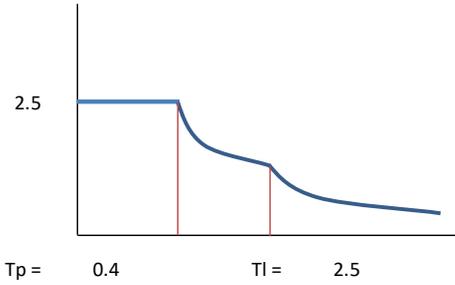
C'X =	0.082094317
C'Y =	0.082094317

Kx =	1.207
Ky =	1.207



**ANALISIS ESTATICO CORREGIDO**

Z =	0.45
U =	1
Cx =	0.5319
Cy =	0.5682
S =	1
Rx =	6
Ry =	6



<b>modo 01</b>	Tx =	1.880
<b>modo 02</b>	Ty =	1.760
<b>modo 03</b>	Tz =	1.07

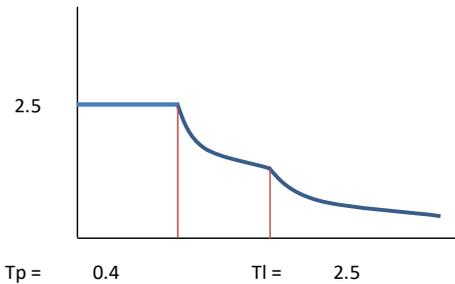
ETABS  
ETABS  
ETABS

C'X =	0.0399
C'Y =	0.0426

Kx =	1.690
Ky =	1.630

**ANALISIS ESTATICO CORREGIDO con R**

Z =	0.45
U =	1
Cx =	0.5319
Cy =	0.5682
S =	1
Rx =	6
Ry =	6



<b>modo 01</b>	Tx =	1.880
<b>modo 02</b>	Ty =	1.760
<b>modo 03</b>	Tz =	1.07

C'X =	0.039893617
C'Y =	0.04261364

Kx =	1.690
Ky =	1.630



**Ficha de recolección de datos: Control de derivas dinámicas modelo de estructura convencional**

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

**Parte A:**

**Datos generales**

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

**Parte B:**

**En X-X**

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Elásticas	Derivas Inelásticas	Control E-030 $\leq 0.007$
			m					
20	D20	S_DINX	0.061247	0.00290	2.665	0.001089	0.005552	PASA
19	D19	S_DINX	0.058346	0.00303	2.665	0.001138	0.005806	PASA
18	D18	S_DINX	0.055312	0.00310	2.665	0.001163	0.005932	PASA
17	D17	S_DINX	0.052212	0.00317	2.665	0.001189	0.006066	PASA
16	D16	S_DINX	0.049042	0.00324	2.665	0.001214	0.006191	PASA
15	D15	S_DINX	0.045807	0.00329	2.665	0.001236	0.006304	PASA
14	D14	S_DINX	0.042513	0.00334	2.665	0.001255	0.006399	PASA
13	D13	S_DINX	0.039169	0.00339	2.665	0.001270	0.006478	PASA
12	D12	S_DINX	0.035784	0.00341	2.665	0.001281	0.006533	PASA
11	D11	S_DINX	0.03237	0.00343	2.665	0.001286	0.006560	PASA
10	D10	S_DINX	0.028942	0.00342	2.665	0.001284	0.006551	PASA
9	D9	S_DINX	0.025519	0.00340	2.665	0.001274	0.006499	PASA
8	D8	S_DINX	0.022123	0.00334	2.665	0.001254	0.006397	PASA
7	D7	S_DINX	0.01878	0.00326	2.665	0.001221	0.006229	PASA
6	D6	S_DINX	0.015525	0.00313	2.665	0.001174	0.005986	PASA
5	D5	S_DINX	0.012397	0.00295	2.665	0.001108	0.005651	PASA
4	D4	S_DINX	0.009444	0.00271	2.665	0.001017	0.005184	PASA
3	D3	S_DINX	0.006735	0.00239	2.665	0.000896	0.004568	PASA
2	D2	S_DINX	0.004348	0.00199	2.665	0.000746	0.003804	PASA
1	D1	S_DINX	0.00236	0.00236	2.665	0.000886	0.004516	PASA

En Y-Y

Piso	Diafragma	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Elásticas	Derivas Inelásticas	Control E-030 $\leq 0.007$
			m					
20	D10	S_DINY	0.053723	0.00135	2.665	0.000507	0.002583	PASA
19	D9	S_DINY	0.052373	0.00220	2.665	0.000825	0.004208	PASA
18	D8	S_DINY	0.050174	0.00233	2.665	0.000872	0.004449	PASA
17	D7	S_DINY	0.047849	0.00245	2.665	0.000919	0.004689	PASA
16	D6	S_DINY	0.045399	0.00257	2.665	0.000964	0.004914	PASA
15	D5	S_DINY	0.042831	0.00267	2.665	0.001003	0.005117	PASA
14	D4	S_DINY	0.040157	0.00277	2.665	0.001040	0.005305	PASA
13	D3	S_DINY	0.037385	0.00286	2.665	0.001073	0.005471	PASA
12	D2	S_DINY	0.034526	0.00294	2.665	0.001101	0.005617	PASA
11	D1	S_DINY	0.031591	0.00300	2.665	0.001126	0.005741	PASA
10	D10	S_DINY	0.028591	0.00305	2.665	0.001144	0.005835	PASA
9	D9	S_DINY	0.025542	0.00309	2.665	0.001158	0.005904	PASA
8	D8	S_DINY	0.022457	0.00311	2.665	0.001166	0.005948	PASA
7	D7	S_DINY	0.019349	0.00311	2.665	0.001166	0.005946	PASA
6	D6	S_DINY	0.016242	0.00308	2.665	0.001156	0.005898	PASA
5	D5	S_DINY	0.01316	0.00301	2.665	0.001130	0.005764	PASA
4	D4	S_DINY	0.010148	0.00287	2.665	0.001076	0.005487	PASA
3	D3	S_DINY	0.007281	0.00261	2.665	0.000979	0.004995	PASA
2	D2	S_DINY	0.004671	0.00217	2.665	0.000813	0.004145	PASA
1	D1	S_DINY	0.002505	0.00251	2.665	0.000940	0.004794	PASA



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Control de derivas dinámicas R=1 modelo de estructura convencional

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

Parte A:

Datos generales

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

Parte B:

En X-X

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 $\leq 0.007$
			m				
20	D20	S_DINX	0.264025	0.01192	2.665	0.004471	PASA
19	D19	S_DINX	0.25211	0.01271	2.665	0.004771	PASA
18	D18	S_DINX	0.239396	0.01303	2.665	0.004890	PASA
17	D17	S_DINX	0.226365	0.01337	2.665	0.005015	PASA
16	D16	S_DINX	0.212999	0.01369	2.665	0.005137	PASA
15	D15	S_DINX	0.199309	0.01399	2.665	0.005249	PASA
14	D14	S_DINX	0.185321	0.01426	2.665	0.005350	PASA
13	D13	S_DINX	0.171064	0.01449	2.665	0.005436	PASA
12	D12	S_DINX	0.156576	0.01467	2.665	0.005505	PASA
11	D11	S_DINX	0.141905	0.01479	2.665	0.005550	PASA
10	D10	S_DINX	0.127114	0.01483	2.665	0.005565	PASA
9	D9	S_DINX	0.112283	0.01477	2.665	0.005543	PASA
8	D8	S_DINX	0.097512	0.01459	2.665	0.005476	PASA
7	D7	S_DINX	0.082919	0.01426	2.665	0.005349	PASA
6	D6	S_DINX	0.068663	0.01375	2.665	0.005158	PASA
5	D5	S_DINX	0.054916	0.01301	2.665	0.004883	PASA
4	D4	S_DINX	0.041902	0.01199	2.665	0.004498	PASA
3	D3	S_DINX	0.029916	0.01059	2.665	0.003974	PASA
2	D2	S_DINX	0.019326	0.00887	2.665	0.003326	PASA
1	D1	S_DINX	0.010461	0.01046	2.665	0.003925	PASA

En Y-Y

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 $\leq 0.007$
			m				
20	D20	S_DINY	0.224975	0.00553	2.665	0.002074	PASA
19	D19	S_DINY	0.219447	0.00887	2.665	0.003329	PASA
18	D18	S_DINY	0.210575	0.00939	2.665	0.003525	PASA
17	D17	S_DINY	0.201181	0.00994	2.665	0.003729	PASA
16	D16	S_DINY	0.191244	0.01046	2.665	0.003924	PASA
15	D15	S_DINY	0.180786	0.01094	2.665	0.004105	PASA
14	D14	S_DINY	0.169846	0.01138	2.665	0.004270	PASA
13	D13	S_DINY	0.158466	0.01178	2.665	0.004421	PASA
12	D12	S_DINY	0.146683	0.01214	2.665	0.004557	PASA
11	D11	S_DINY	0.134539	0.01246	2.665	0.004674	PASA
10	D10	S_DINY	0.122084	0.01271	2.665	0.004769	PASA
9	D9	S_DINY	0.109374	0.01291	2.665	0.004843	PASA
8	D8	S_DINY	0.096468	0.01304	2.665	0.004893	PASA
7	D7	S_DINY	0.083427	0.01309	2.665	0.004913	PASA
6	D6	S_DINY	0.070335	0.01302	2.665	0.004884	PASA
5	D5	S_DINY	0.057318	0.01275	2.665	0.004783	PASA
4	D4	S_DINY	0.04457	0.01219	2.665	0.004572	PASA
3	D3	S_DINY	0.032385	0.01115	2.665	0.004185	PASA
2	D2	S_DINY	0.021231	0.00948	2.665	0.003557	PASA
1	D1	S_DINY	0.011751	0.01175	2.665	0.004409	PASA



**Ficha de recolección de datos: Control de desplazamientos sin disipadores**

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

**Parte A:**

**Datos generales**

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

**Parte B:**

**Desplazamientos sin disipadores en X-X**

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.593124	0.02031	2.665	0.0076	NO PASA
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.572812	0.02435	2.665	0.0091	NO PASA
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.548458	0.02624	2.665	0.0098	NO PASA
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.522218	0.02782	2.665	0.0104	NO PASA
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.494403	0.02872	2.665	0.0108	NO PASA
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.465685	0.03006	2.665	0.0113	NO PASA
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.435629	0.03114	2.665	0.0117	NO PASA
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.40449	0.03202	2.665	0.0120	NO PASA
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.372474	0.03274	2.665	0.0123	NO PASA
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.339732	0.03328	2.665	0.0125	NO PASA
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.306449	0.03353	2.665	0.0126	NO PASA
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.272915	0.03382	2.665	0.0127	NO PASA
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.239096	0.03395	2.665	0.0127	NO PASA
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.20515	0.03381	2.665	0.0127	NO PASA
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.171337	0.03335	2.665	0.0125	NO PASA
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.137984	0.03232	2.665	0.0390	NO PASA
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.105662	0.03011	2.665	0.0042	NO PASA
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.07555	0.02723	2.665	0.0042	NO PASA
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.048319	0.02388	2.665	0.0090	NO PASA
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.02444	0.02444	2.665	0.0092	NO PASA

## Desplazamientos sin disipadores En Y-Y

Piso	Diafragma	Sismo	UY	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m				
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.374012	0.01269	2.665	0.0048	NO PASA
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.361326	0.01708	2.665	0.0064	NO PASA
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.344248	0.01856	2.665	0.0070	NO PASA
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.325687	0.02000	2.665	0.0075	NO PASA
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.305692	0.02120	2.665	0.0080	NO PASA
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.284497	0.02142	2.665	0.0080	NO PASA
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.263082	0.02108	2.665	0.0079	NO PASA
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.242006	0.02087	2.665	0.0078	NO PASA
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.221141	0.02099	2.665	0.0079	NO PASA
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.200149	0.02118	2.665	0.0079	NO PASA
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.178965	0.01516	2.665	0.0057	NO PASA
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.16381	0.01629	2.665	0.0061	NO PASA
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.147522	0.01781	2.665	0.0067	NO PASA
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.12971	0.01906	2.665	0.0072	NO PASA
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.110648	0.02000	2.665	0.0075	NO PASA
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.090647	0.02050	2.665	0.0077	NO PASA
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.070152	0.02029	2.665	0.0076	NO PASA
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.049864	0.01916	2.665	0.0072	NO PASA
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.030706	0.01507	2.665	0.0057	NO PASA
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.015634	0.01563	2.665	0.0059	NO PASA



Ficha de recolección de datos: Control de desplazamientos con disipadores

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aparcado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

Parte A:

Datos generales

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

Parte B:

Desplazamientos con disipadores en X-X

Piso	Diafragma	Sismo	UX	D. Relativo (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS
			m				≤ 0.0042
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.217989	0.00802	2.665	0.0030	PASA
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.209973	0.00918	2.665	0.0034	PASA
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.20079	0.00897	2.665	0.0034	PASA
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.191822	0.00948	2.665	0.0036	PASA
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.182337	0.01009	2.665	0.0038	PASA
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.172245	0.01082	2.665	0.0041	PASA
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.161425	0.01121	2.665	0.0042	PASA
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.150213	0.01683	2.665	0.0039	PASA
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.133386	0.01115	2.665	0.0042	PASA
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.122233	0.01069	2.665	0.0040	PASA
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.111544	0.01083	2.665	0.0041	PASA
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.100712	0.01096	2.665	0.0041	PASA
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.089753	0.01090	2.665	0.0041	PASA
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.078856	0.01064	2.665	0.0040	PASA
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.068213	0.01123	2.665	0.0042	PASA
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.056985	0.01670	2.665	0.0041	PASA
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.040282	0.01079	2.665	0.0041	PASA
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.029488	0.01042	2.665	0.0039	PASA
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.019067	0.00920	2.665	0.0035	PASA
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	0.009864	0.00986	2.665	0.0037	PASA

## Desplazamientos con disipadores en Y-Y

Piso	Diafragma	Sismo	UY	D. Relativo	A. entrepiso	Derivas	Control HAZUS $\leq 0.0042$
			m	(m)	(m)	Inelásticas	
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.183201	0.00541	2.665	0.0020	PASA
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.17779	0.00687	2.665	0.0026	PASA
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.170915	0.00741	2.665	0.0028	PASA
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.163503	0.00810	2.665	0.0030	PASA
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.155405	0.00879	2.665	0.0033	PASA
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.146611	0.00933	2.665	0.0035	PASA
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.137276	0.00991	2.665	0.0037	PASA
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.12737	0.01035	2.665	0.0039	PASA
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.11702	0.01070	2.665	0.0040	PASA
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.106318	0.01098	2.665	0.0041	PASA
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.095339	0.00992	2.665	0.0037	PASA
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.085417	0.00980	2.665	0.0037	PASA
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.075619	0.00998	2.665	0.0037	PASA
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.065643	0.01006	2.665	0.0038	PASA
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.055584	0.01004	2.665	0.0038	PASA
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.045548	0.00988	2.665	0.0037	PASA
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.035669	0.00952	2.665	0.0036	PASA
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.026147	0.00870	2.665	0.0033	PASA
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.017446	0.00781	2.665	0.0029	PASA
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	0.00964	0.00964	2.665	0.0036	PASA



**Ficha de recolección de datos: Reducción de desplazamientos implementando disipadores**

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

**Parte A:**

**Datos generales**

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

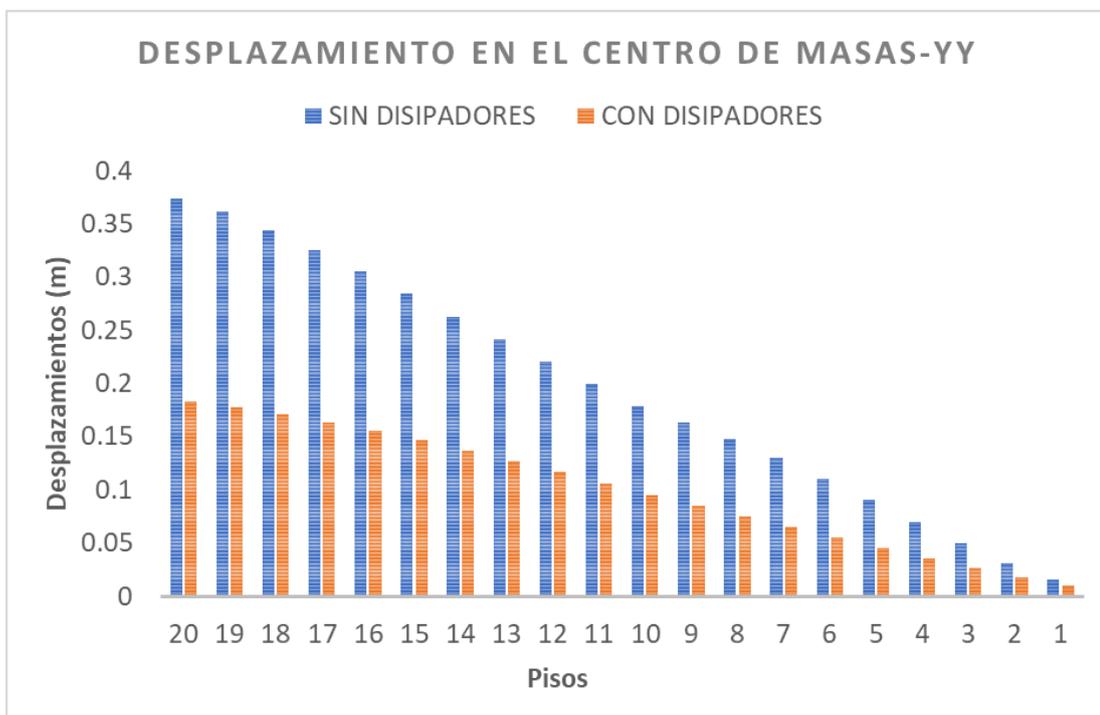
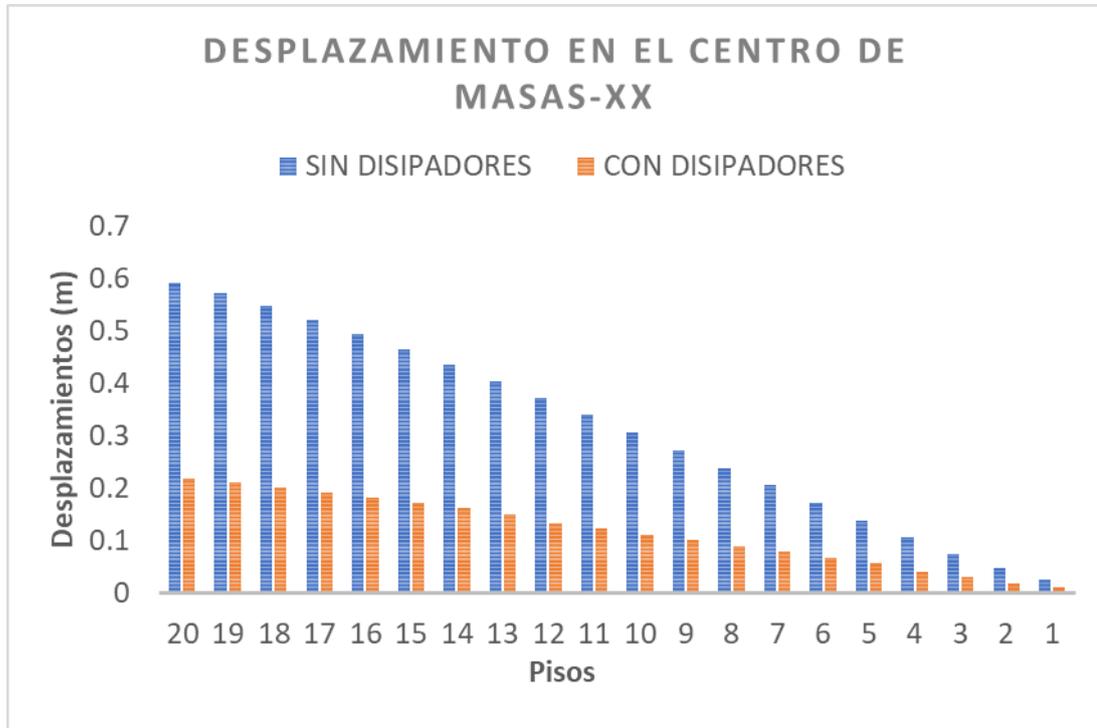
Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

**Parte B:**

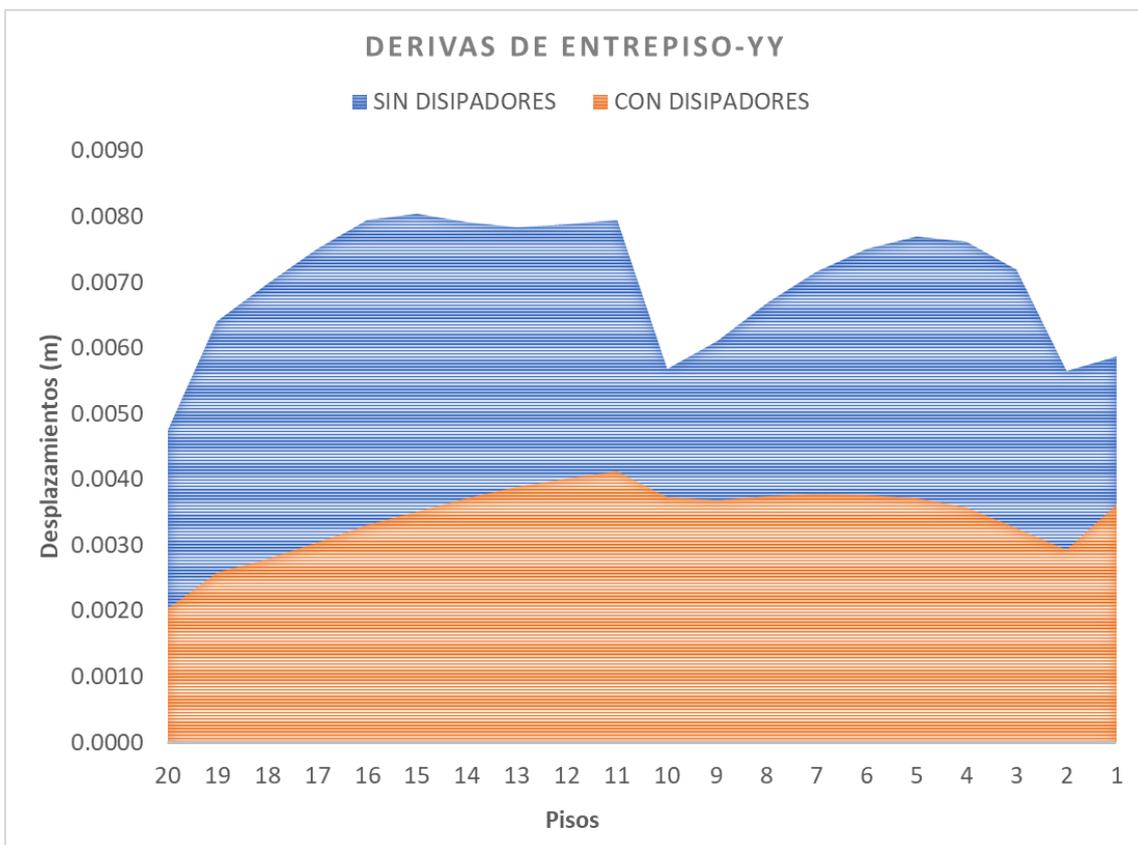
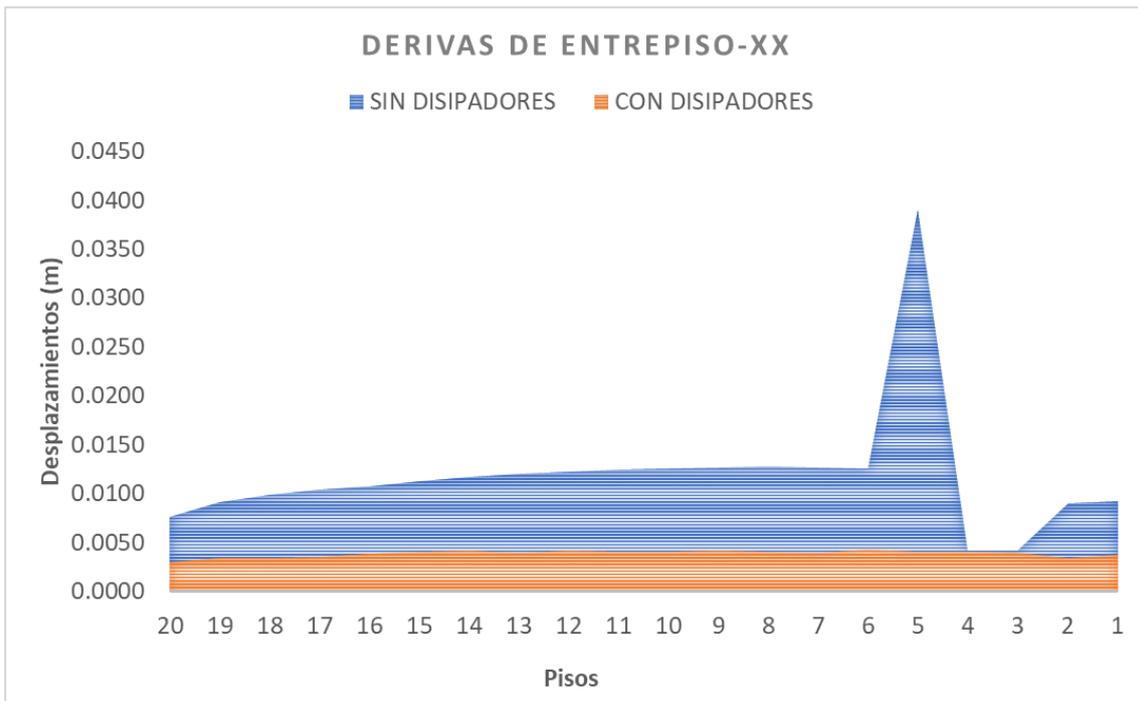
**Reducción de desplazamientos implementando disipadores**

Niveles	Diagramas	X-X	Y-Y
20	D20	36.75%	48.98%
19	D19	36.66%	49.20%
18	D18	36.61%	49.65%
17	D17	36.73%	50.20%
16	D16	36.88%	50.84%
15	D15	36.99%	51.53%
14	D14	37.06%	52.18%
13	D13	37.14%	52.63%
12	D12	35.81%	52.92%
11	D11	35.98%	53.12%
10	D10	36.40%	53.27%
9	D9	36.90%	52.14%
8	D8	37.54%	51.26%
7	D7	38.44%	50.61%
6	D6	39.81%	50.23%
5	D5	41.30%	50.25%
4	D4	38.12%	50.85%
3	D3	39.03%	52.44%
2	D2	39.46%	56.82%
1	D1	40.36%	61.66%

### Gráficos de desplazamientos en el centro de masas



### Gráficos de derivas en entrepisos





### Ficha de recolección de datos: Control de esfuerzos en placa implementando disipadores

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

#### Parte A:

##### Datos generales

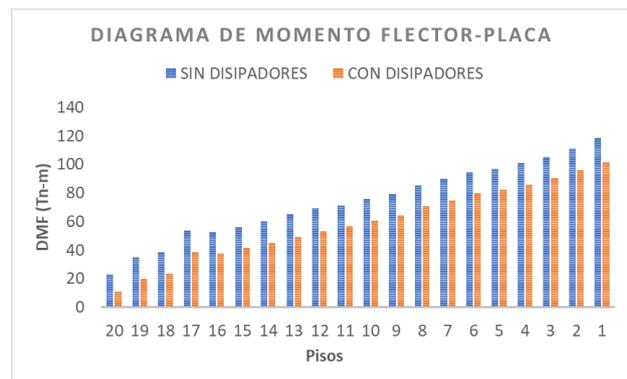
Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

#### Parte B:

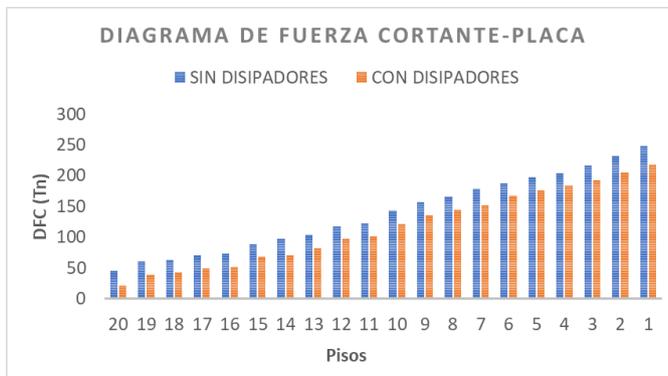
##### Momentos en placas

Piso	DMF en placa		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	23.22	11.22	51.68%
19	34.89	19.89	42.99%
18	38.56	23.56	38.90%
17	53.56	38.56	28.01%
16	52.59	37.59	28.52%
15	56.44	41.44	26.58%
14	60.29	45.29	24.88%
13	65.42	49.42	24.46%
12	69.19	53.19	23.12%
11	71.52	56.52	20.97%
10	75.76	60.76	19.80%
9	79.18	64.18	18.94%
8	85.61	70.61	17.52%
7	90.05	75.05	16.66%
6	94.66	79.66	15.85%
5	97.16	82.16	15.44%
4	100.95	85.95	14.86%
3	105.19	90.19	14.26%
2	111.05	96.05	13.51%
1	118.67	101.36	14.59%



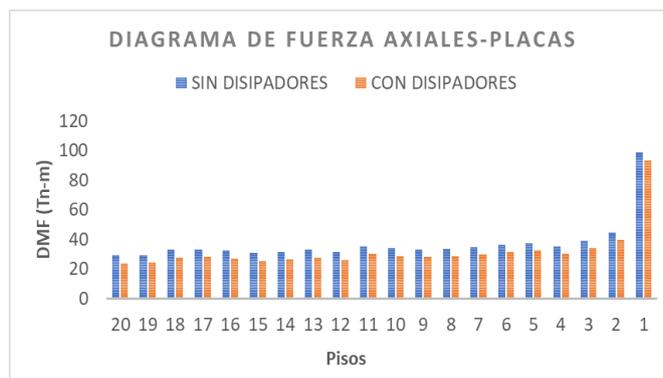
## Cortantes en placas

Piso	DFC en placa		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	45.69	21.69	52.53%
19	60.74	39.74	34.57%
18	63.92	42.92	32.85%
17	70.5	49.51	29.77%
16	73.35	52.35	28.63%
15	89.21	68.21	23.54%
14	97.23	71.23	26.74%
13	103.4	82.4	20.31%
12	117.91	96.91	17.81%
11	122.91	101.91	17.09%
10	142.71	121.71	14.72%
9	156.78	135.78	13.39%
8	165.34	144.34	12.70%
7	178.53	151.53	15.12%
6	187.83	166.83	11.18%
5	196.98	175.98	10.66%
4	204.2	183.23	10.27%
3	216.56	192.56	11.08%
2	231.37	205.37	11.24%
1	248.56	217.56	12.47%



## Axiales en placas

Piso	Axial en placa		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	28.96	23.72	18.09%
19	29.45	24.21	17.79%
18	32.78	27.54	15.99%
17	33.14	27.9	15.81%
16	32.23	26.99	16.26%
15	30.69	25.45	17.07%
14	31.48	26.24	16.65%
13	32.91	27.67	15.92%
12	31.22	25.98	16.78%
11	35.31	30.07	14.84%
10	33.91	28.67	15.45%
9	33.22	27.98	15.77%
8	33.7	28.46	15.55%
7	34.8	29.56	15.06%
6	36.52	31.28	14.35%
5	37.69	32.45	13.90%
4	35.3	30.06	14.84%
3	39.31	34.07	13.33%
2	44.74	39.5	11.71%
1	98.88	93.64	5.30%





### Ficha de recolección de datos: Control de esfuerzos en vigas implementando disipadores

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

#### Parte A:

##### Datos generales

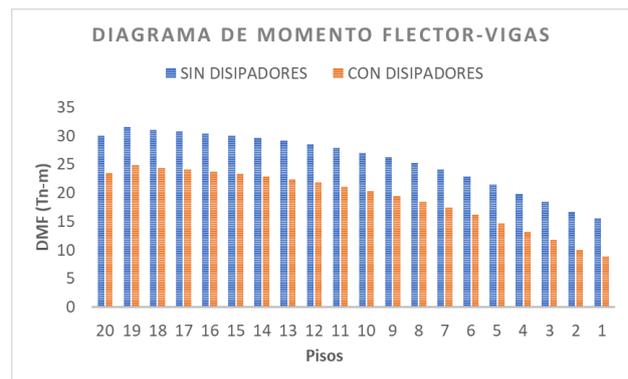
Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

#### Parte B:

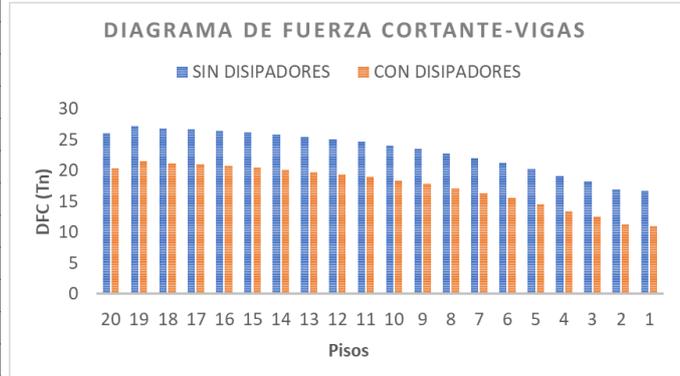
##### Momentos en vigas

Piso	DMF en Vigas		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	30.04	23.54	21.64%
19	31.52	24.82	21.26%
18	31.06	24.36	21.57%
17	30.78	24.08	21.77%
16	30.43	23.73	22.02%
15	30.04	23.34	22.30%
14	29.59	22.89	22.64%
13	29.08	22.38	23.04%
12	28.49	21.79	23.52%
11	27.83	21.13	24.07%
10	27.06	20.36	24.76%
9	26.2	19.5	25.57%
8	25.22	18.52	26.57%
7	24.12	17.42	27.78%
6	22.87	16.17	29.30%
5	21.45	14.75	31.24%
4	19.85	13.15	33.75%
3	18.52	11.82	36.18%
2	16.76	10.06	39.98%
1	15.57	8.87	43.03%

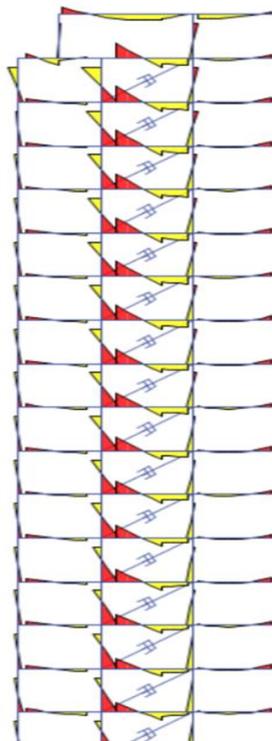


## Cortantes en vigas

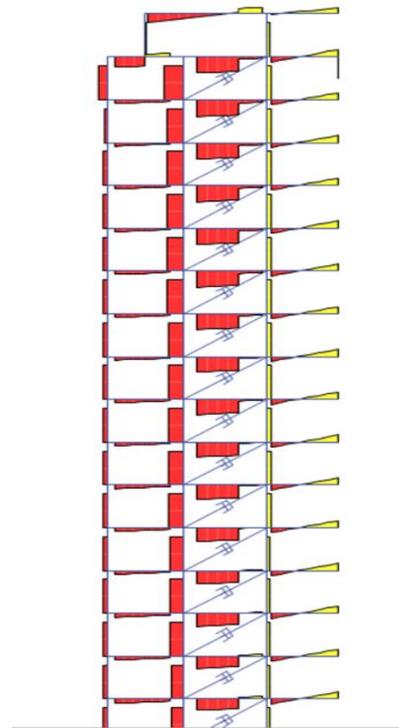
Piso	DFC en Vigas		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	26.01	20.31	21.91%
19	27.2	21.5	20.96%
18	26.8	21.1	21.27%
17	26.63	20.93	21.40%
16	26.39	20.69	21.60%
15	26.12	20.42	21.82%
14	25.81	20.11	22.08%
13	25.46	19.76	22.39%
12	25.06	19.36	22.75%
11	24.6	18.9	23.17%
10	24.07	18.37	23.68%
9	23.48	17.78	24.28%
8	22.81	17.11	24.99%
7	22.05	16.35	25.85%
6	21.2	15.5	26.89%
5	20.23	14.53	28.18%
4	19.13	13.43	29.80%
3	18.24	12.54	31.25%
2	16.9	11.2	33.73%
1	16.64	10.94	34.25%



## Diagramas de esfuerzos en vigas (momentos y cortantes)



DMF



DFC



**Ficha de recolección de datos: Control de esfuerzos en columnas implementando disipadores**

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporricado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

**Parte A:**

**Datos generales**

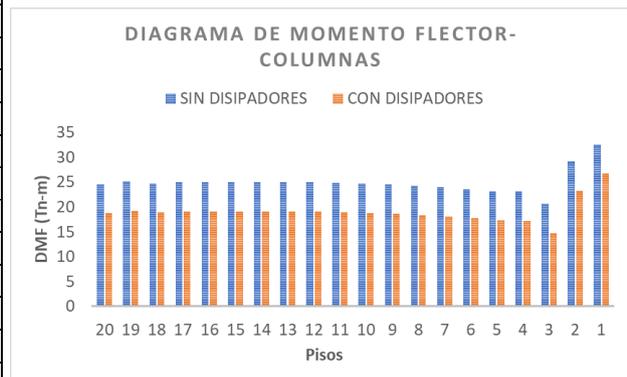
Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

**Parte B:**

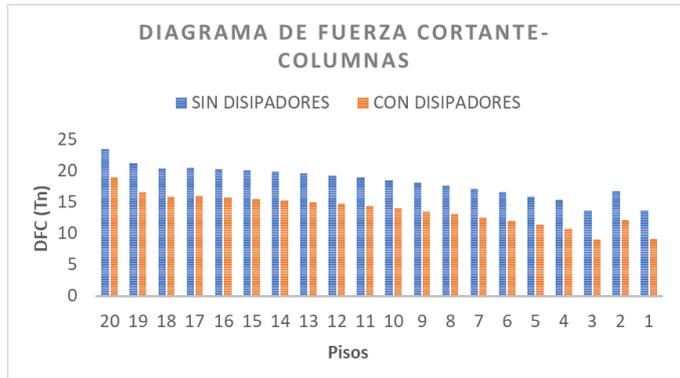
**Momentos en columnas**

Piso	DMF en Columnas		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	24.64	18.77	23.82%
19	25.15	19.28	23.34%
18	24.77	18.9	23.70%
17	24.95	19.08	23.53%
16	24.95	19.08	23.53%
15	25	19.13	23.48%
14	25.01	19.14	23.47%
13	25	19.13	23.48%
12	24.95	19.08	23.53%
11	24.86	18.99	23.61%
10	24.71	18.84	23.76%
9	24.51	18.64	23.95%
8	24.25	18.38	24.21%
7	23.96	18.09	24.50%
6	23.63	17.76	24.84%
5	23.2	17.33	25.30%
4	23.09	17.22	25.42%
3	20.66	14.79	28.41%
2	29.19	23.32	20.11%
1	32.58	26.71	18.02%

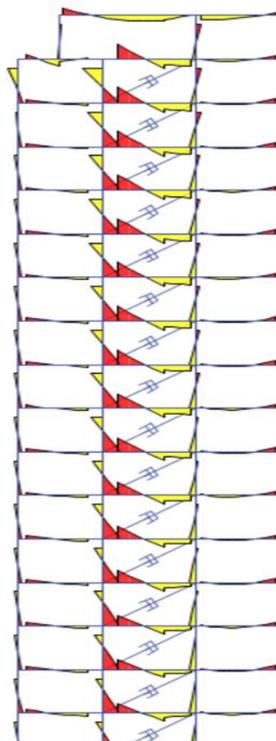


### Cortantes en columnas

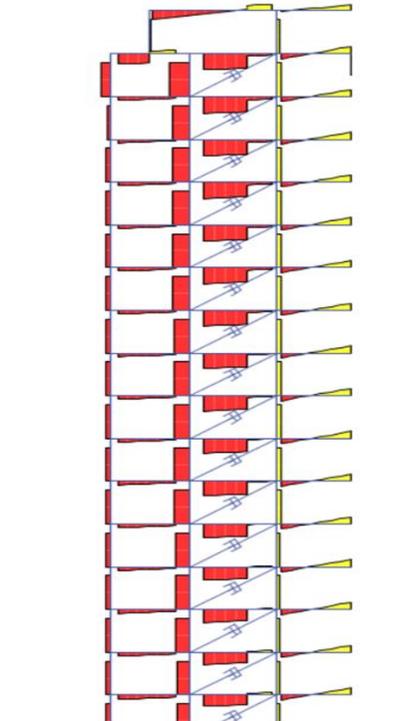
Piso	DFC en Columnas		
	Sin Disipadores	Con Disipadores	REDUCCIÓN (%)
20	23.54	18.97	19.41%
19	21.2	16.63	21.56%
18	20.41	15.84	22.39%
17	20.51	15.94	22.28%
16	20.26	15.69	22.56%
15	20.08	15.51	22.76%
14	19.85	15.28	23.02%
13	19.58	15.01	23.34%
12	19.28	14.71	23.70%
11	18.94	14.37	24.13%
10	18.55	13.98	24.64%
9	18.12	13.55	25.22%
8	17.64	13.07	25.91%
7	17.13	12.56	26.68%
6	16.56	11.99	27.60%
5	15.9	11.33	28.74%
4	15.34	10.77	29.79%
3	13.62	9.05	33.55%
2	16.73	12.16	27.32%
1	13.66	9.09	33.46%



### Diagramas de esfuerzos en columnas (momentos y cortantes)



DMF



DFC



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Control de aceleraciones implementando disipadores

“Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021”

Parte A:

Datos generales

Tesista 01: Caballero Costa, César Augusto

Fecha: Lima, 02 de julio de 2021

Parte B:

Aceleraciones sin disipadores

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	24.6983
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	19.1812
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.9242
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.5019
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.3517
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.2182
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.2733
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	18.4069
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	18.911
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	17.9011
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.7121
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	14.7856
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.3924
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	16.4053
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.8793
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.9802
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	15.2044
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.6001
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	11.382
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.5342

En X-X

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	16.5759
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	14.1319
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.7983
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.8682
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.1353
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.5615
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.279
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.3506
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.4423
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.0953
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.7477
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.1679
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.8939
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	13.8384
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	13.933
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	12.5317
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	10.8596
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	8.188
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.8591
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.8651

En Y-Y

## Aceleraciones con disipadores

Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 1 - LIMA 1966 Max	13.134
19	D19	CASO 1 - LIMA 1966 Max	11.0334
18	D18	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.1314
17	D17	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.2779
16	D16	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.5934
15	D15	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.7244
14	D14	CASO 1 - LIMA 1966 Max	6.7629
13	D13	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.342
12	D12	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.5419
11	D11	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.5032
10	D10	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.9776
9	D9	CASO 1 - LIMA 1966 Max	10.18
8	D8	CASO 1 - LIMA 1966 Max	10.2161
7	D7	CASO 1 - LIMA 1966 Max	9.705
6	D6	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.6696
5	D5	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.1863
4	D4	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.9544
3	D3	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.1997
2	D2	CASO 1 - LIMA 1966 Max	8.059
1	D1	CASO 1 - LIMA 1966 Max	7.6454

En X-X

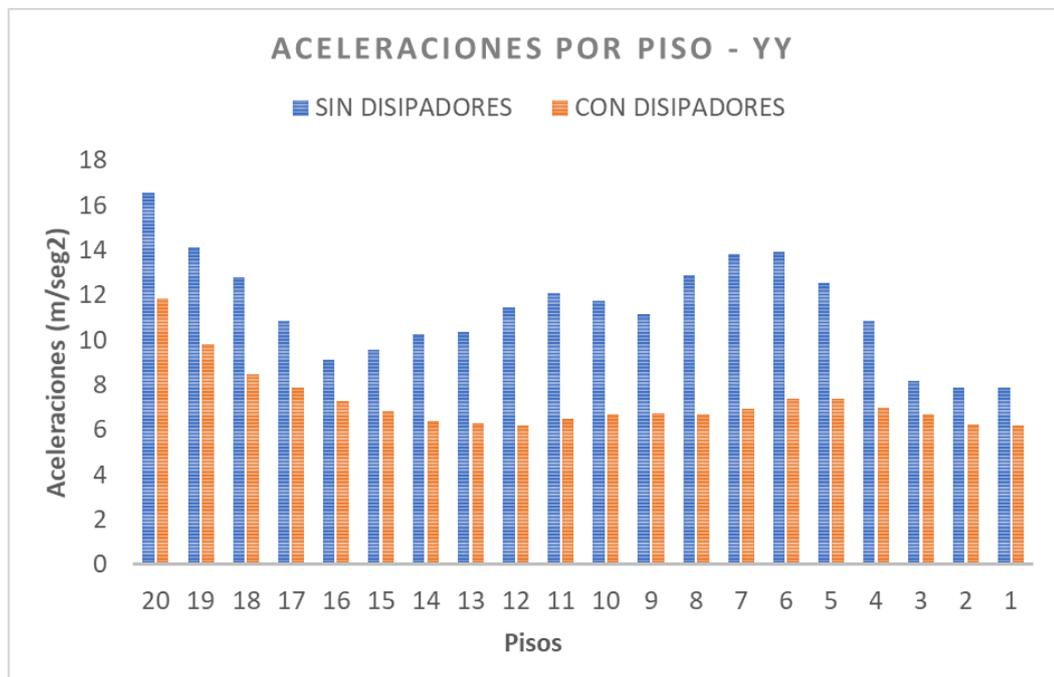
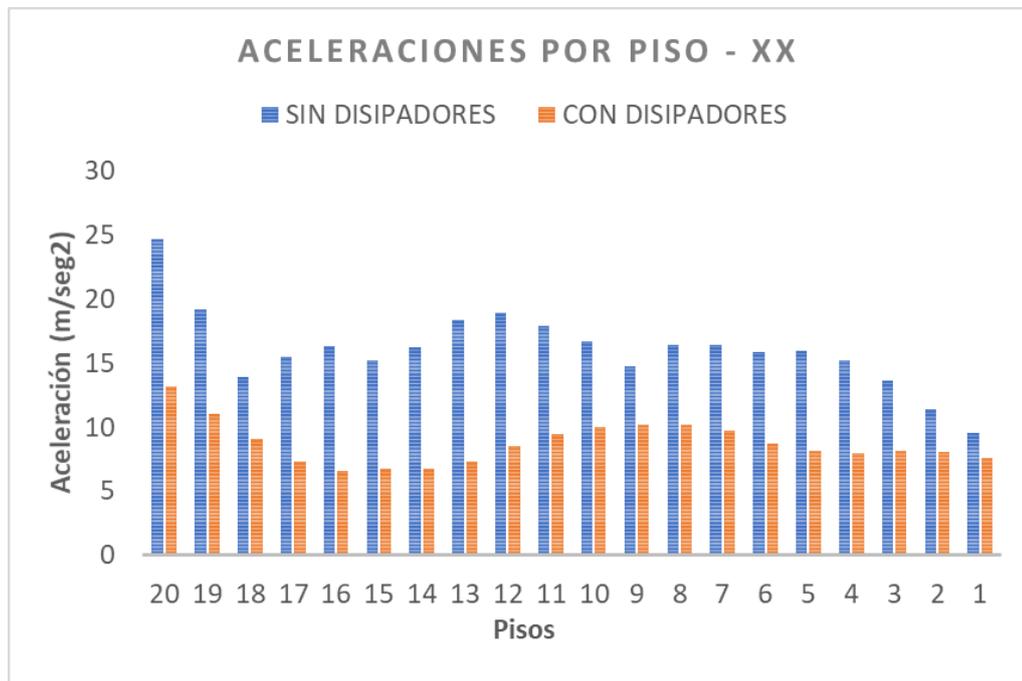
Piso	Diafragma	Sismo	Aceleración
			m/seg <sup>2</sup>
20	D20	CASO 2 - LIMA 1974 Max	11.8437
19	D19	CASO 2 - LIMA 1974 Max	9.7981
18	D18	CASO 2 - LIMA 1974 Max	8.4649
17	D17	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.888
16	D16	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.2884
15	D15	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.8217
14	D14	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.3692
13	D13	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.2943
12	D12	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.1925
11	D11	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.4708
10	D10	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.6712
9	D9	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.7284
8	D8	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.6843
7	D7	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.9163
6	D6	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.3718
5	D5	CASO 2 - LIMA 1974 Max	7.4039
4	D4	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.9987
3	D3	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.7033
2	D2	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.2424
1	D1	CASO 2 - LIMA 1974 Max	6.1809

En Y-Y

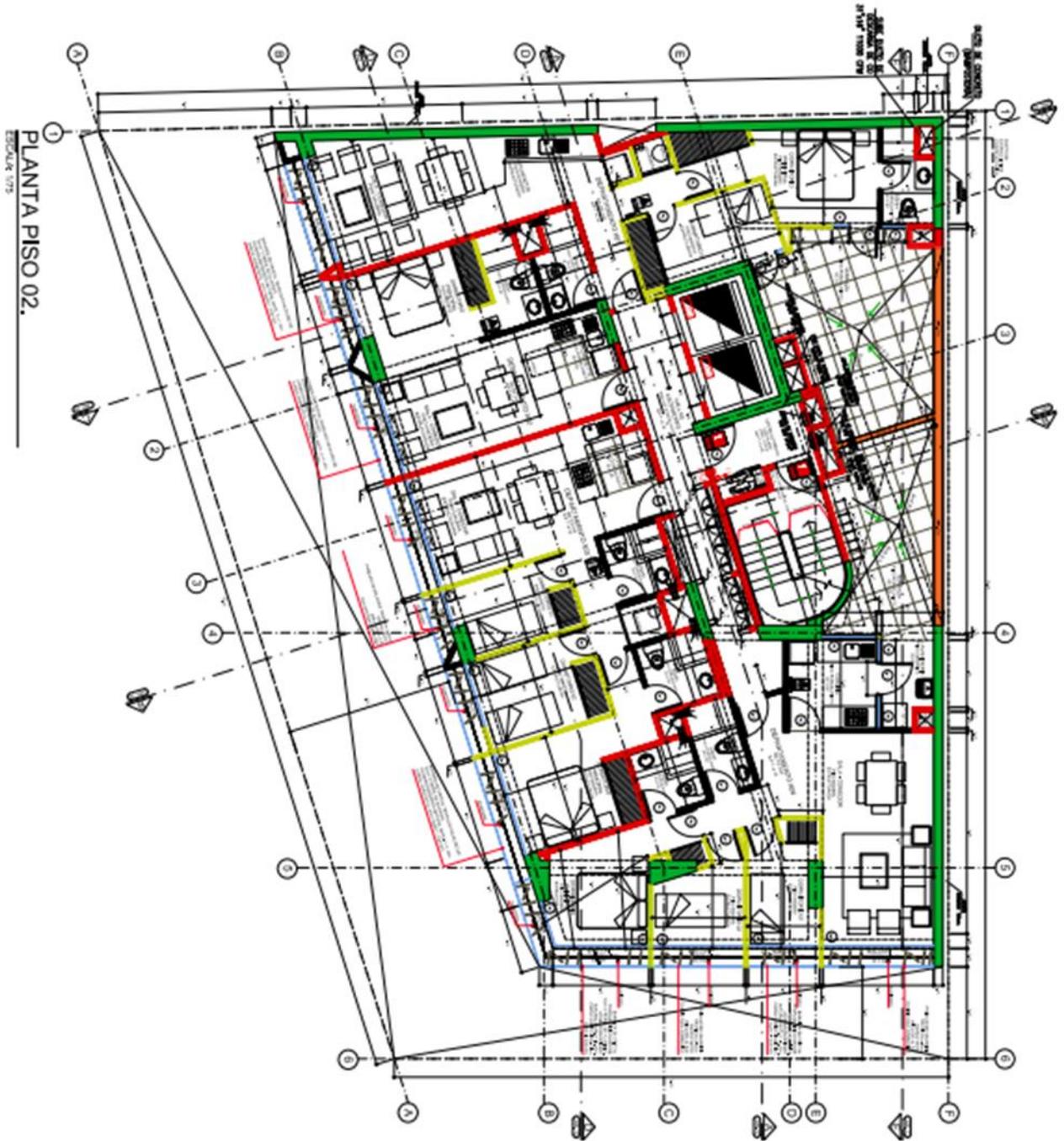
## Reducción de aceleraciones implementando disipadores

Niveles	REDUCCIÓN (%)	
	X-X	Y-Y
20	46.82%	28.55%
19	42.48%	30.67%
18	34.42%	33.86%
17	53.05%	27.42%
16	59.68%	20.22%
15	55.81%	28.65%
14	58.44%	38.04%
13	60.11%	39.19%
12	54.83%	45.88%
11	46.91%	46.50%
10	40.30%	43.21%
9	31.15%	39.75%
8	37.68%	48.16%
7	40.84%	50.02%
6	45.40%	47.09%
5	48.77%	40.92%
4	47.68%	35.55%
3	39.71%	18.13%
2	29.20%	20.57%
1	19.81%	21.41%

## Gráficos de aceleraciones



Anexo 5: Plano de Arquitectura.





## Anexo 7: Turnitin.

feedback studio CESAR AUGUSTO CABALLERO COSTA TESIS\_CESAR CABALLERO\_TURNITIN 4.docx

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

"Análisis estructural de un edificio multifamiliar de 20 Pisos aporticado de concreto armado implementando disipadores de fluido viscoso - Lima 2021"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
Caballero Costa, César Augusto  
<https://orcid.org/0000-0003-4052-053X>

**ASESOR:**  
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo  
<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**  
**2021**

**Resumen de coincidencias**

**23 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %	>
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
3	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
8	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
9	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
10	repositorio.bausate.ed... Fuente de Internet	1 %	>
11	qdoc.tips Fuente de Internet	1 %	>

Página: 1 de 62 Número de palabras: 10595 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado

