



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Perez Montoya, Jeiser Hitler (orcid.org/0000-0001-8022-4327)

ASESOR:

Dr. Delgado Ramirez, Felix German (orcid.org/0000-0002-7188-9471)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios, por regalarme cada día de vida, por brindarme fuerzas y perseverancia en las cosas que hago, por derramar sus bendiciones para poder seguir mis sueños.

A mi esposa Aline, por acompañarme en este momento importante de mi vida; por brindarme su amor, por incentivar-me a que culmine mis estudios y por su apoyo en el día a día.

A mis hijos Alizze y Giancarlo, por ser los motores de mi vida; fuente de inspiración diaria, mi motivo para ser mejor y ser un gran ejemplo.

A mis padres Ramiro y Joya, por su apoyo incondicional, por formar la persona en que me he convertido; por su amor y sus consejos, por estar conmigo en las buenas y malas y porque sin ellos esto no sería posible.

A mis hermanos Dianira, Merari, Fanny y Jemner, quienes nunca han dejado de creer en mí, por su paciencia y sus buenos deseos

A mi tía Berceliza; quien firmemente siempre a confiando en mí y me ha brindado su apoyo incondicional

Agradecimiento

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a Dios por guiarme y brindarme la fortaleza necesaria para poder culminar mis estudios.

Al Dr. Félix Delgado Ramírez quien se ha tomado el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, en especial en el campo y de los temas que corresponden a mi profesión.

A todos mis amigos que de una u otra manera contribuyeron en mis estudios, y promovieron en mí deseos de superación.

A toda mi familia quien día a día han venido brindándome su apoyo y motivación.

A todos ellos muchas gracias

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Índice de ecuaciones.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación	30
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimiento	34
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS	37
4.1. Descripción de la estructura.....	37
4.2. Predimensionamiento de elementos estructurales.....	38
4.3. Metrado de cargas	40
4.4. Análisis lineal dinámico modal espectral	41
4.5. Análisis no lineal Tiempo - Historia	47

4.6. Configuración estructural	56
4.7. Estructuración	57
4.8. Balance energético.....	57
4.9. Amortiguamiento	60
4.10. Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	61
4.11. Análisis de costos	62
V. DISCUSIÓN.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	68
VII. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetro λ respecto al exponente α	19
Tabla 2. Designación según tipo de estructura	23
Tabla 3. Niveles de desempeño en función al daño	23
Tabla 4. Rango de validez.....	34
Tabla 5. Validez de contenido del instrumento por expertos.....	34
Tabla 6. Características mecánicas de los materiales	38
Tabla 7. Dimensiones de las vigas.....	39
Tabla 8. Secciones de las columnas	40
Tabla 9. Metrado de cargas.....	40
Tabla 10. Parámetros sísmicos de la edificación	43
Tabla 11. Cortante basal	43
Tabla 12. Fuerzas cortantes en las columnas sin disipadores	44
Tabla 13. Peso sísmico de la edificación	45
Tabla 14. Periodo de vibración de los modos.....	46
Tabla 15. Registros sísmicos empleado para el análisis TH no lineal.....	49
Tabla 16. Comparación de periodos	54
Tabla 17. Distorsiones con disipadores –TH no lineal Lima 1974.....	55
Tabla 18. Cortantes con pseudo aceleraciones Lima 1974.....	55
Tabla 21. Parámetros del disipador de fluido viscoso en la dirección “X”	60
Tabla 22. Costo del sistema de disipación de energía	63
Tabla 23. Costo global con la integración de los disipadores.....	63

Índice de figuras

Figura 1. Daños en un edificio ubicado en Jesús María tras fuerte temblor.....	2
Figura 2. Disipador de fluido viscoso.....	13
Figura 3. Partes principales del disipador de energía viscoso.....	14
Figura 4. Relación fuerza desplazamiento con distintos valores de “ α ”.....	16
Figura 5. Desplazamiento ante una sollicitación sísmica	16
Figura 6. Disposición Chevron Brace.....	21
Figura 7. Disposición diagonal simple.....	22
Figura 8. Configuración estructural de la edificación.....	38
Figura 9. Vista en planta de la edificación de 10 pisos.....	41
Figura 10. Vista 3D de la edificación	42
Figura 11. Espectro de respuesta elástico RNE E 0.30	48
Figura 12. Espectro sin escalar de los registros sísmicos	49
Figura 13. Espectros escalados de los registros sísmicos	50
Figura 14. Disipadores en la dirección “X” y “Y” respectivamente.....	52
Figura 15. Vista en 3d con la integración de los disipadores	53
Figura 16. Distribución de energía en la dirección “X”	58
Figura 17. Distribución de energía en la dirección “Y”	59
Figura 18. Stroke del disipador de fluido viscoso	61
Figura 19. Determinación del espesor de la horquilla	62

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fuerza del disipador de fluido viscoso	17
Ecuación 2. Coeficiente de amortiguamiento	17
Ecuación 3. Disipación de energía del disipador	19

Resumen

El propósito de este estudio buscó determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.

La metodología que se usó fue del tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental. La muestra estuvo conformada por un edificio de 10 pisos en donde a través de fichas técnicas se dispuso los datos obtenidos del modelamiento según el desempeño propuesto por la metodología Hazus y el RNE E 0.30 mediante la disposición Chevron Brace en los dispositivos viscosos.

Como resultado se obtuvo que la edificación con la integración de los disipadores de fluido viscoso logró reducir la deriva en más del 70.30% y 64.42% para “X” y “Y” correspondientemente. Asimismo, la cortante basal obtuvo una reducción del 9.07% y 17.68% en las direcciones “X” y “Y” respectivamente; mientras que desde lo económico se llegó a un ratio del costo del sistema de amortiguamiento de 155.56 US\$/m² y un porcentaje de incidencia sobre el costo total del 7.98%.

Se concluyó que la integración de los disipadores de fluido viscoso mejoró significativamente el desempeño sísmico en edificios de gran altura desde lo técnico y económico.

Palabras clave: Disipador, mejoramiento, cortante, deriva, costo

Abstract

The purpose of this study sought to determine how much is the improvement of seismic performance in high-rise buildings through the integration of viscous fluid dissipators in Los Olivos – Lima – 2023.

The methodology used was of the applied type, descriptive level and non-experimental design. The sample consisted of a 10-story building where, through technical sheets, the data obtained from the modeling were arranged according to the performance proposed by the Hazus methodology and the RNE E 0.30 through the Chevron Brace arrangement in the viscous devices.

As a result, it was obtained that the building with the integration of viscous fluid dissipators managed to reduce drift by more than 70.30% and 64.42% for "X" and "Y" correspondingly. Likewise, the basal shear obtained a reduction of 9.07% and 17.68% in the "X" and "Y" directions, respectively; while from the economic point of view, a ratio of the cost of the buffer system of 155.56 US\$/m² and a percentage of incidence on the total cost of 7.98% were reached.

It was concluded that the integration of viscous fluid dissipators significantly improved seismic performance in high-rise buildings from the technical and economic point of view.

Keywords: Viscous fluid dissipator, improvement, high-rise building, drift, damping system cost

I. INTRODUCCIÓN

Los terremotos en todo el mundo han causado muertes y pérdidas masivas de propiedades, pero las naciones del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la actividad sísmica es mayor, han sido las más afectadas. Terremotos terribles como los que golpearon a Japón y Chile en 2010 y 2011, respectivamente, conllevaron a aprender grandes lecciones sobre cuán frágiles son las estructuras y cómo esto se debió principalmente a factores técnicos que jugaron un papel en cada paso de lo que implica la construcción. Debido a la necesidad de definir las características por las cuales una estructura resistió a sismos de tamaño e intensidad comparables a los que han ocurrido anteriormente, la estructuración y el diseño estructural inadecuados en la etapa de proyecto ha sido el factor técnico más destacado. El uso de materiales deficientes y la posterior energía sísmica tomada por la estructura jugaron un papel en la causa de discrepancias importantes con respecto a las múltiples hipótesis del porqué de las fallas estructurales (Navarro, 2019).

Actualmente, existe un esfuerzo global para realizar investigaciones sobre sumideros de energía. La utilización de disipadores viscosos dentro del contexto de la ingeniería de edificios no es un desarrollo reciente en Perú, como lo demuestran numerosos casos de su implementación tanto en edificios preexistentes como de nueva construcción. No obstante, existe margen para mejorar la asignación y el posicionamiento precisos de los disipadores de energía, junto con investigaciones sobre la respuesta sísmica de dichas estructuras en el nivel de rendimiento posterior a la instalación de amortiguadores viscosos no lineal y de acuerdo a la configuración estructural que presenta la edificación (Navarro, 2019).

Por su cercanía a la placa de Nazca y ubicación en la zona sísmica 4, nuestro terreno estuvo sujeto a un riesgo sísmico importante a escala local. Además de lo anterior, cabe señalar que la zona de Los Olivos ha visto un repunte en la construcción de estructuras de gran altura en los últimos años, algunas de las cuales superan los diez pisos de altura, lo que plantea la duda de si están o no adecuadamente construido para soportar un gran terremoto.



Figura 1. Daños en un edificio ubicado en Jesús María tras fuerte temblor

Fuente: Diario Gestión Perú (2021)

Tras valorar la realidad problemática se plantearon los siguientes problemas, PG: ¿Cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?

Y como problemas específicos, PE1: ¿Cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?, PE2: ¿Cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?, PE3: ¿Cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?; PE4: ¿Cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?

Los profesionales que trabajan en ingeniería estructural se beneficiarán de los hallazgos del estudio porque podrán decidir con mayor confianza qué tipo de sistema implementar durante la fase de planificación de la construcción de un

edificio para un comportamiento estructural óptimo, de esta manera la presente tesis se justificó de manera práctica en cuanto a la importancia de los desplazamientos laterales o derivas que en un inicio son soportados por la rigidez de los muros estructurales y como es que estos están dispuestos.

Debido a esto, existe un argumento plausible para la utilización de dispositivos amortiguadores, que ofrecen una alternativa viable para la disipación de energía y la prevención de un aumento de la rigidez entre las partes constituyentes de la estructura. Si bien es cierto que el uso de amortiguadores genera costes adicionales, en ocasiones estos costes pueden compensarse con ahorros en una mayor rigidez, siempre que los amortiguadores estén bien distribuidos, condición con lo cual se justificó de manera económica nuestra investigación.

Metodológicamente se justificó ya que los datos requeridos para el análisis del desempeño sísmico de estructuras de gran altura fueron recopilados y procesados utilizando equipos de investigación que habían sido verificados por expertos, además, se usó de metodologías extranjeras como es el Hazus en su versión actual.

La implementación de disipadores de fluidos viscosos en la construcción de edificios altos en la localidad de Los Olivos se sustentó teóricamente debido a la disponibilidad de reportes y estadísticas de la eficacia sísmica de dichas estructuras.

Además, el uso de tales dispositivos esta ambientalmente justificado por la duración de su vida útil y porque intenta medir su influencia e impacto ambiental.

Asimismo, se plantean los objetivos siguientes, OG: Determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.

Y los siguientes objetivos específicos: OE1: Determinar cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023; OE2: Determinar cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023; OE3:

Determinar cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023; OE4: Determinar cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.

En última instancia, se desarrollaron los siguientes supuestos, HG: Si en una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso tanto en planta como en altura entonces estos mejoran significativamente el desempeño sísmico en edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.

Y las siguientes hipótesis específicas, HE1: Si a una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad técnica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023; HE2: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente el valor de la configuración estructural así como estructuración para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023; HE3: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos experimentan un porcentaje de disipación de energía mayor o igual al 50% de la energía total de entrada para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023; HE4: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad económica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes a nivel internacional

A raíz del devastador terremoto que azotó a Portoviejo, Ecuador el 16 de abril de 2016, (Aguilar y Arias, 2019) investigaron la factibilidad de un plan para reparar las debilidades estructurales del edificio. La investigación se realizó en la capital ecuatoriana de Quito. El objetivo final de este estudio fue presentar un modelo novedoso para mejorar la estabilidad del edificio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. La conductividad de los fluidos de alta viscosidad fue el enfoque principal del estudio. Cuando se comparó la disipación de energía de un modelo estructural no perturbado con la de un modelo con disipadores de energía de fluido viscoso insertados, se demostró que este último tiene un efecto significativo, reduciendo la disipación total en un 56 %. Como puede verse en los números, alrededor del 80% de la energía sísmica se pierde en este proceso. La declaración postula que los eventos sísmicos y los terremotos generan una cantidad sustancial de energía, que es predominantemente absorbida por dispositivos de disipación.

El estudio realizado por (Gómez, 2018) tuvo como objetivo brindar una descripción integral del comportamiento de un disipador de energía sísmica disponible comercialmente. El ensayo experimental se realizó en el laboratorio de estructuras y materiales del Instituto de Ingeniería de la UNAM, con el fin último de cumplir con los requisitos para la obtención del título profesional (II-UNAM). En consecuencia, el marco representó el 1 % de la disipación total de calor en el edificio en ausencia de disipadores térmicos, mientras que constituyó el 44 % de la pérdida total de calor en el edificio con disipadores térmicos. Varios sucesos durante el experimento se consideraron significativos, ya que demostraron la eficacia de los disipadores de energía y sirvieron como una valiosa referencia para su ejecución y funcionalidad.

Según (Surya, 2019) en su artículo titulado “Diseño de amortiguadores de fluido viscosos en edificios con estructura de acero de seis pisos” tuvo como objetivo el diseño de un edificio de estructura de acero de 6 pisos con FVD y sin FVD con análisis de terremoto lineal. Este análisis se realizó utilizando la aplicación ETABS

y utilizando las referencias 1726 – 2012 y ASCE 7 – 10. La metodología utilizada en el artículo se base de un nivel descriptivo, diseño no experimental y tipo aplicada en donde a través del análisis el modelo estructural en este estudio de caso usó el espectro de respuesta para el área de Yakarta, condiciones de temperatura suave, $S_s = 0,607$ (g) y $S_1 = 0,297$ (g) y es que partiendo la discusión de esta modelación estructural se obtienen los siguientes resultados: Hubo una disminución de la deriva entre pisos (deriva) en la dirección X de 9.465% y 8.82% en la dirección “Y”; hubo una disminución en la fuerza cortante base en el 1er piso para la dirección X de 6.33% y para la dirección Y de 5.69%; y finalmente se observó disminución del desplazamiento total por dirección X es 22.598 mm y dirección Y de 16,65 mm.

Según menciona (Cáceres et al., 2020) en su artículo de revista "Modernización sísmica en hospitales utilizando amortiguadores viscosos fluidos" tuvo como objetivo comparar el desempeño estructural de estructuras esenciales de mampostería confinada mayores de 50 años, construidas y rehabilitadas con amortiguadores viscosos. La metodología usada fue de tipo aplicada, diseño experimental y nivel explicativo, puesto que, al hacer una serie de pruebas ensayo y error se llegó a la ubicación correcta de estos dispositivos de fluido viscoso. Como parte de la investigación se comparó el desempeño estructural de estructuras esenciales de mampostería confinada mayores de 50 años, construidas y rehabilitadas con amortiguadores viscosos según las disposiciones diagonal simple y Chevron Brace simplificado. Como conclusión se encontró que incluyendo amortiguadores las derivas se redujeron de 0.6% a la mitad, un mejor desempeño que implementando muros de concreto con 0.45% de respuesta a la deriva. Además, los niveles de tensión en los muros de mampostería fueron reducidos mejor que la construcción de nuevos muros de hormigón. Finalmente se muestra la factibilidad de la propuesta en respuestas estructurales utilizando amortiguadores fluido viscosos no lineales con una disposición adecuada a la diagonal simple.

Según (Deringöl y Güneyisi, 2021) en su artículo de revista “Influencia de los amortiguadores viscosos fluidos no lineales en el control de la respuesta sísmica de los edificios aislados de la base” tuvo como objetivo investigar la efectividad

del amortiguador viscoso de fluido no lineal (NFVD) considerando los parámetros de diseño para los edificios aislados en la base con soporte de caucho de plomo (LRB). La metodología usada para la investigación hizo uso de un nivel descriptivo, tipo aplicada y diseño no experimental en donde a través de fichas documentales se logró determinar cual era la efectiva de la interrelación del dispositivo de fluido viscoso junto a un sistema aislado de base hecho de caucho de plomo en múltiples investigaciones locales donde se tuvieron como muestras estructuras esenciales e importantes y sus parámetros asociados a cada tipo de estructura señalada. Como componente de la investigación, se prestó especial atención a un marco o pórtico de hormigón en el que se incorporó el dispositivo viscoso fluido no viscoso (NFVD). El NFVD se implementó con distintos exponentes de amortiguamiento (α) de 0,15, 0,30, 0,50 y 0,70. Estos dispositivos se instalaron en el centro, esquina y todos los tramos de cada marco, que tenía una base aislada situada a nivel del suelo. Los marcos del caso investigado fueron simulados mediante un programa de elementos finitos. Una de las principales conclusiones extraídas de este estudio es que la implementación de un edificio base aislado, utilizando un dispositivo de amortiguación pasiva para controlar la atenuación, demostró un rendimiento satisfactorio cuando se acompañó de parámetros de diseño adecuados. El caso etiquetado como "0,3 VD-todas las bahías" arrojó los valores de desplazamiento del techo más pequeños de 0,84, 0,86, 0,87 y 0,91 bajo el terremoto de Gazlı durante períodos de tiempo de 3, 3,5, 4 y 5 segundos, respectivamente. Este caso exhibió un valor de α más bajo, que no solo redujo la relación de deriva máxima entre pisos, sino que también resultó en un patrón de deriva distribuido más uniformemente, particularmente para los valores de T más bajos.

(Bakhshinezha y Mohebb, 2020) propusieron un método para diseñar un sistema de amortiguador viscoso fluido semiactivo (SAFVD) para mitigar las respuestas sísmicas de estructuras no lineales. Su enfoque considera múltiples criterios de seguridad e idoneidad, y se presenta en su artículo titulado "Diseño óptimo multiobjetivo de amortiguadores semiactivos de fluidos viscosos para estructuras no lineales usando NSGA-II". El estudio empleó un diseño experimental con un nivel explicativo aplicado como parte de su metodología. El enfoque implicó definir un problema de optimización multiobjetivo con funciones objetivo discretas

destinadas a minimizar la deriva entre pisos como criterio de seguridad, así como la aceleración absoluta como criterio de conveniencia. Para resolver el problema e identificar las soluciones óptimas de Pareto, se utilizó una versión mejorada del algoritmo genético de clasificación no dominada (NSGA-II). Las variables de diseño para este estudio incluyen el coeficiente de amortiguamiento máximo del amortiguador semiactivo y los parámetros del algoritmo de control. El presente estudio empleó una metodología para diseñar un sistema óptimo de amortiguación de vibraciones tolerante a fallas sísmicas activas (SAFVD) para un marco de edificio de corte no lineal de ocho pisos que exhibe un comportamiento elastoplástico bilineal histerético. El sistema fue diseñado para soportar una serie de terremotos reales que se recomiendan para el sitio específico donde se encuentra la estructura. Esto se hizo para proporcionar una ilustración clara de la metodología. El estudio arrojó que el sistema SAFVD, que se desarrolló mediante la minimización tanto de la deriva como de la aceleración (escenario 2), demostró una reducción del 50 % en la deriva promedio entre pisos y una reducción del 44 % en la aceleración absoluta promedio durante múltiples terremotos. Las reacciones antes mencionadas exhiben una fuerte correlación con el daño infligido a los constituyentes estructurales y los constituyentes no estructurales sensibles al desplazamiento, incluidos tabiques y tuberías. La implementación de SAFVD junto con el escenario 1 tiene el potencial de mitigar de manera efectiva estos efectos negativos, mejorando así la seguridad general de la estructura, así como una opción económica en relación a los costes de reparación proyectados ante un sismo de gran intensidad.

Antecedentes a nivel nacional

La propuesta de (Salvatierra, 2018) involucra la implementación de una estructura de pórtico de hormigón armado de doce pisos, lo cual se logra mediante la utilización de un modelo meta-heurístico que se basa en algoritmos evolutivos. El objetivo de esta propuesta es mejorar la eficiencia estructural del edificio cuando se somete a una ocurrencia sísmica severa. El proceso antes mencionado se logra a través de la ejecución de búsquedas estocásticas dentro del espacio de solución delineado por las restricciones impuestas, lo que resulta en soluciones progresivamente mejoradas. Para lograr el objetivo deseado, se sugiere emplear

un par de parámetros de optimización, específicamente uno basado en las derivas del entrepiso y otro basado en la disipación de energía del piso superior. ¿Dónde se encuentra la estructura antes mencionada? La evaluación inicial de la estructura, sin amortiguadores, no cumplió con los criterios básicos del código E.030 para la construcción sismorresistente. Por el contrario, la evaluación de la estructura modificada, que incorporó los amortiguadores, mostró una dispersión y eficacia satisfactorias de acuerdo con los estándares prescritos. Los resultados indican una disminución del 56,52 % en el eje x y del 52,35 % en el eje y al comparar la estructura con disipadores de calor con la que no los tiene. Este resultado demuestra un nivel satisfactorio de distribución y uniformidad del alero. El piso superior exhibe un desplazamiento del centro de masa de 12,77 cm en la dirección x y 14,50 cm en la dirección y, mientras que la deriva máxima se registra en 0,0043. La respuesta de la estructura a la actividad sísmica inducida por el sismo se caracterizó por su comportamiento inflexible. En resumen, los sistemas de amortiguación se sitúan en el extremo diagonalmente opuesto del edificio, además de estar presentes en ambos flancos de la construcción, con un total de cuatro mecanismos de amortiguación por nivel. La imagen que se presenta a continuación ilustra la utilización de amortiguadores viscosos no lineales como dispositivos de amortiguación, que exhiben una constante de amortiguamiento C_d que depende de la altura.

(Palma, 2020) en su estudio titulado “Estudio Comparativo de Respuesta Sísmica Utilizando Disipadores de Energía de Fluidos Viscosos en la Municipalidad Provincial de Oyón – 2020” tuvo como objetivo mejorar la respuesta sísmica de los edificios en el municipio de la provincia de Oyón mediante la utilización de disipadores de energía de fluidos viscosos. El estudio empleó un enfoque de investigación cuantitativa y utilizó una metodología correlacional y no experimental. Se puede observar que las derivas que surgen de la estructura se ajustan a las tolerancias estándar E.030 de 0.007, siempre que la estructura haya sido reforzada con disipadores de energía que utilizan fluido viscoso. De acuerdo con los resultados, el entrepiso exhibió una distorsión máxima de 9.1 en el segundo nivel antes del refuerzo. Sin embargo, después del refuerzo, la distorsión disminuyó a 5.8, o que indica una mejora del 47.5 %.

En su tesis titulada “Análisis técnico-económico comparativo de un edificio de 12 pisos, utilizando amortiguadores de fluido viscoso y disipadores histeréticos”, (Narváez, 2020) tuvo como objetivo contribuir al cuerpo de conocimiento existente respecto a la implementación de disipadores sísmicos pasivos. El estudio involucró la realización de una investigación técnico-económica comparativa sobre la utilización de amortiguadores histeréticos ADAS y amortiguadores de fluido viscoso dentro de una estructura de marco de un edificio de 12 pisos. El estudio empleó una metodología cuantitativa y descriptiva que utilizó fichas técnicas para validar los datos de la investigación. Este proceso de validación implicó comparar los datos obtenidos con los límites permisibles establecidos en la normativa peruana. En consecuencia, el logro de la deriva objetivo originalmente prevista de 6 ‰ fue factible mediante la utilización de disipadores de fluido viscoso. La aplicación de disipadores metálicos no produjo el efecto deseado, ya que requirió aumentar las secciones de los elementos estructurales y el número de arriostramientos. Esto dio como resultado una deriva de 6,6 ‰, mostrando así la eficacia del DFV en el control estructural de edificios flexibles. De manera similar, la estructura examinada, que presenta una duración prolongada, experimentó una disminución de aproximadamente un 39 % en su fuerza de corte basal en ambas direcciones cuando se sometió a Viscosidad Dinámica de Fluidos (DFV). Por el contrario, la estructura con secciones ampliadas, en conjunto con el Sistema de Análisis Dinámico Avanzado (ADAS), arrojó porcentajes de reducción. La fuerza basal exhibe magnitudes de aproximadamente 6,14% y 14,77% en las direcciones X-X e Y-Y, respectivamente. En conclusión, se ha determinado que la utilización de disipadores de calor metálicos ADAS se presenta como una alternativa convincente para salvaguardar edificios, particularmente aquellos con limitaciones financieras. Este estudio mostró un beneficio económico de \$ 216,273.60 a través de la utilización de disipadores de calor metálicos en comparación con la implementación de DFV. La selección de un tipo de disipador específico depende de la discreción del diseñador, ya que está influenciada por el nivel de daño deseado.

Reducir la deriva máxima, el momento máximo de giro y los desplazamientos máximos en la edificación era el objetivo, tal como lo plantea (Rojas, 2019).

Además, se utilizan como métodos de estudio una estrategia cuantitativa y un diseño transversal no experimental. Los edificios de cinco pisos de Los Olivos fueron la población de su estudio. Finalmente, muestra que los mayores desplazamientos a lo largo del eje x son un 55,80 % menores que antes, y a lo largo del eje y son un 58,78 % más pequeños. También hubo una disminución general en la deriva máxima del 53,69% en el nivel final, con el eje "x" mostrando una reducción del 6,44% y el eje y mostrando una reducción del 6,3%. Además, los resultados del momento de giro de la base se redujeron en un 9,16 % en comparación con una estructura típica con un acoplamiento de disipadores que reaccionan mediante amortiguamiento a los esfuerzos cortantes. Como conclusión, podemos decir que las medidas de protección sísmica mejoran la respuesta estructural del edificio a la demanda sísmica.

En las teorías relacionadas al tema sobre el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios tenemos:

Diseño sísmico convencional y tendencias actuales

Dado que Perú está situado en una región sísmicamente muy activa, los diseñadores y constructores deben tener en cuenta el potencial de terremotos en todo momento. Siguiendo la práctica de las normas internacionales, nuestro entorno cuenta con normas locales para el diseño de edificios resistentes a terremotos desde 1963. Estas normas locales han sido fuertemente influenciadas por la práctica norteamericana, particularmente la de California a través de su Asociación de Ingenieros Estructurales. En 1964, Perú comenzó a hacer cumplir las normas que exigen que todas las construcciones nuevas sean resistentes a los terremotos (Passive Dampers, 2021).

Sistemas de protección

Existen principalmente tres tipos de sistemas de disipación:

- **Aislamiento sísmico**

La implementación de un sistema de aislamiento sísmico es una técnica de construcción utilizada por los ingenieros para mitigar los efectos adversos de los terremotos. Este enfoque implica el uso de materiales flexibles para aislar la estructura del suelo, lo que reduce la probabilidad de daños significativos. La

implementación de estos mecanismos extiende el período fundamental de la estructura, lo que lleva a una reducción en la transmisión de energía a través de las placas del piso y la entrada, lo que resulta en una disminución de la respuesta dinámica del edificio (Mokhtari y Naderpour, 2022).

- **Elementos de disipación pasiva**

Los materiales que absorben la energía cinética del terremoto proporcionan una amortiguación adicional y protegen la estructura del daño. Los amortiguadores pueden estar hechos de una amplia variedad de materiales, incluidos aceite, metal, viscoelásticos y fluidos viscosos. Mediante el uso de sistemas mecánicos destinados a dispersar la energía en forma de calor, los sistemas pasivos permiten reducir la reactividad dinámica de las estructuras. Es posible que sea necesario cambiar los amortiguadores después de un evento sísmico (Sabino *et al*, 2020).

- **Elementos de disipación activa**

Estas sustancias son absorbentes de energía que desplazan a otras sustancias menos adecuadas. El amortiguador de masas del Taipei 101 se mueve de esta manera para absorber la fuerza del viento o de un terremoto (Javaid y Verma, 2023).

Se puede usar más de un método de resistencia sísmica en la misma estructura. La resistencia sísmica total de una estructura bien diseñada es la suma de las resistencias de sus partes individuales (Mokhtari y Naderpour, 2022).

Disipador de fluido viscoso

Estos dispositivos se conocen comúnmente como amortiguadores viscosos fluidos en la literatura académica. En un principio, la utilización de esta tecnología se limitaba a las fuerzas armadas y al sector de la aviación. Sin embargo, su aplicación se ha expandido al sector de la construcción en los últimos tiempos, con una implementación exitosa en varios edificios y puentes en los Estados Unidos, Japón, Chile y otras naciones. El procedimiento requiere el desplazamiento de entidades dentro de un medio viscoso que exhibe un grado sustancial de oposición al movimiento. El fenómeno mencionado conduce a la

generación de fuerzas que presentan una relación proporcional con la velocidad de dicho elemento (Passive Dampers, 2021).



Figura 2. Disipador de fluido viscoso

Fuente: Passive Dampers (2021)

2.1 Funcionamiento del disipador de fluido viscoso

Al aplicar un amortiguador de fluido viscoso a una estructura, las tensiones y deflexiones de la estructura se reducen simultáneamente. La reacción de los amortiguadores de fluidos cambia exclusivamente con la velocidad, lo que da como resultado una respuesta que está desfasada con las cargas. Esto se debe a que la estructura tiene una flexibilidad inherente que la hace más susceptible al movimiento. En el punto donde la deformación es máxima, la fuerza de amortiguación de un amortiguador de fluido viscoso se anulará y se anulará. Esto se debe a que no hay absolutamente ningún movimiento en el disipador de calor en este momento. Debido a que los amortiguadores de fluido viscoso son básicamente sistemas que están llenos de fluido, es crucial que continúen funcionando de manera confiable incluso después de largos períodos de tiempo durante los cuales no han recibido servicio. Los materiales deben tener una alta resistencia a la corrosión, un alto nivel de robustez cuando se someten a impactos y ausencia de fuerzas de rotura. En el barril del disipador de calor, por ejemplo, hay una tensión triaxial que debe resistirse. En los Estados Unidos, el desarrollo de estándares materiales ha estado a cargo de varias entidades distintas (Mokhtari y Naderpour, 2022).

2.2 Partes principales del disipador de energía viscoso

Los componentes principales del amortiguador viscoso no lineales para el uso estructural son los siguientes:

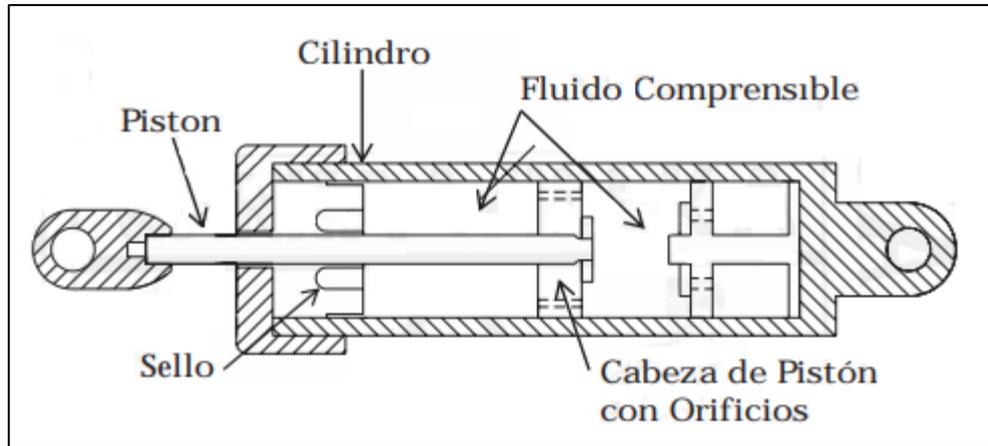


Figura 3. Partes principales del disipador de energía viscoso

Fuente: Salvatierra (2018)

Barra del Pistón: Como es el vástago del pistón el que realmente se mueve dentro del cilindro, debe ser lo suficientemente robusto para responder a cualquier fuerza de amortiguación que pueda aplicarse. El pistón es de acero de alta resistencia, idealmente de acero inoxidable, ya que funciona como una columna delgada (Mokhtari y Naderpour, 2022).

Fluido: Los fluidos utilizados en los disipadores de calor como parte de los sistemas estructurales en los Estados Unidos deben cumplir una serie de normas de seguridad y propiedad. Los únicos fluidos que cumplen estos requisitos son los basados en silicona; son no reactivos, no tóxicos y térmicamente estables; también tienen un alto punto de inflamación (Javaid y Verma, 2023).

Cilindro: Debe ser capaz de soportar la presión que ejerce el fluido. La fabricación de uno de estos a menudo solo requiere una sola pieza de tubería de acero de cierta longitud. No se permite soldar o ensamblar los componentes del cilindro disipador como medida preventiva contra la fatiga y el agrietamiento causado por el estrés (Ghanbari et al., 2023).

Sello: Es el componente que se encarga de confinar el fluido dentro del cilindro, en el punto donde el pistón se encuentra con el cilindro. El pistón y el fluido deben

ser compatibles con el sello, y el sello en sí debe ser duradero (Del Gobbo et al., 2018).

Acumulador: Permite que el vástago del pistón sufra un desplazamiento de volumen cuando entra y sale del disipador de calor en respuesta a la estimulación sísmica. Debido al acumulador, la expansión y contracción del fluido debido a los cambios de temperatura se equilibrarán (Elwardany *et al.*, 2021).

Orificios: La regulación del volumen de fluido a presión que atraviesa el pistón está determinada por las aberturas presentes en la cabeza del pistón. Las leyes de la dinámica de fluidos exigen que, si el orificio es un cilindro simple, la fuerza del amortiguador será directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del pistón (Elwardany *et al.*, 2021).

Cabeza del Pistón: El interior del cilindro está dividido por una pared, creando dos zonas de presión distintas. La generación de presión de amortiguamiento se atribuye al flujo de fluido que ocurre dentro de los orificios internos de la cabeza del pistón. Lo que controla el comportamiento del amortiguador es la forma de su apertura. El exponente que se puede generar modificando esta forma se encuentra entre 0,35 y 1,95, siendo los valores entre 1,0 y 0,35 los más adecuados para aplicaciones estructurales (Elwardany *et al.*, 2021).

2.3 Comportamiento fuerza desplazamiento

En términos de fuerzas disipadores y desplazamiento, la relación se aproxima a una elipse. Se ha demostrado que cuando la constante “ α ” disminuye, las fuerzas de amortiguamiento en los dispositivos no lineales también disminuyen (Bozzo, 2019).

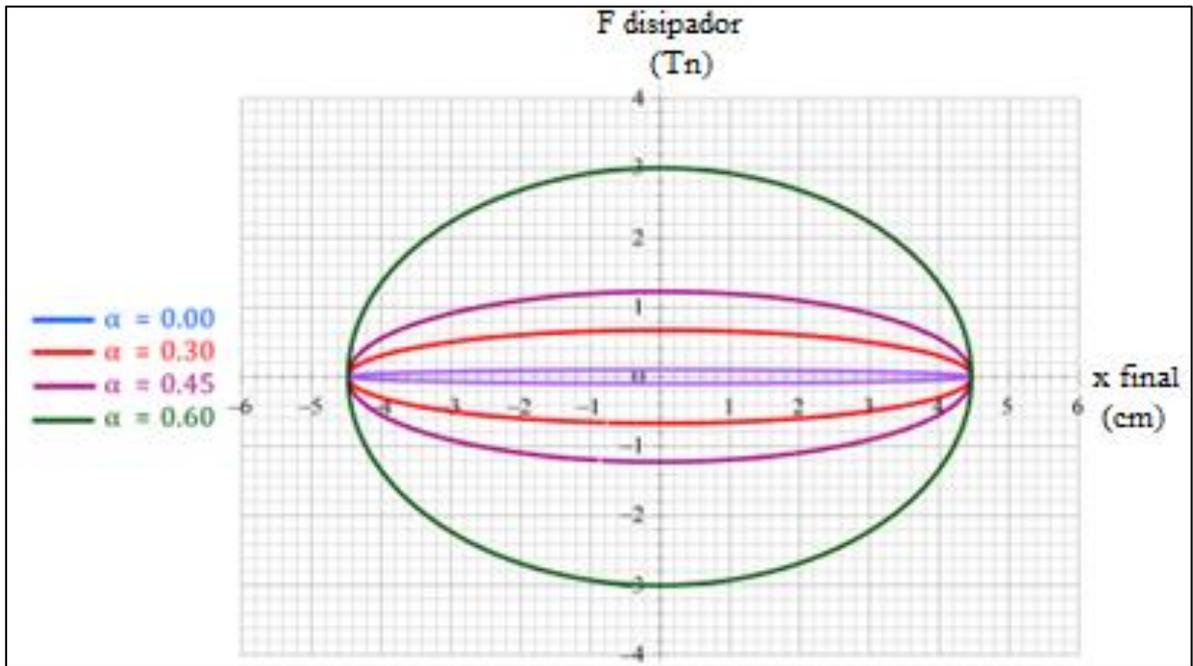


Figura 4. Relación fuerza desplazamiento con distintos valores de “ α ”

Fuente: Salvatierra (2018)

Para contrarrestar los movimientos horizontales se utilizan amortiguadores viscosos (fuerzas sísmicas). La fuerza más alta de la estructura se muestra en la imagen para que coincida con el desplazamiento máximo; en este punto, la fuerza del disipador viscoso está en su punto más bajo (Salvatierra, 2018).

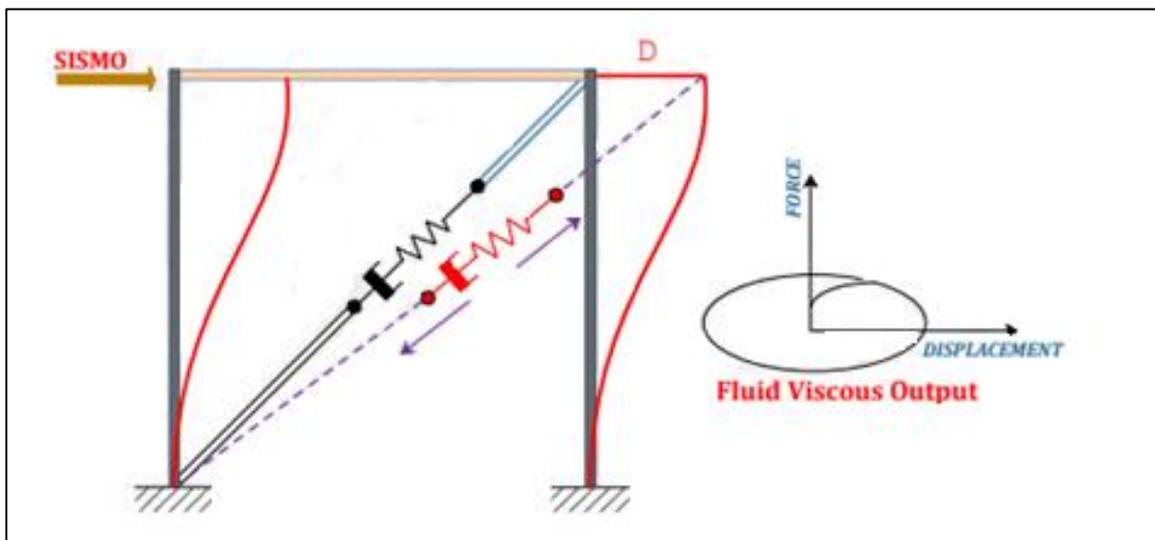


Figura 5. Desplazamiento ante una sollicitación sísmica

Fuente: Del Gobbo *et al.* (2018)

2.4 Funcionabilidad de los disipadores fluido viscoso

Esta es la funcionalidad tanto en cargas de servicio verticales como horizontales en donde se disipa una cantidad suficiente de energía, lo que evita desplazamientos que, de otro modo, podrían causar daños a otros elementos estructurales (Impollonia y Palmeri, 2018).

Ecuación general

$$F = CV^\alpha$$

Ecuación 1. *Fuerza del disipador de fluido viscoso*

- F: Fuerza del fluido viscoso en el diseño de amortiguadores
- C: El coeficiente de amortiguamiento es un parámetro que describe la velocidad a la que un sistema pierde energía debido a la fricción u otra disipación.
- V: La velocidad a la que funciona un amortiguador.
- α : un exponente de la velocidad

Propiedades del disipador de fluido viscoso

Coeficiente de amortiguamiento no lineal

El coeficiente de amortiguamiento es la característica única y definitoria del fluido dentro del cilindro de los disipadores sísmicos, y también proporciona las características del disipador derivadas de los datos de propiedades del material (Sabino *et al*, 2020).

Las cualidades del fluido dentro del dispositivo están relacionadas con su factor de amortiguamiento.

$$\Sigma C_j = \frac{Bh \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \cdot w^{2-\alpha} \cdot (\Sigma i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \text{Cos}^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Ecuación 2. *Coeficiente de amortiguamiento*

Dónde:

- B_h : amortiguamiento de la estructura causado por la viscosidad.
- C_j : El coeficiente de amortiguamiento perteneciente al disipador de calor indicado por j .
- m_i : La masa correspondiente al nivel i .
- θ_j : Se está considerando el ángulo de inclinación de un disipador de calor, indicado como j .
- \varnothing_i : Se está considerando el fenómeno del cambio modal que ocurre en el primer modo de vibración.
- \varnothing_{rj} : Dislocación modal j en la dirección horizontal relativa a los dos extremos del disipador (que representa el modo fundamental de vibración).
- A : La componente vertical de la amplitud de cambio de modo fundamental.
- ω : Frecuencia de rotación.
- λ : Indicador de lambda (parámetro intrínseco del disipador con fines de diseño asociado a un valor específico del exponente de velocidad).

Exponente de velocidad (α)

El exponente de la velocidad puede tomar valores entre 0,25 y 2, con un amortiguamiento lineal en $\alpha = 1$ y un amortiguamiento no lineal en $\alpha < 1$ y >1 . Aunque proporcionan más fuerza a velocidades más bajas, para valores mayores de 1 se requieren velocidades más altas para obtener el mismo efecto. El rango de valores más común utilizado en el diseño sísmico de estructuras está entre 0,4 y 0,5. Así, estos valores son una reacción a los impactos de la velocidad, produciendo visualmente bucles histeréticos para conocer la eficacia del disipador en su ubicación original y, posteriormente, conocer la disposición de los dispositivos a utilizar (Hu et al., 2023).

Tabla 1. *Parámetro λ respecto al exponente α*

α	λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2	2.7

Fuente: Passive Dampers (2021)

Por el contrario, la velocidad de corte o amortiguamiento se refiere a la rapidez con la que una capa de fluido se ralentiza al pasar sobre otra (Chen y Wu, 2022).

Disipación de la energía del fluido viscoso

Un amortiguador de fluido viscoso disipa la energía, empujando el líquido a través de un orificio, produciendo una presión de amortiguamiento que crea una fuerza, la cual no aumenta significativamente las cargas sísmicas para un grado comparable de la deformación estructural, la siguiente ecuación refleja la obtención de la energía tomada por el disipador frente a la energía producida por las solicitaciones sísmicas sobre la estructura.

$$\% \text{ Disipación de energía} = \frac{\text{Energía DFV}}{\text{Energía de entrada}}$$

Ecuación 3. *Disipación de energía del disipador*

2.5 Distribución óptima en una edificación

Los amortiguadores, cuando se utilizan como parte de un sistema integral de protección contra terremotos, pueden mejorar significativamente la resiliencia de un edificio a los temblores, como afirma Salvatierra (2018). Optimizar su número, capacidad y ubicación dentro del edificio es fundamental para lograr sistemas de disipación de energía efectivos y eficientes. Los modelos de marco plano se emplean a menudo en las evaluaciones de diseño estructural, a pesar de que ignoran los efectos de torsión que ocurren en las estructuras tridimensionales. Desde hace poco tiempo se utilizan disipadores de energía para mitigar los efectos de torsión de este tipo de edificios. (Hu et al., 2023) presentaron uno de

los primeros estudios que se centra en las estructuras tridimensionales proponiendo un método para distribuir uniformemente los dispositivos de disipación de energía viscosa de tal manera que se tengan en cuenta los efectos flexo-torsionales, al mismo tiempo que se minimiza el valor cuadrático medio máximo de rotaciones relativas entre plantas.

Partiendo de una distribución uniforme sobre dos tramos seleccionados como ubicación inicial, (Liu et al., 2018) sugirieron una técnica de reubicación no lineal del disipador que busca el sitio ideal reubicando el dispositivo del lugar con la menor cantidad de tiempo. Elevar iterativamente el nivel de distorsión hasta que alcance su valor máximo.

2.6 Criterios de ubicación de los disipadores

Existe una correlación directa entre dónde se instalan los amortiguadores y qué tan bien funcionan (Passive Dampers, 2021). Diversas investigaciones en el área han arrojado algunas sugerencias generales para el sitio, que incluyen:

- i) Cuando sea posible, los dispositivos de disipación se colocan simétricamente a lo largo del eje vertical de un edificio.
- ii) Es recomendable instalar disipadores de calor en las entreplantas que sufran mayor desplazamiento relativo y en los componentes de la máquina que presenten mayor velocidad al inicio. Tras un proceso sistemático de experimentación y perfeccionamiento, se ha determinado la ubicación óptima de los amortiguadores (Passive Dampers, 2021).
- iii) Para reducir los efectos de torsión en los edificios, los dispositivos se instalan normalmente en la fachada, lejos de los centros de gravedad del suelo (Passive Dampers, 2021).
- iv) Vale la pena señalar que la ubicación de la compuerta está fuertemente influenciada por el propósito y el diseño del edificio. Dado que la posición de los amortiguadores es crucial para que el edificio funcione según lo previsto, es imperativo que todos los especialistas en diseño y construcción que participan en el proyecto lleguen a un acuerdo sobre su ubicación (Passive Dampers, 2021).

Según el libro (Passive Dampers, 2021) se recomienda tener en cuenta lo siguiente: Si se desea enfatizar una determinada dirección, se deberá emplear al menos dos dispositivos. Es crucial que el edificio no tenga fallas en su construcción. Todos los niveles necesitan colocación de dispositivos. La torsión se puede evitar si la simetría es una prioridad.

2.7 Disposición de los disipadores de fluido viscoso

▪ Disposición Chevron Brace

Los disipadores de calor están posicionados longitudinalmente en la base de la viga, lo que resulta en una tensión excesiva en el área central de la viga. Esto es a pesar de la configuración de refuerzo Chevron que optimiza la efectividad del amortiguador para contrarrestar el movimiento lateral a lo largo del eje longitudinal de los disipadores de calor. Para abordar esta ineficiencia, el diseño incorpora una viga de acero para soportar la tensión (Ghanbari et al., 2023).

En la figura 6 se puede observar la disposición Chevron Brace con ambos disipadores paralelos y con un valor " C_0 " como coeficiente de amortiguamiento y un factor " f " que representa el coseno del ángulo que forma este dispositivo con la horizontal igual a 1, por ser coseno de 0.

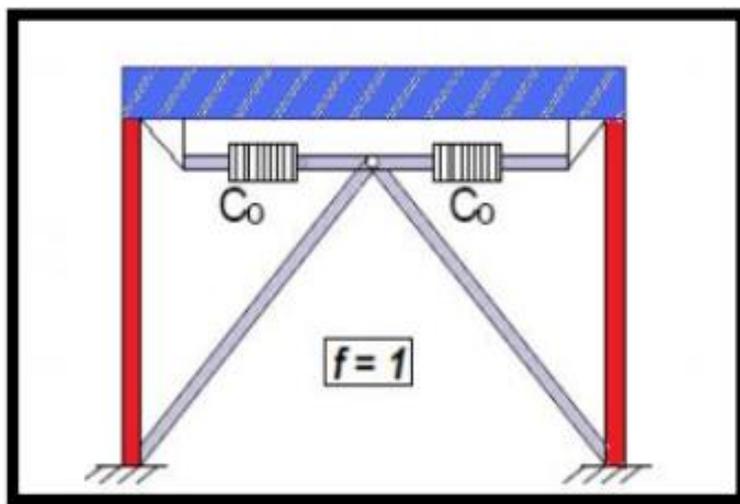


Figura 6. Disposición Chevron Brace.

Fuente: Ghanbari et al. (2023)

▪ Disposición diagonal simple

En contraste con el Chevron Brace, los gastos incurridos se reducen comparativamente ya que basta con un solo brazo de metal y la viga está sujeta a una tensión mínima. La configuración de arriostramiento diagonal únicamente proporciona una fuerza de amortiguación que se opone al desplazamiento lateral. Además, la eficacia de este mecanismo amortiguador está supeditada a la orientación del arriostramiento diagonal con respecto al marco en el que se instala, ya que su inclinación reduce su capacidad amortiguadora (Ghanbari et al., 2023).

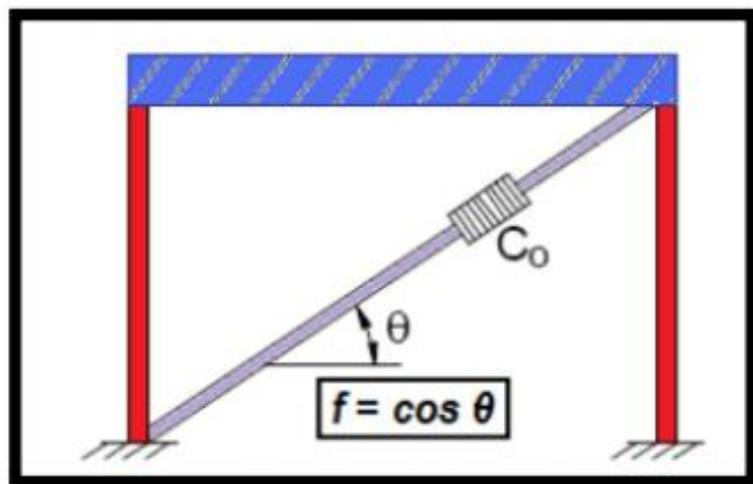


Figura 7. Disposición diagonal simple.

Fuente: Ghanbari et al. (2023)

2.8 Niveles de desempeño

El nivel de eficiencia describe un grado limitado de daño. Es un punto de referencia de lo que es aceptable basado en tres criterios:

- 1) Se pueden causar daños físicos tanto a las partes estructurales como a las no estructurales.
- 2) Este daño representa un riesgo directo e inmediato para la vida de cualquier persona dentro de la estructura.
- 3) Restaurar la utilidad de un edificio después de un terremoto

El documento HAZUS de la Metodología de Estimación de Pérdidas por Riesgos Múltiples, que fue desarrollado por FEMA, se utilizó para lograr la deriva deseada. La clasificación de un edificio, tal como se presenta en la siguiente tabla, está determinada por su sistema estructural y altura.

Tabla 2. Designación según tipo de estructura

Sistema estructural	Categoría	Nro. de pisos	Designación
Sistema aporticado	Bajos	1-3	C1L
	Medianos	4-7	C1M
	Altos	8+	C1H
Muros estructurales de concreto armado	Bajos	1-3	C2L
	Medianos	4-7	C2M
	Altos	8+	C2H
Sistema aporticado y mampostería reforzada	Bajos	1-3	C3L
	Medianos	4-7	C3M
	Altos	8+	C3H

Fuente: Hazus (2020)

Tabla 3. Niveles de desempeño en función al daño

Tipo	Distorsión angular de entrepiso en el límite de daño estructural, δ_{ab} en edificios de concreto armado			
	Daño leve	Daño moderado	Daño severo	Daño completo
C1L	0.0050	0.0100	0.0300	0.0800
C1M	0.0033	0.0057	0.0200	0.0533
C1H	0.0025	0.0050	0.0150	0.0400
C2L	0.0040	0.0100	0.0300	0.0800
C2M	0.0027	0.0067	0.0200	0.0533
C2H	0.0020	0.0050	0.0150	0.0400
C1L	0.0050	0.0057	0.0230	0.0600
C1M	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400
C1H	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300
C2L	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600
C2M	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400
C2H	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300
C1L	0.0050	0.0050	0.0020	0.0500
C1M	0.0033	0.0053	0.0133	0.0333
C1H	0.0025	0.0040	0.0100	0.0250
C2L	0.0040	0.0076	0.0197	0.0500
C2M	0.0027	0.0051	0.0132	0.0333
C2H	0.0020	0.0038	0.0099	0.0250
C3L	0.0030	0.0060	0.0150	0.0350
C3M	0.0020	0.0040	0.0100	0.0233
C3H	0.0015	0.0030	0.0075	0.0175

Fuente: Hazus (2020)

2.9 Características de los disipadores de fluido viscoso

(Navarro, 2019) analiza la utilización de disipadores de fluidos viscosos en varios edificios, destacando su función e implicaciones en la instalación.

En función al sistema estructural convencional

(Navarro, 2019) planteó que la capacidad de los dispositivos de fluido viscoso para disipar energía es directamente proporcional al aumento del desplazamiento o velocidad relativa. Los citados dispositivos facilitan dichos desplazamientos mediante el fluido viscoso que contienen, que se vuelve operativo al iniciarse el movimiento, sometiendo así a la estructura a aceleraciones y generando altas velocidades en los amortiguadores.

En función de la incorporación en la estructura

(Navarro, 2019) afirmó que estos dispositivos son utilizados en diversas naciones para fortalecer estructuras preexistentes. Dicho de otra manera, es factible integrar medidas de sostenibilidad no solo durante las etapas iniciales del desarrollo de un proyecto, sino también en un momento posterior mediante la modificación del marco existente. Las ventajas incluyen una mayor eficiencia estructural sin la necesidad de materiales rígidos como hormigón armado o arriostramiento metálico, lo que hace de esta una opción potencialmente atractiva. A menudo se montan en porches y patios. Esto tiene una ventaja significativa sobre los sistemas de aislamiento sísmico, por lo que se implementó. Los amortiguadores se utilizan en la construcción actual para mitigar los efectos de la vibración en los componentes no estructurales, como los electrodomésticos y la iluminación. El acto de instalarlo facilita una disminución de las secciones estructurales del casco, lo que en última instancia conduce a una reducción de los gastos generales asociados con el proyecto.

En función a la estética de la estructural

Según los hallazgos de (Navarro, 2019), estos dispositivos generalmente se incorporan a la estructura de un pórtico y se pueden ocultar discretamente detrás de los tabiques de paneles de yeso, lo que ejerce un impacto mínimo en la coherencia arquitectónica del edificio. No obstante, cabe señalar que ciertos

especialistas en la materia consideran la exposición de los amortiguadores como una mejora arquitectónica, lo que redundará en un aumento significativo del valor del proyecto.

En función a la vida útil de la estructural

(Navarro, 2019) afirmó que, incluso después de un evento sísmico, la vida funcional de 60 años de una estructura significa que no es necesario mantener ni reemplazar los dispositivos de fluido viscoso de Taylor Devices. Las fugas se eliminan sellando y pisoteando. El sector militar que participó en el estudio respalda esta afirmación, y el gobierno de EE. UU. Respalda a la NASA, que colabora estrechamente con el Centro Nacional para la Investigación de Ingeniería Sísmica (NCEER). Dado que la construcción de estas propiedades comenzó en 1955, hay muchas estructuras en todo el mundo que dan fe de su validez.

En función al costo del proyecto

Navarro (2019) afirma que las siguientes variables afectan el precio total asociado a los amortiguadores de un edificio:

- Cambios en el suelo y el estado del suelo.
- El tipo de estructura.
- El nivel previsto de logro o eficacia.
- La cantidad de amortiguadores.
- Cuáles son sus capacidades de disipación de fuerza, desplazamiento y velocidad.
- Los componentes estructurales, las conexiones o los cimientos existentes deben reforzarse.
- Especificaciones para la construcción y montaje.
- Interrupción del uso normal del edificio debido a renovación o mantenimiento.

Debió haber expertos en varias disciplinas disponibles para poder manejar la mayor cantidad posible de estas variables. El costo de los disipadores de calor cambia en respuesta a los detalles proporcionados.

En la mayoría de los casos, los disipadores de calor de Taylor solo representan una pequeña fracción del precio total. Al buscar estos dispositivos, es crucial tener todas las siguientes especificaciones concretas: las fuerzas máximas permitidas, el coeficiente de amortiguamiento, el exponente de velocidad, la velocidad máxima permitida, la disposición del disipador y la cantidad de dispositivos necesarios en base al diseño y estructura del proyecto. Los costos varían. El proyecto requerirá 165 disipadores de calor KIP, cada uno de los cuales cuesta \$6500 (Li, 2020).

En función a la importancia en la estructura

Según (Martinez-Paneda y Elghazouli, 2021) afirmaron que el gasto de implementar un sistema de amortiguamiento es insignificante en comparación con los gastos incurridos en la reconstrucción de la estructura y el contenido de un edificio después de un evento sísmico. Comercialmente, la adición de sistemas de amortiguación contemporáneos a edificios de oficinas y departamentos es una inversión que vale la pena. De acuerdo con los estándares de OSHA, no presenta riesgo de incendio o explosión. De -40 grados a +160 grados, el dispositivo puede funcionar.

Se garantiza que los amortiguadores de fluidos viscosos de Taylor nunca necesitarán servicio. No hay necesidad de cambios de aceite, acumuladores, monitores de nivel de líquido o depósitos externos. Llevamos casi 50 años desarrollando y produciendo dispositivos de amortiguación de fluidos, y esta experiencia beneficia a todos nuestros clientes (Li, 2020).

Los edificios con disipadores de energía siempre tendrán un precio de venta más alto que los edificios regulares, ya sea que alberguen oficinas o departamentos.

2.10 Fabricantes del disipador de fluido viscoso

La empresa estadounidense Taylor Devices, que según (Navarro, 2019) es el líder de la industria en la creación de componentes de absorción de impactos que utilizan compresión y gestión de fluidos con el fin de disipar la energía de impacto, es el principal fabricante de dichos dispositivos. Los dispositivos de Taylor son ventajosos ya que no necesitan mantenimiento antes, durante o después de cumplir con los requisitos de carga. CDV Per, que produce y vende

amortiguadores sísmicos viscosos, es ahora el distribuidor exclusivo de los productos Taylor en Perú. En la misma línea, Prisma Ingenieros es un consorcio de empresas que se destaca en el diseño estructural y provee disipadores de energía para seguridad sísmica.

Enfoques conceptuales

- **Análisis tiempo-historia:** Se debe aplicar un mínimo de cinco registros de aceleración horizontal (Acelerogramas) al problema, y los resultados deben normalizarse de modo que la aceleración más alta coincida con el valor máximo anticipado en la ubicación del proyecto. Solo relevante para estructuras únicas (Asadpour et al., 2022).
- **Derivas:** La cantidad de distorsión o deriva en un entrepiso es igual a la diferencia en el desplazamiento lateral entre dos niveles sucesivos cualesquiera de la estructura dividida por la altura del entrepiso en cuestión (Elwardany et al., 2021).
- **Cortante Basal:** Según la definición de (Santillán, 2019), el cortante basal se define de la siguiente manera: El cortante basal es el cortante total que actúa sobre la estructura, y es una representación de los cortantes que actúan sobre cada piso.
- **Periodo de Vibración:** La cantidad de tiempo que debe pasar antes de que pueda ocurrir una oscilación en la dirección en consideración (Deringöl y Güneyisi, 2021).
- **Irregularidad Torsional:** La irregularidad torsional se puede identificar en un edificio cuando el desplazamiento relativo máximo (max) de un piso en un extremo de la estructura excede 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio (Δ_{max}) de los extremos del mismo entrepiso bajo condiciones de carga idénticas (Δ_{prom}) (Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, 2018).
- **Centro de masa:** El centro geométrico de cada piso es donde se empaqueta la mayor parte de la masa en un área relativamente pequeña (Abanto, 2018).
- **Centro de rigidez:** Si la estructura presenta rotación, se producirá con respecto a este punto, que es el lugar de máxima rigidez y alrededor del cual gira la estructura (Abanto, 2018).

- **Aceleración pico del sismo (PGA):** Es un parámetro igual a la aceleración máxima del suelo que se produce durante un terremoto en una ubicación determinada (Manfredi y Cosenza, 2021)
- **Stroke:** Se denomina a la deformación máxima en unidades (m, cm o mm) que ocurre en el dispositivo de fluido viscoso al momento de su diseño (Chen y Popovski, 2020).
- **Excentricidad:** Es la separación física entre el CM y CR de una estructura, o su centro de masa y centro de rigidez (Martinez-Paneda y Elghazouli, 2021).
- **Costo del sistema estructural:** Costo de la estructura convencional incluyendo casco estructural, acabos e instalaciones sanitarias y eléctricas (Cáceres et al., 2020).
- **Costo del sistema de disipación de energía:** Costo de los dispositivos viscosos en función a la fuerza de diseño y numero sobre el área total techada (Cáceres et al., 2020).
- **Costo global:** Suma de costos de la estructura convencional y de los amortiguadores de fluido viscoso (Bakhshinezhda y Mohebb, 2020).
- **Fuerza de diseño del dispositivo:** En términos de fuerzas disipadoras y desplazamiento, la relación se aproxima a una elipse. Se ha demostrado que cuando la constante disminuye, las fuerzas de amortiguamiento en los dispositivos no lineales también disminuyen (Salvatierra, 2018).
- **Espesor de la horquilla:** Es el espesor de la boca del amortiguador de fluido viscoso (Bakhshinezhda y Mohebb, 2020).
- **Irregularidad en altura y planta:** Irregularidad que considera una serie de factores para poder determinar la ductilidad final de nuestra estructura.
- **Sistema estructural:** El tipo de sistema estructural según la fuerza cortante tomada en la base por los elementos estructurales resistentes (Navarro, 2019)
- **Energía de entrada (input):** Energía producto de las solicitaciones sísmicas en la base de la estructura que toma la edificación (Impollonia y Palmeri, 2018).

- **Energía de la estructura:** Energía que toma los elementos estructurales de la edificación para resistir la demanda sísmica (Impollonia y Palmeri, 2018).
- **Energía no lineal del amortiguador viscoso:** Energía no lineal que toma los amortiguadores de fluido viscoso dejando únicamente la parte elástica a la estructura convencional (Zhou et al., 2022).
- **Factor de reducción de respuesta sísmica:** Coeficiente producto de la división entre la deriva máxima obtenida del análisis lineal espectral con $R=1$ y la deriva objetivo (Palermo y Silvestri, 2020).
- **Amortiguamiento efectivo:** Amortiguamiento que la estructura deberá tomar para alcanzar la deriva objetivo deseada (Zhou et al., 2022).
- **Amortiguamiento viscoso:** Amortiguamiento neto descontando el amortiguamiento total de la edificación con el amortiguamiento crítico natural de las edificaciones nuevas (Palermo y Silvestri, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según (López, 2020), el tipo de estudio que da respuesta a problemas prácticos se denomina “investigación aplicada”. Los investigadores aplicados intentan obtener nueva información que pueda usarse para abordar problemas del mundo real.

La presente investigación ha sido catalogada como una instancia de investigación aplicada, ya que su objetivo es abordar un tema práctico. Esta clasificación se ha derivado de la investigación más reciente disponible.

El objetivo principal de la investigación descriptiva, como afirma (López, 2020), es perfilar los componentes y eventos bajo estudio caracterizando sus rasgos, características y perfiles.

El problema se presenta de una manera lógicamente estructurada, de acuerdo con el nivel de investigación típicamente asociado con la investigación descriptiva. Esta definición se alinea con la caracterización de (Rodríguez et al., 2021) de una descripción integral de una determinada entidad o cohorte, así como de una ocurrencia, con el objetivo de determinar la configuración o conducta del objeto.

3.1.2 Diseño de investigación

Según (Joshi, 2019), el propósito del diseño transversal descriptivo comparativo es caracterizar un fenómeno observado mediante la comparación de datos de múltiples muestras que se enfocan en el mismo fenómeno o aspectos del mismo. Esta comparación se puede realizar en los datos agregados o en un subconjunto de los datos.

Según este análisis, el diseño que se aplicó en la presente investigación fue el no experimental tipo transversal descriptivo.

En el enfoque cuantitativo se propone una técnica secuencial con el objetivo de validar supuestos específicos, aunque siempre orientada a la realidad objetiva, como lo plantean (Hernández *et al.*, 2018). Al mantener este nivel de dominio, los

hallazgos numéricos precisos pueden ser tanto representativos como generalizables.

El estudio actual tuvo un enfoque cuantitativo ya que se pudo probar nuestra hipótesis a partir de la utilización de datos que se pudieron contar, medir y analizar.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Integración de disipadores de fluido viscoso

- Definición conceptual: El funcionamiento de un amortiguador viscoso se basa en la utilización de un pistón hidráulico, aceite de silicona y la ausencia de válvulas mecánicas. Estos dispositivos, a diferencia de algunos otros conocidos como disipadores de calor, son capaces de dispersar adecuadamente el calor sin correr el riesgo de sufrir ningún tipo de daño interno (Impollonia y Palmeri, 2018).
- Definición operacional: El desempeño sísmico de los edificios se determina considerando tres factores: la magnitud del terremoto, el grado de desempeño que se anticipa y la cantidad de relevancia o uso que se le dará a la estructura, y luego vinculando estos factores a través de una matriz de desempeño

Variable dependiente: Mejoramiento del desempeño sísmico

- Definición conceptual: Según la definición de (Chen y Wu, 2022) la resistencia sísmica es la probabilidad de que un edificio resista un fuerte sismo sin derrumbarse, así como la probabilidad de que no sufra daños por un sismo moderado.
- Definición operacional: Los indicadores de desempeño sísmico se optimizarán a través de una serie de iteraciones dentro del software ETABS, teniendo en cuenta la distribución y disposición de los indicadores.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

(Thomas, 2021) define a la población como el conjunto de todos los individuos o elementos que forman parte de la región geográfica en estudio.

A la luz de lo anterior, la población para este estudio consiste en todas las estructuras en el área de Los Olivos que tienen al menos 8 pisos de altura y caen en la categoría de uso común.

Criterio de inclusión; Los criterios de inclusión, según lo estipulado por (Joshi, 2019) se refieren a los atributos específicos que debe poseer un elemento para ser considerado elegible para participar en la investigación de investigación. Como resultado, este estudio solo incluirá estructuras de 8 pisos o más con una clasificación de uso común que estén ubicadas en el área de Los Olivos.

Criterio de exclusión, Asimismo, las personas que tienen el potencial de influir en los resultados de la investigación no pueden participar en el estudio, según lo estipulan los criterios de exclusión de (Bairagi y Munot, 2019). Como resultado, en la zona de Los Olivos, solo se consideraron para esta investigación los edificios altos con más de 8 pisos, mientras que los edificios bajos con usos comunes se descartaron.

3.3.2 Muestra

Según la investigación realizada por (Ñaupas *et al.*, 2018), una muestra se refiere a un grupo más pequeño de individuos que se selecciona de una población más grande a través de varios métodos. Se espera que la muestra seleccionada sea una representación fiel y precisa de la población mayor, poseyendo todas las características de esta última.

El presente estudio utilizó una muestra compuesta por un edificio en altura de 10 pisos destinado tanto a uso residencial como comercial, ubicado en la localidad de Los Olivos, como representante de la categoría de uso común.

3.3.3 Muestreo

El muestreo, tal como lo definen (Rivera, 2020), implica seleccionar subconjuntos de una población de los cuales se pueden recopilar datos para evaluar la solidez de las hipótesis y sacar conclusiones sobre el total.

En este estudio, los edificios de gran altura (más de 8 pisos) que se utilizan con frecuencia en el área de Los Olivos se muestrearon de manera no probabilística, ya sea intencionalmente o por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos, o la recopilación de cualquier otro tipo de información, es la etapa inicial en el análisis, dicen (Briceño-Yen, 2022). Cualquier suceso en el mundo natural podría verse potencialmente, lo cual consiste en visualizarlo conscientemente de acuerdo con un conjunto preestablecido de criterios. Con base en los resultados del modelo de ejecución, se eligió la observación directa como el método de elección.

Instrumentos de recolección de datos

Según (Ñaupas *et al.*, 2018) un instrumento se caracteriza como el medio por el cual se pueden documentar todos los datos recopilados durante una indagación, ya sea una herramienta física o conceptual. La selección del instrumento apropiado para el propósito previsto depende de la metodología de investigación empleada.

El proyecto de investigación actual utilizó fichas técnicas para analizar los resultados obtenidos a partir de los datos generados mediante el uso del software ETABS 2021, como se anunció anteriormente.

Validez

Según (Thomas, 2021), un conjunto dado de índices puede no ser transferible entre diferentes usos del mismo instrumento. Debes tener esto en cuenta. Por lo tanto, el propósito de un instrumento debe tenerse en cuenta al determinar la validez del instrumento.

Tres jueces expertos, cada uno con un gran conocimiento en sus propios campos de estudio, se encargaron de evaluar la confiabilidad y validez del instrumento.

Tabla 4. Rango de validez

Rango de validez	Alfa de Cronbach (α)
Validez nula	0.53 a menos
Validez baja	0.54 a 0.59
Valida	0.60 a 0.65
Muy Valida	0.66 a 0.71
Excelente Validez	0.72 a 0.99
Validez Perfecta	1

Tabla 5. Validez de contenido del instrumento por expertos

No.	Grado académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1	Ing.	Bryan Andreé Lozano Meneses	273324	1
2	Ing.	Alex Vladimir Rojas Perez	217002	1
3	Ing.	José Andrés Caballero Abanto	200905	1

Fuente: Elaboración propia

La puntuación de validez media es 1, que cumple los criterios de validez perfecta, tal como se describe en la tabla de rangos de validez.

Confiabilidad

Los autores, (Briceño-Yen, 2022) tienen fe en las conclusiones por la consistencia y confiabilidad de los datos recolectados. El hecho de que no haya discrepancia entre los dos conjuntos de datos muestra que ambos son precisos. Dado que se disponía de una licencia válida para ETABS 2020 v.20.0.0 Ultimate, se podía confiar en los datos proporcionados por la herramienta de recopilación.

3.5. Procedimiento

Libros, catálogos, monografías, publicaciones periódicas, tesis, Internet, la prensa y muchas otras fuentes serán los principales medios por los que obtendremos conocimientos en este nivel.

Etapas 1: Estudios Básicos

- Topografía
- E.M.S _ NTP E 0.50
- Plano Estructural

- Plano Arquitectónico

Etapas 2: Caracterización del modelo simulado

- Predimensionamiento de elementos estructurales
- Cálculo del metrado de cargas
- Modelamiento 3D de la edificación mediante el programa ETABS 2021

Etapas 3: Definición de los parámetros y propuesta alternativa

- Distribución de la cantidad y ubicación de amortiguadores viscosos no lineales en el eje “X” y “Y” a lo largo de toda la altura siguiendo las recomendaciones del ASCE 7 -10 capítulo 18.
- Definición de los estilos de instalación de los disipadores, ya sea en disposición diagonal o Chevron.
- Límites de nivel de desempeño por ATC – 40 o la propuesta del SEAOC Visión 2000 Comité (1995).
- Definición de los objetivos de desempeño ubicando el tipo de edificación que vamos a utilizar y elección del sismo de diseño.
- Establecimiento de la deriva objetivo y niveles de daño.

Etapas 4: Ejecución del modelo y cálculo de indicadores

- A partir del registro sísmico de diseño se realizará el espectro de respuesta con 5 % de amortiguamiento para ambos componentes “x” y “y”.
- Programación y optimización metaheurística (ensayo – error) para obtener el valor de Cd del amortiguamiento variable a lo largo de la altura de la edificación.
- Obtención de la deriva de entrepiso y variación de energía para cada individuo perteneciente a la función objetivo producto de la generación de valores previamente ejecutados.
- Obtención de la fuerza axial de diseño para los dispositivos a usar.
- Costo de los dispositivos a usar
- Costo global

Etapas 5: Evaluación del modelo simulado

- Contrastación de la deriva objetivo con la obtenida.

- Sistema de amortiguación final (ubicación y números de dispositivos de disipación de energía final)

3.6. Método de análisis de datos

(Hernández *et al.*, 2018) postulan que el análisis de datos de un investigador está sujeto a la influencia tanto de los intereses del investigador como del nivel de examen de variables e hipótesis. El campo del análisis estadístico abarca varios subcampos, incluidos el análisis multivariante, las pruebas paramétricas y no paramétricas, y la estadística descriptiva e inferencial, entre otros. Estos subcampos se pueden subdividir en áreas de estudio más específicas.

Debido a que todos los datos de la memoria de cálculo se organizaron en formato Excel, el análisis de los datos utilizados en la presente investigación fue del tipo descriptivo cuantitativo. Esto se hizo con el fin de comparar los datos con la normativa vigente que se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.30 y el Comité VISIÓN 2000.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se llevó a cabo con la máxima franqueza y honestidad, con la atribución correcta de todos los datos utilizados de conformidad con todas las leyes y reglamentos aplicables, y con el máximo respeto por la propiedad intelectual de todos los autores mencionados.

IV. RESULTADOS

OG: Determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.

En esta sección, presentamos y evaluamos los hallazgos de nuestro estudio, comenzando con el modelado y asignación de carga de nuestra estructura convencional y continuando con el diseño e integración en la estructura de los disipadores de fluido viscoso.

4.1. Descripción de la estructura

El edificio investigado es una construcción de 10 pisos con un área de alrededor de 540,00 m² que fue diseñado para albergar apartamentos. Las dimensiones de esta estructura son de 18 metros en el lado más bajo y 30 metros en el más largo, con una altura de 4,00 metros en la planta baja y 3,50 metros en los pisos superiores.

Como se puede observar en la Figura 8, la estructura considerada está compuesta por un sistema estructural de tipo muro de concreto armado en ambas direcciones X-Y. La planta es regular en planta y altura para este modelo. La estructura prevista se levantaría en el barrio Los Olivos, donde el suelo es de calidad intermedia (tipo S2).

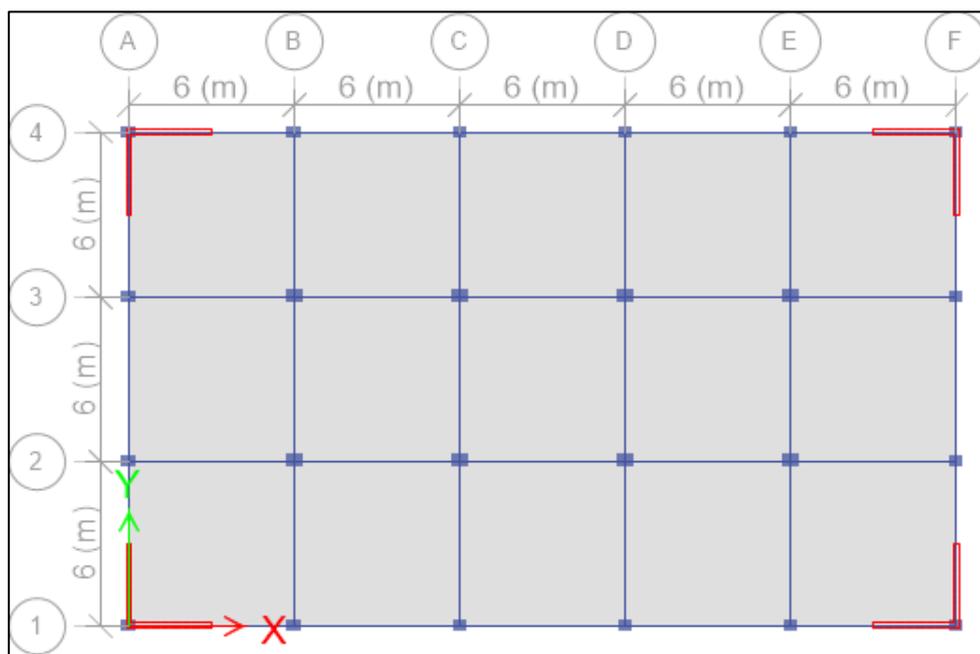


Figura 8. Configuración estructural de la edificación

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Datos generales, materiales y cargas

Categoría de la edificación: A la estructura se le asignó una clasificación Común © de acuerdo con el estándar del RNE E030.

Configuración estructural: Según el análisis de la edificación tanto en planta como en altura ese se considera regular.

Sistema estructural: Se asignó un sistema basado en fuerzas cortantes soportados en más del 70% por placas (Muros estructurales R=6).

Los siguientes materiales han sido considerados en el presente estudio:

Tabla 6. Características mecánicas de los materiales

Material	Propiedad	Símbolo	Valor
Concreto	Resistencia a la compresión	f_c	280 kg/cm ²
	Módulo de elasticidad	E_c	250998 kg/cm ²
	Peso específico	γ	2400 kg/cm ³
	Coefficiente de Poisson	ν	0.2
Acero	Esfuerzo de fluencia	F_y	4200 kg/cm ²
	Módulo de Elasticidad	E_s	2100000 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

4.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

El predimensionamiento permite la provisión de dimensiones con las secciones de los componentes estructurales en las peores circunstancias posibles, asegurando que puedan responder bien a las solicitudes derivadas del sismo y la carga de la gravedad.

4.2.1. Losa maciza armado en dos direcciones

Es una losa monolítica hecha de una composición de hormigón y varilla de acero. Poder abarcar una distancia más amplia entre sus soportes depende de la rigidez, que aumenta con el espesor donde la relación de tramo mayor a tramo menor es 2.0 o mayor. El panel de piso se convierte en una losa en dos direcciones cuando esta relación cae por debajo de 2.

Para una $L_n=6m$

$$h = \frac{6}{30} = 0.20 m$$

Así, la fórmula empleada en la ecuación anterior que obedece para luces menores a 7.5 m hace que nuestra losa maciza armada en dos direcciones requiera un espesor de 20 cm en todos los niveles.

4.2.2. Vigas

En la mayoría de los casos, el vano libre se tiene en cuenta al dimensionar las vigas, ya que el peralte se calcula mediante la siguiente ecuación:

Para una $L_n=6 m$

Tabla 7. Dimensiones de las vigas

Vigas						
Tipo	Peralte		Base		Peralte Optado (m)	Base Optado (m)
	L/10	L/12	3/10H	½H		
VP-101	0.6	0.5	0.2	0.3	0.60	0.30
VP-102	0.6	0.5	0.2	0.3	0.60	0.30

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, los elementos estructurales a emplear en el edificio son VP-101 (30x60cm) en el eje x-x y VP-102 (30x60cm) en el eje y-y.

4.2.3. Columnas

Las columnas son componentes estructurales que actúan con flexo-compresión y cortante, además pueden soportar tanto cargas verticales (como el propio peso) como fuerzas horizontales (como terremotos y vientos).

Tabla 8. Secciones de las columnas

Columnas							
Tipo	P (kg/cm ²)	Área (m ²)	f'c (kg/cm ²)	N	A (cm)	B (cm)	Verificación B/A
C-1	1000	36	280	10	60	50	CUMPLE
C-2	1000	18	280	10	50	40	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Las secciones finales de las columnas serán uniformes, serán de las siguientes medidas; 50x60cm para columnas centradas y 40x50cm para columnas excéntricas y esquineras.

4.3. Metrado de cargas

El proceso de medición de carga implica evaluar las cargas verticales que se colocan en los diversos componentes estructurales de la estructura. La carga muerta (CM) y la carga viva (CV), dos tipos diferentes de cargas, están representadas por estas cantidades.

A continuación, se definen las cargas consideradas según la Norma E.020 para el diseño.

Tabla 9. Metrado de cargas

Tipo de carga	Cargas unitarias	Valor
Carga muerta	Peso de la losa maciza	0
	Peso de tabiquería	100 kg/cm ²
	Peso de piso terminado	100 kg/cm ²
Carga viva	Sobrecarga (piso típico)	200 kg/cm ²
	Sobrecarga (azotea)	100 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la estructura pertenece a la categoría C, para el estudio sísmico se tuvo en cuenta el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

4.4. Análisis lineal dinámico modal espectral

El estudio se realizó de acuerdo con las metodologías sugeridas, considerando las propiedades de los materiales y las cargas que actúan sobre la estructura que afectan su comportamiento en respuesta a sollicitaciones sísmicas. Los resultados se presentan a continuación.

Mediante el desarrollo de modelos matemáticos que tengan en cuenta el papel que desempeñan los componentes estructurales al influir en la rigidez lateral de cada nivel de la estructura, se determina el comportamiento dinámico de las estructuras. Debido a que las fuerzas de los terremotos son de tipo inercial y proporcionales a su peso, es importante describir cuánta fuerza está presente en cada masa de la estructura y dónde se distribuye. La losa se ha considerado indefinidamente rígida frente a las actividades en su plano a lo largo del análisis de la estructura. Se pensaba que los soportes estaban enterrados bajo tierra. Teniendo en cuenta lo comentado anteriormente, se ha modelado el edificio.

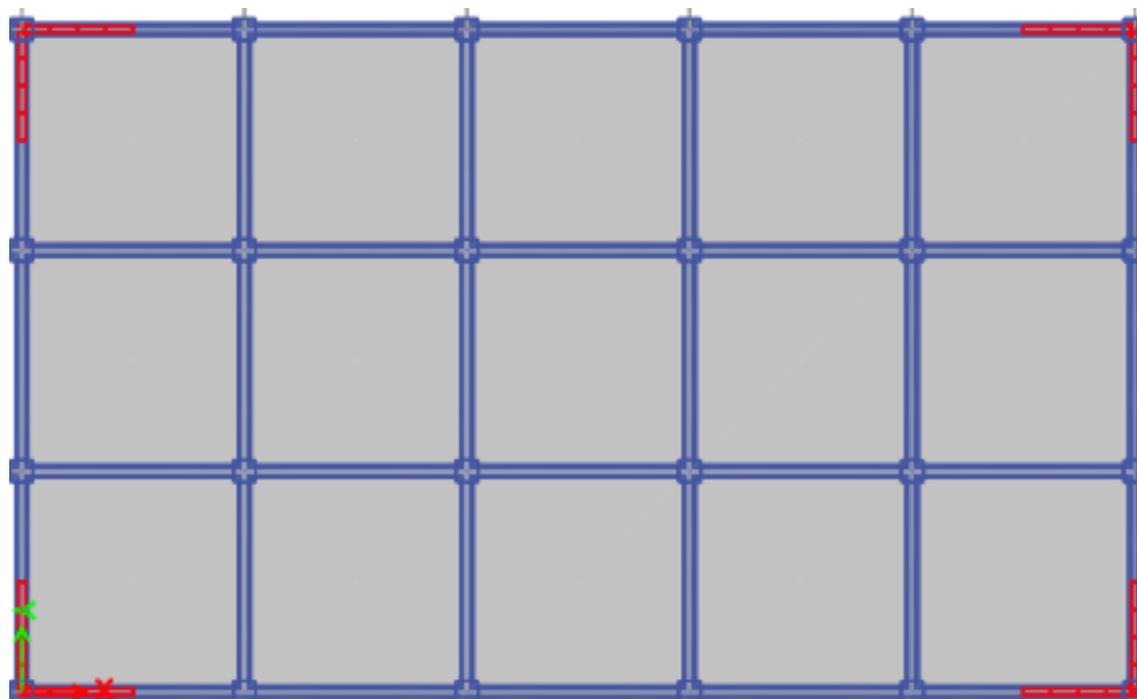


Figura 9. Vista en planta de la edificación de 10 pisos

Fuente: Elaboración propia

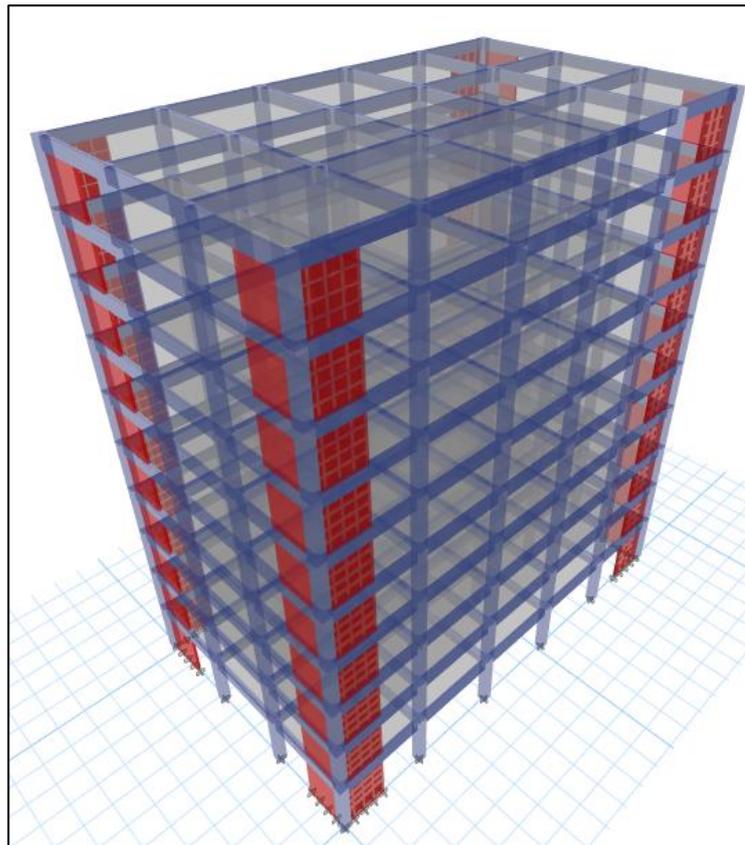


Figura 10. Vista 3D de la edificación

Fuente: Elaboración propia

La última representación del edificio de muros estructurales merece atención, particularmente en lo que respecta a las dimensiones finales de sus elementos constituyentes. Se trata de una losa maciza armada en dos direcciones de 20 cm de espesor. Las columnas, por otro lado, tienen dimensiones finales variables dependiendo de su ubicación dentro de la estructura. En concreto, las columnas centradas miden 50 x 60 cm, mientras que las excéntricas y de esquina en el eje x-x miden 40 x 50 cm. Finalmente, los componentes VP 101 y VP 102 tienen unas dimensiones finales de 30 x 60 cm en el eje y-y.

4.4.1. Consideraciones sísmicas

La determinación de la masa de la estructura tiene en cuenta la totalidad de las cargas permanentes, comúnmente denominadas peso muerto, además de un aumento del 25% en las sobrecargas para cada nivel. Además, la Norma de

Resistencia Sísmica E. 030 exige una contribución de sobrecarga del 25% en los techos.

4.4.1.1. Espectro de diseño

El proceso de análisis sísmico implica utilizar la superposición espectral para producir un espectro de diseño que se adapte al factor de área específico, la categoría de construcción, el tipo de suelo y el sistema estructural en consideración.

El estándar actual para Diseño Resistente a Sísmicos E.030 especifica el empleo de ciertos parámetros de diseño para determinar el espectro de respuesta.

Tabla 10. Parámetros sísmicos de la edificación

Descripción	Símbolo	Tipo	Valor
Factor de zona	Z	Zona 4	0.45
Categoría de la edificación	U	C	1.0
Tipo de suelo	S	Perfil S2	1.05
Período fundamental	T _P		0.6
	T _L		2.0
Sistema estructural (x-x)	R _x	Muros estructurales	6
Sistema estructural (y-y)	R _y	Muros estructurales	6

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.2. Validación de la configuración estructural propuesta

A continuación, en la Tabla 11 se evidencia la fuerza cortante que existe en la base de modo que se verifica el sistema estructural de la edificación para una cortante absorbida por parte de los muros estructurales mayor al 70% del total según el RNE E030.

Tabla 11. Cortante basal

Cortante Basal			
Caso de carga	Tipo de caso	Cortante "X"	Cortante "Y"
		kgf	kgf
SDX	Lineal Espectro	515853.41	0

SDY	Lineal Espectro	0	482639.04
-----	-----------------	---	-----------

Fuente: Elaboración propia

Para el sismo dinámico en la dirección "X" (R=6) se obtienen las fuerzas cortantes en las columnas, siendo la suma de estos el valor de 118028.91 kgf para los 24 elementos estructurales en la dirección "X".

Tabla 12. Fuerzas cortantes en las columnas sin disipadores

Columna	Caso de carga	Cortante "X"	Caso de carga	Cortante "Y"
		kgf		kgf
C1	SDX	5460	SDY	4147
C2	SDX	2715	SDY	4171
C3	SDX	2715	SDY	4171
C4	SDX	5460	SDY	4147
C5	SDX	5336	SDY	2112
C6	SDX	6111	SDY	5035
C7	SDX	6111	SDY	5034
C8	SDX	5336	SDY	2112
C9	SDX	3725	SDY	2229
C10	SDX	6162	SDY	4865
C11	SDX	6162	SDY	4865
C12	SDX	3725	SDY	2229
C13	SDX	3725	SDY	2229
C14	SDX	6162	SDY	4865
C15	SDX	6162	SDY	4865
C16	SDX	3725	SDY	2229
C17	SDX	5337	SDY	2111
C18	SDX	6106	SDY	5030
C19	SDX	6106	SDY	5030
C20	SDX	5337	SDY	2111
C21	SDX	5460	SDY	4147
C22	SDX	2717	SDY	4175
C23	SDX	2716	SDY	4176
C24	SDX	5460	SDY	4147
	Suma "X"	118028	Suma "Y"	90229

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se expresa la suma de las fuerzas cortantes en la base absorbida por parte de las columnas igual al valor de 90229.09 kgf en la dirección

“Y”, de esta forma y mediante una simple división entre el valor que toman las columnas en ambas direcciones entre la fuerza cortante basal de la edificación, podemos obtener un valor de 22.88% y 18.69% que absorben las columnas en ambas direcciones X-Y, identificando lo restante tomado por parte de los muros estructurales vistos en planta.

4.4.1.3. Pesos sísmicos y periodos de vibración de la edificación

Tras realizar un análisis de la estructura en ausencia de disipadores de energía, los resultados se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 13. *Peso sísmico de la edificación*

Nivel	Caso	Peso
		Ton
10	Peso sísmico	504
9	Peso sísmico	581
8	Peso sísmico	581
7	Peso sísmico	581
6	Peso sísmico	581
5	Peso sísmico	581
4	Peso sísmico	581
3	Peso sísmico	581
2	Peso sísmico	581
1	Peso sísmico	593

Fuente: Elaboración propia

Para la edificación analizada como categoría “C” podemos observar un peso ideal correspondiente a un piso típico del valor de 581 Tn. Mediante el coeficiente resultante de nuestro peso típico y nuestra área techada podemos obtener un ratio del valor de “1.08”, demostrando que nuestra edificación ha sido exitosamente modelada y asignada de cargas verosímiles según lo indica el RNE E 0.20.

Tabla 14. *Periodo de vibración de los modos*

Modo	Periodo
	Segundos
1 "Y"	1.13
2 "X"	1.05
3 "Z"	0.76
4	0.32
5	0.30
6	0.20
7	0.15
8	0.15
9	0.09
10	0.09
11	0.09
12	0.07
13	0.06
14	0.06
15	0.05
16	0.05
17	0.04
18	0.04
19	0.04
20	0.04
21	0.04
22	0.03
23	0.03
24	0.03
25	0.03
26	0.03
27	0.03
28	0.02
29	0.02
30	0.02

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 14 podemos observar que nuestra estructura tiene un periodo fundamental relativamente alto superando el valor de 1, esto nos indica que estamos frente a una estructura ligera y por consecuente esta debería de presentar daños visibles frente a un sismo de gran magnitud.

OE1: Determinar cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023

4.5. Análisis no lineal Tiempo - Historia

La técnica de análisis de historia del tiempo no lineal se considera el método más efectivo disponible en la actualidad para pronosticar la reacción de una estructura a varios grados de intensidad del movimiento del suelo.

El análisis de la historia del tiempo se realizará utilizando un conjunto de tres pares de registros sísmicos, obtenidos del Instituto Geofísico del Perú. Estos registros se han escalado adecuadamente de acuerdo con la norma E-030 2018.

4.5.1. Registros de aceleración

El desafío principal asociado con esta forma de análisis se relaciona con la caracterización precisa de la acción sísmica que se empleará, dado el alto grado de susceptibilidad de la respuesta estructural al registro de entrada elegido.

Se puede generar un espectro de pseudoaceleración para los componentes horizontales (x-x) e (y-y) del movimiento del suelo calculando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales que se determinan para cada componente individualmente, con un amortiguamiento de 5%. Ambos constituyentes se someterán a una escala idéntica, de modo que dentro del rango de período de $0,2 T$ a $1,5 T$ (donde T representa el período fundamental), la media de los valores espectrales SRSS derivados de varios conjuntos de registros no es inferior a la ordenada correspondiente del diseño. espectro, que se calcula con $R = 1$.

El espectro de pseudoaceleraciones se representa en la figura 11, utilizando los parámetros descritos en la Tabla 10 y con un valor de R igual a 1.

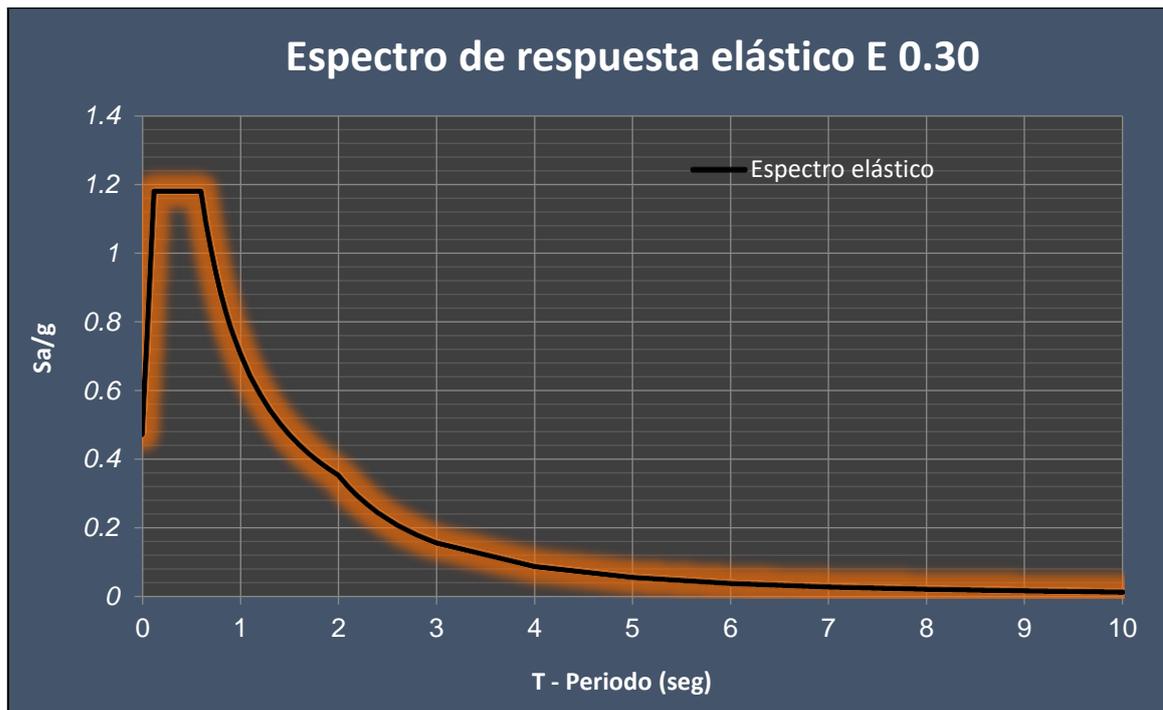


Figura 11. Espectro de respuesta elástico RNE E 0.30

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Escalamiento de Acelerogramas al espectro de diseño

Se utilizó el software SeismoSignal y SeismoMatch de Seismosoft Ltd para realizar el escalado necesario.

A continuación, se muestran ejemplos de registros sísmicos adquiridos de la página en los sentidos “EO” y “N-S”: <http://www.sencico.gob.pe/qin/Acelerogramas>. Se recuperaron las mayores magnitudes de los registros sísmicos.

Tabla 15. Registros sísmicos empleado para el análisis TH no lineal

Estación	Fecha	Magnitud	Componente	PGA
LIMA	03/10/1974	6.6 Mb	E-O (Naranja)	-192.5
			N-S (Amarillo)	179
LIMA	17/10/66	6.4 mb	E-O (Azul)	-180.592
			N-S (Verde)	-269.336
ICA	15/08/2007	7.0 ML	E-O (Turquesa)	-272.2
			N-S (Guinda)	334.1

Fuente: Elaboración propia

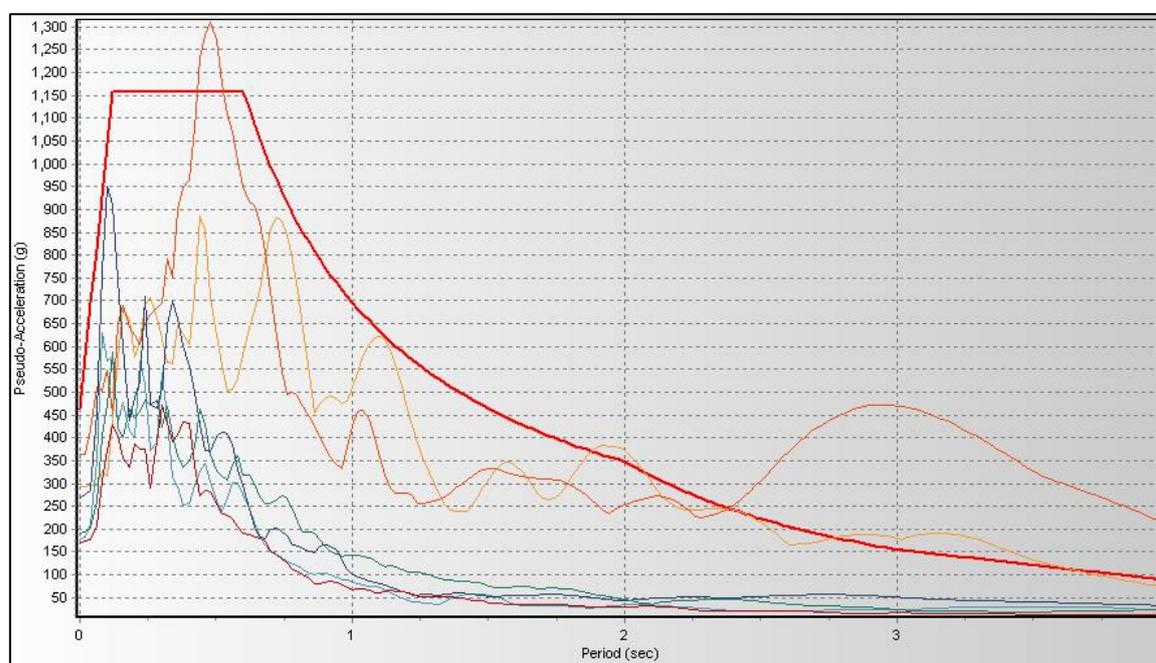


Figura 12. Espectro sin escalar de los registros sísmicos

Fuente: Elaboración propia

Las señales sísmicas utilizadas sufrieron modificaciones mediante la utilización del software SeismoSignal.

La aplicación de una corrección punto a punto igual al promedio aritmético del registro es una técnica comúnmente utilizada en la corrección de línea base para evitar la desviación de los acelerogramas del centro.

El filtrado de señales es una técnica computacional que transforma una señal de entrada, representada por una secuencia de números, en una señal de salida, representada por otra secuencia de números. El propósito de esta técnica es eliminar los componentes de frecuencia no deseados de una señal dada, que pueden provenir de diversas fuentes, como el paso de vehículos, el ruido ambiental, etc.

Después de realizar la corrección de línea base y el filtrado de señales, los registros sísmicos se escalan utilizando el programa SeismoMatch.

La figura presentada a continuación proporciona un resumen completo de todas las señales de registro escaladas. Teniendo en cuenta estos factores, se procede a realizar un análisis de la Historia Tiempo para la estructura en cuestión, dando como resultado la determinación de las derivas de entrepiso.

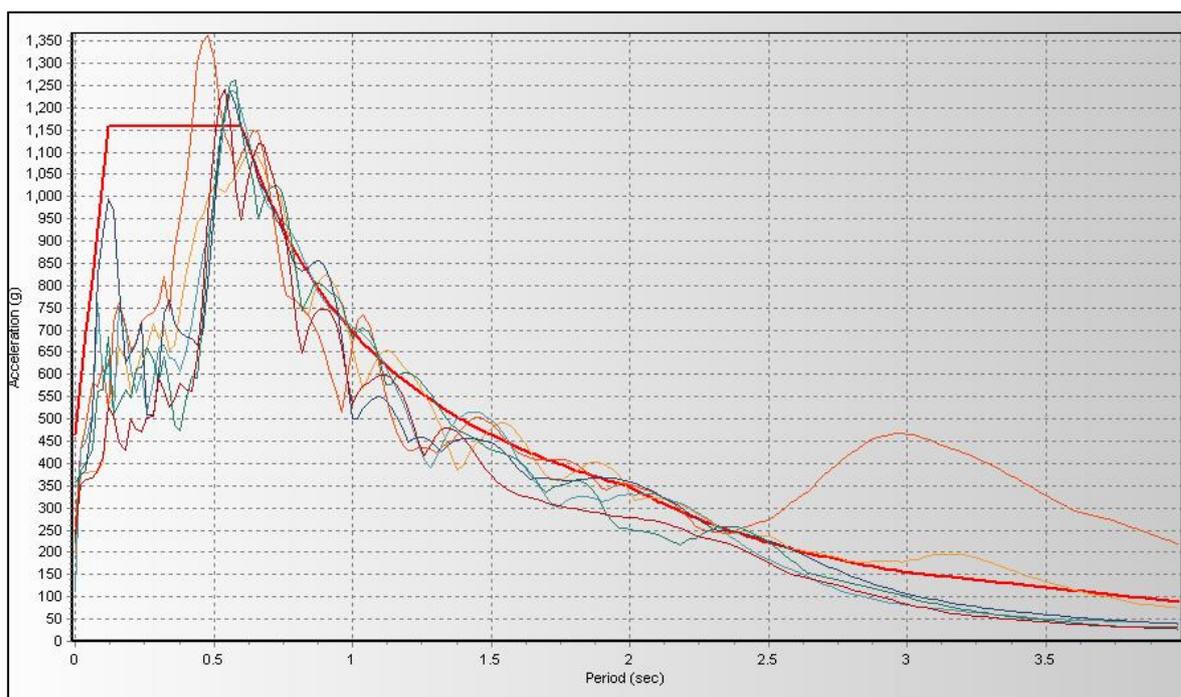


Figura 13. Espectros escalados de los registros sísmicos

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Elección del objetivo de desempeño

Al definir los requisitos de desempeño estructural para cada tipo de estructura en cada sismo de diseño, es posible especificar las metas del diseño sismorresistente.

Nivel de amenaza sísmica

El comité VISIÓN 2000 ha presentado mociones de diseño sísmico en relación a su frecuencia de ocurrencia y probabilidad de exceder ciertos umbrales. Este estudio incorpora un escenario sísmico de baja probabilidad, con una probabilidad superior al 10% en un plazo de 50 años y un intervalo de recurrencia de 475 años, para efectos de diseño sísmico.

Nivel de desempeño

La frase “nivel de desempeño” se usa para denotar un umbral de deterioro cuando se habla de daño físico potencial a los componentes estructurales y no estructurales, la seguridad de los ocupantes del edificio y la eficacia de la estructura después de un evento sísmico. La Tabla 3 demuestra el nivel moderado de desempeño de seguridad humana del presente edificio en caso de una calamidad.

Deriva objetivo

Según la categorización descrita en la Tabla 2, la configuración se identifica como una clasificación C2H. La desviación del umbral para una degradación moderada es 0,0042, que sirve como valor máximo de desviación. Cabe mencionar que la Norma Peruana E-030, referente a edificaciones de concreto armado, establece un límite máximo de deriva de 0.007. Sin embargo, es imperativo mencionar que el estándar E-030 no se utilizará en este contexto, sino que se empleará la metodología Hazus.

4.5.4. Diseño de la edificación con la distribución óptima de amortiguadores viscosos

Tras el establecimiento de la estructura en la sección anterior, el siguiente paso implica la formulación de un diseño óptimo utilizando hojas de cálculo, que se adjuntará a esta tesis. El objetivo es lograr una asignación efectiva de disipadores

de energía viscosos que puedan mitigar el requerimiento de disipación de energía causado por la inelasticidad en los componentes estructurales, evitando así fallas potenciales durante la actividad sísmica.

El software ETABS 20.0.0 Ultimate se utilizará para realizar un análisis de historial de tiempo, empleando tres conjuntos de registros sísmicos de acuerdo con las pautas estipuladas por el Reglamento Nacional de Construcción E-030 para el diseño sismorresistente.

4.5.5. Sistema de amortiguación propuesto

Luego de la construcción de los modelos matemáticos, el siguiente paso involucró la identificación de la ubicación óptima de los disipadores de energía y la cantidad adecuada de dispositivos. La configuración Chevron Brace se utilizó para la instalación en ambos lados de la estructura, con un total de 24 amortiguadores por piso como se muestra en la figura 14.

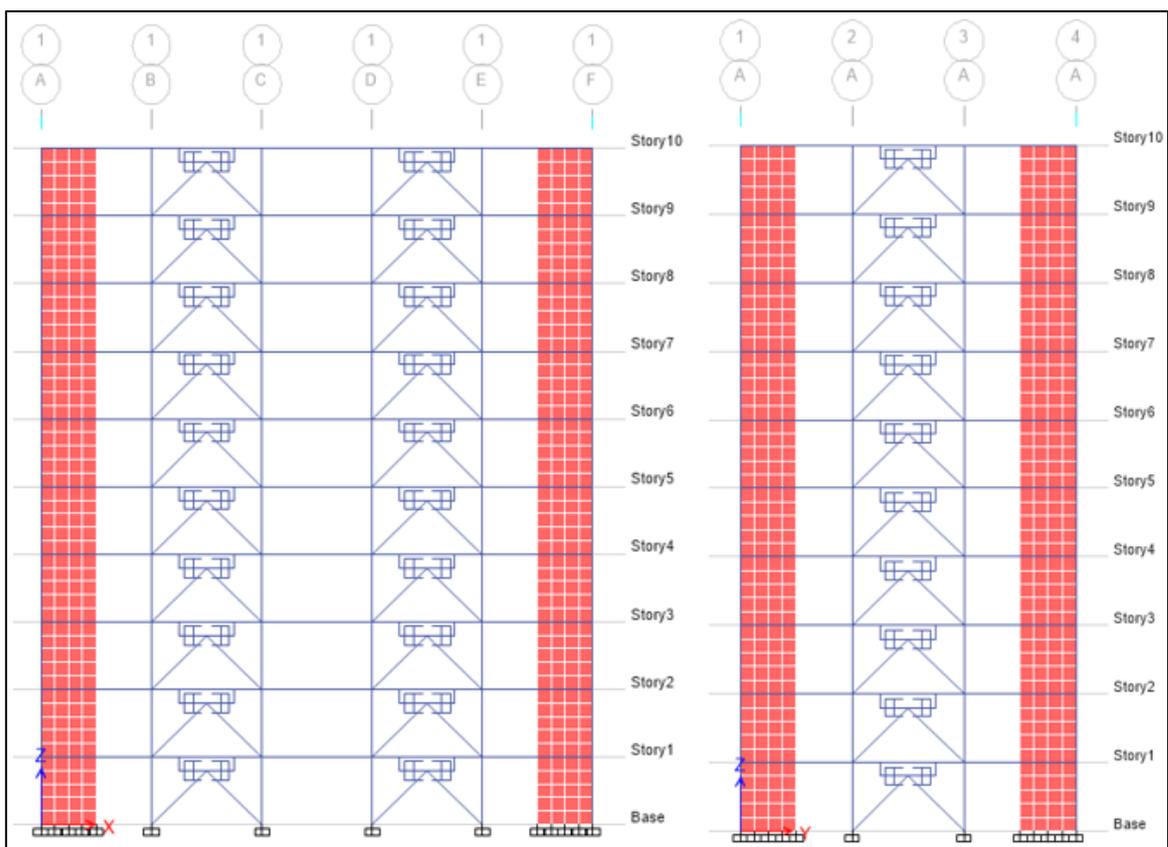


Figura 14. Disipadores en la dirección “X” y “Y” respectivamente

Fuente: Elaboración propia

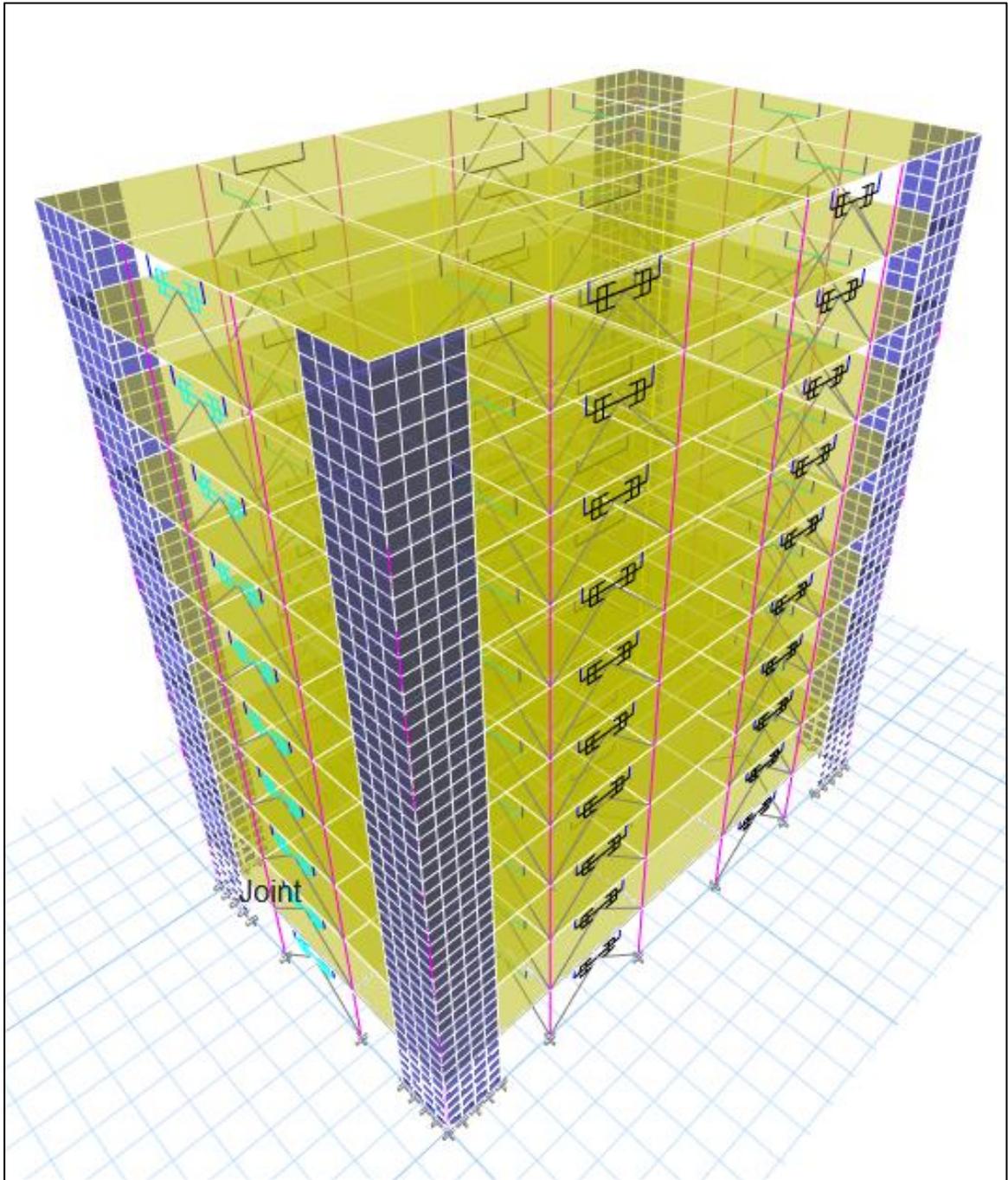


Figura 15. Vista en 3d con la integración de los disipadores

Fuente: Elaboración propia

4.5.6. Análisis modal de la estructura

Para verificar que los dispositivos tienen rigidez almacenada cero, es decir, ángulo de fase a 90° , con lo cual, trabajan netamente como viscosos sin sobrepasar la rigidez al corte; el periodo tiene que ser el mismo al periodo del edificio sin dispositivos, a continuación en la tabla 16 se presenta esta similitud de periodos, puesto que, al no aumentar rigidez como parte de la propiedad técnica de los disipadores de fluido viscoso, estos al momento de integrar por sobre la estructura no debería afectar su periodo de vibración, de lo contrario se estaría evidenciando un mal uso de estos dispositivos comportándose como un disipador viscoelástico mucho más económico que el usado en la presente tesis.

Tabla 16. Comparación de periodos

Modo	Caso de análisis	Periodo (Ts) sin disipadores	Caso de análisis	Periodo (Ts) con disipadores
1 "Y"	Eigen	1.13	Ritz	1.12
2 "X"	Eigen	1.05	Ritz	1.04
3 "Z"	Eigen	0.76	Ritz	0.75

Fuente: Elaboración propia

4.5.7. Análisis de las derivas

Se realizó un estudio de historia del tiempo utilizando registros sísmicos de Lima en 1966, Lima en 1974 e Ica en 2007 para obtener el análisis de distorsiones. Nuestro examen dinámico de la respuesta del espectro con $R=1$ en las verificaciones de deriva a través de la integración de los disipadores de fluido viscoso nos llevó a reducir nuestro terremoto de diseño a Lima 1974, en base a los datos derivados de los registros históricos. Mediante el uso de disipadores sísmicos, pudimos lograr distorsiones por debajo de las especificadas por E.030 de los códigos de construcción nacionales, como se muestra en la tabla adjunta, que compara las derivas y los cambios resultantes en la viabilidad técnica.

Tabla 17. Distorsiones con disipadores –TH no lineal Lima 1974

Nivel	Sin disipador		Con disipador		Reducción	
	X [10 ⁻³]	Y [10 ⁻³]	X [10 ⁻³]	Y [10 ⁻³]	X	Y
10	6.0100	6.1900	1.7800	2.2000	70.30%	64.42%
9	6.9200	6.9300	2.2900	2.6900	66.90%	61.13%
8	7.9000	7.6900	2.9600	3.3100	62.55%	56.96%
7	8.7900	8.4000	3.6700	3.9200	58.25%	53.29%
6	9.4100	8.8700	4.3200	4.4900	54.13%	49.39%
5	9.6700	8.9900	4.8400	4.8800	50.00%	45.74%
4	9.4900	8.6800	5.1400	5.0300	45.77%	42.12%
3	8.6400	7.8600	5.0800	4.8000	41.25%	38.97%
2	6.9700	6.3200	4.3700	3.9900	37.34%	36.82%
1	3.6900	3.3200	2.4900	2.2100	32.64%	33.47%
Promedio					52%	48%

Fuente: Elaboración propia

4.5.8. Análisis de cortantes

Para realizar el análisis de fuerza cortante en la base, mediante el sistema de disipación con disipadores de fluido viscoso, en la siguiente tabla 18 se presenta un resumen comparativo de las máximas fuerzas cortantes. Se utilizó el registro sísmico de diseño Lima 1974 por las razones anteriormente descritas con el fin de verificar las distorsiones a través de la integración de los disipadores de fluido viscosos.

Tabla 18. Cortantes con pseudo aceleraciones Lima 1974

	TH lineal - no lineal Lima 1974	
	X	Y
Sin Disipadores	2799408.68	2473723.5
Con Disipadores	2545509.7	2036330.1
% de reducción con Disipadores	9.07%	17.68%

Fuente: Elaboración propia

OE2: Determinar cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023

4.6. Configuración estructural

La condición de irregularidad torsional se verifica si coeficiente producto de la división entre el máximo desplazamiento relativo en un extremo del diafragma para una dirección de análisis entre el desplazamiento relativo promedio para ese mismo diafragma y para la misma dirección de análisis supera el valor del ratio igual 1.3. A continuación, se muestra los resultados de los ratios encontrados verificando con esto que nuestra estructura propuesta por su configuración estructural no presenta irregularidad torsional alguna por su valor igual a 1 para ambas direcciones de análisis.

Tabla 19. Irregularidad torsional en “X” y “Y”

Nivel	Caso de carga	Ratio	Caso de carga	Ratio
10	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1.001
9	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
8	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
7	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
6	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
5	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
4	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
3	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
2	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1
1	LIMA74_X	1	LIMA74_Y	1

Fuente: Elaboración propia

4.7. Estructuración

Para el caso de nuestra edificación analizada, según los valores dispuestos por la Tabla 20 podemos identificar que prácticamente no existe excentricidad, puesto que, el valor del centro de masa y rigidez es aproximadamente el mismo. Este indicador nos señala que no va existir irregularidad torsional que pueda afectar nuestra estructura.

Tabla 20. Centro de masa y rigidez

Nivel	XCM	YCM	XCR	YCR
	m	m	m	m
10	14.95	9.00	15.00	9.00
9	14.95	9.00	15.00	9.00
8	14.95	9.00	15.00	9.00
7	14.95	9.00	15.00	9.00
6	14.95	9.00	15.00	9.00
5	14.95	9.00	15.00	9.00
4	14.95	9.00	15.00	9.00
3	14.95	9.00	15.00	9.00
2	14.95	9.00	15.00	9.00
1	14.95	9.00	15.00	9.00

Fuente: Elaboración propia

OE3: Determinar cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.

4.8. Balance energético

El balance de energía del edificio se muestra en la Figura 16, donde se puede ver que la estructura absorbe solo una pequeña fracción de la energía de entrada, mientras que los disipadores de fluidos viscosos absorben la mayor parte. En este caso, la capacidad de reacción estructural es superior a la demanda sísmica, medida por una absorción del 67.35 % en la dirección "X" y del 72,05 % en la dirección "Y".

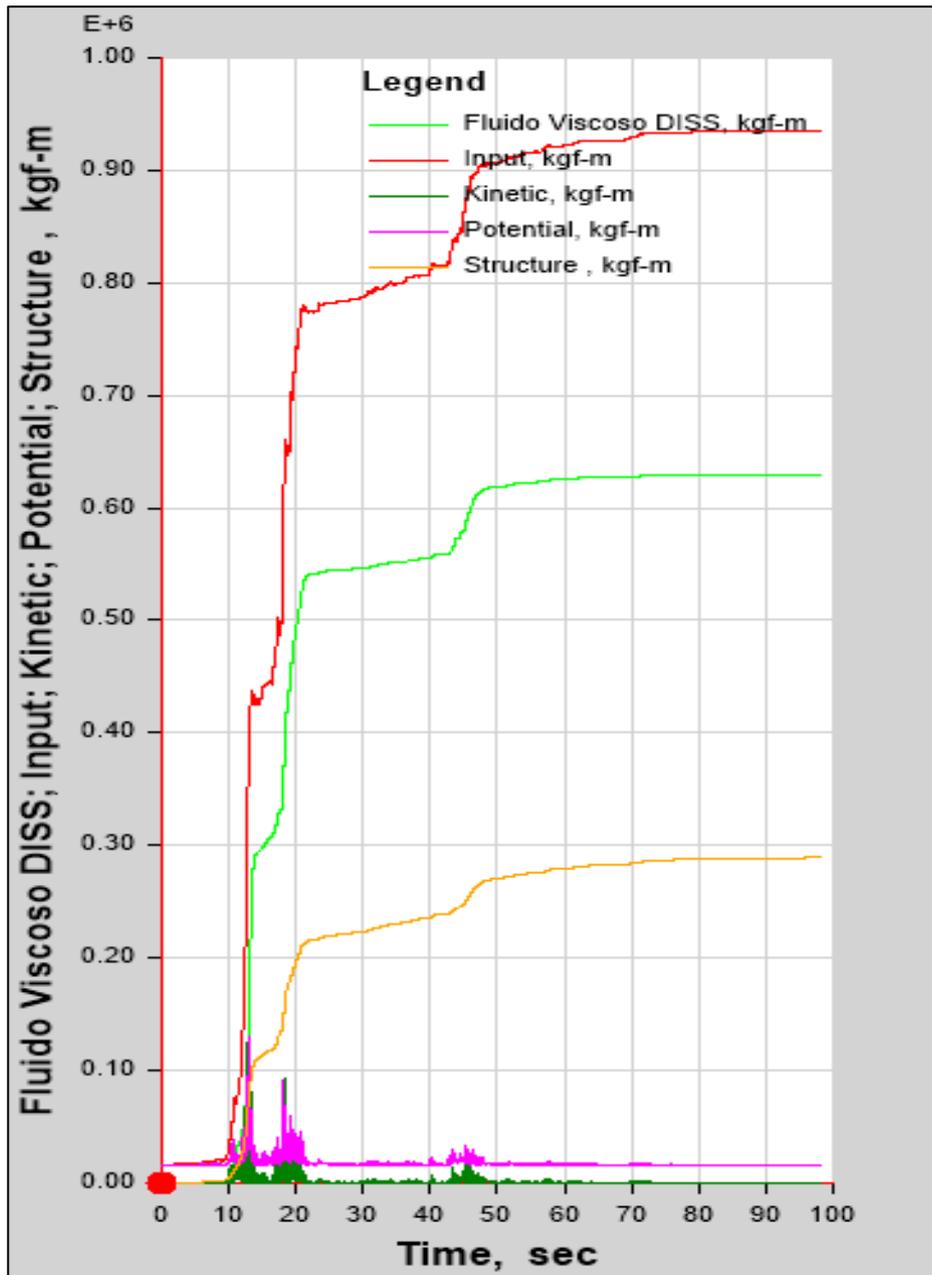


Figura 16. Distribución de energía en la dirección "X"

Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior descrita, y reemplazando en la ecuación 3, obtenemos:

$$\%Disipación\ de\ energía = \frac{630,000\ kgf}{935,366\ kgf} = 67.35\%$$

A continuación, en la figura 17 se presenta se presenta la distribución de energía por la integración de los disipadores de fluido viscoso en la

dirección "Y"

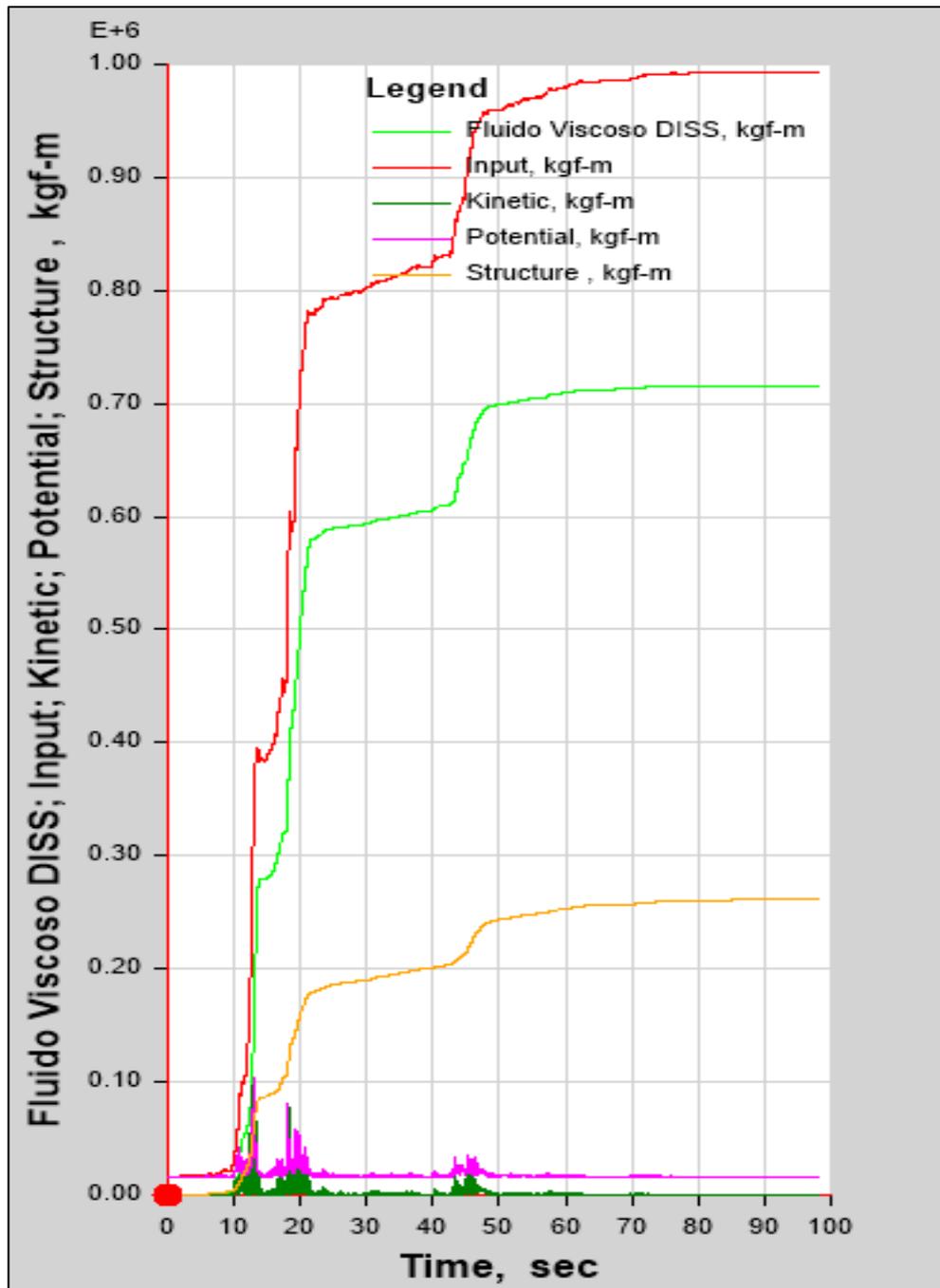


Figura 17. Distribución de energía en la dirección "Y"

Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior, para la dirección "Y" obtenemos:

$$\% \text{Disipación de energía} = \frac{715891 \text{ kgf}}{993499 \text{ kgf}} = 72.05\%$$

4.9. Amortiguamiento

A continuación, a modo de ejemplo y solo para la dirección de análisis “X” se muestra los parámetros de diseño para el disipador.

■ Factor de reducción de respuesta sísmica (b)

$$B_x = 2.303$$

■ Amortiguamiento efectivo

$$B_{effY} = 48.743$$

■ Amortiguamiento viscoso

$$B_{HY} = 43.743$$

■ Rigidez del brazo metálico

$$K = 599536.7896 \text{ KN/m}$$

Tabla 21. *Parámetros del disipador de fluido viscoso en la dirección “X”*

Datos	
Parámetros del disipador	
D _{max} =	0.009
D _{obj} =	0.004
B _{inh} =	5
E _{brace} =	2.10E+08
A _{brace} =	0.013
L _{brace} =	4.61
θ _{rad} =	0
α =	0.5
λ =	3.5
T _{fundamental} =	1.049
Nro de dis =	12
frecuencia (w) =	0.953
frecuencia angular =	5.989

Fuente: Elaboración propia

OE4: Determinar cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.

4.10. Parámetros del costo del sistema de disipación de energía

Para la obtención del máximo Stroke de nuestro amortiguador representativo, el paso a obtenerlo se basa en elegir aquel disipador que contenga la mayor deformación interna, para el presente estudio se observó que aquel disipador que cumplía estas características contenía un Stroke de 0.059 m y una fuerza de diseño de 306.62 kN.

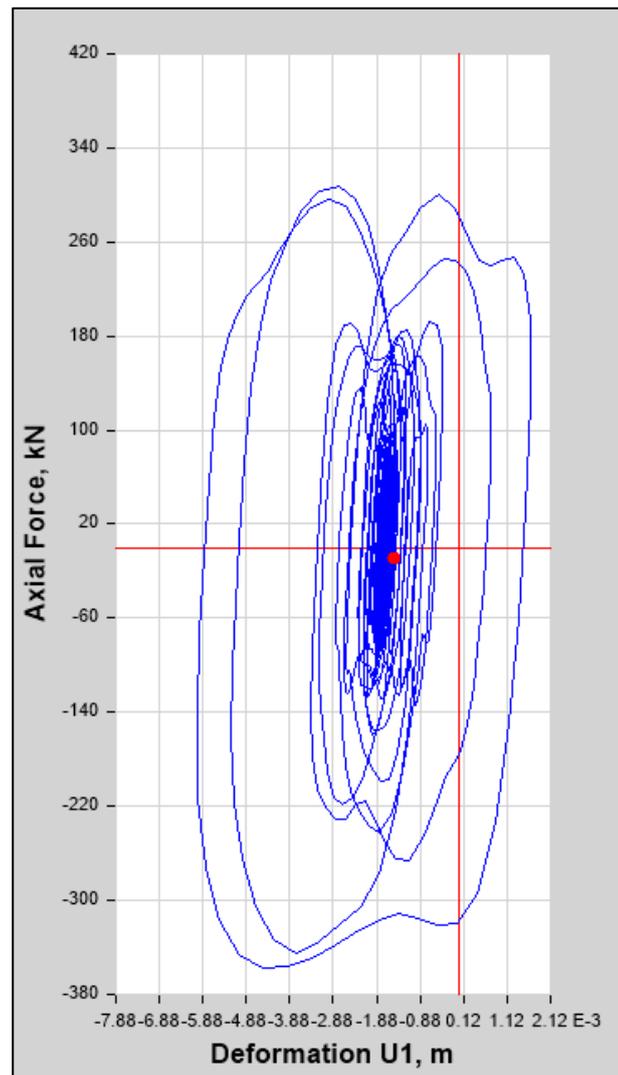


Figura 18. Stroke del disipador de fluido viscoso

Fuente: Elaboración propia

El proceso para encontrar la velocidad de corte que el diseño de este dispositivo pueda requerir se basa en la ecuación 1.

Para la cual, reemplazando datos, obtenemos:

$$Velocidad\ de\ corte = \sqrt[0.5]{\frac{306.62}{2113.35}} = 0.021\ m/s$$

Finalmente, una vez obtenido la fuerza de diseño representativa de 306.62 kN es que podemos normalizarla a un valor comercial siendo el más cercano el dissipador con fuerza de diseño de 250 kN que pese a que contiene una menor fuerza aun así debemos tomar en cuenta que nuestra estructura está cerca de la deriva objetivo planteada en primer término y muy por debajo de lo que nos indica nuestra Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.30.

A continuación, se muestra en la figura 19 el valor del espesor de la horquilla como un parámetro muy importante en el diseño del dispositivo que fue determinada a través del catálogo de Taylor devices inc. que es la empresa fabricante líder de amortiguadores.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	38.10	787	±75	43	102	83	33	114	44
500	17130	50.80	997	±100	55	127	102	44	146	98
750	17140	57.15	1016	±100	59	152	129	50	184	168
1000	17150	69.85	1048	±100	71	184	150	61	210	254
1500	17160	76.20	1105	±100	77	203	162	67	241	306
2000	17170	88.90	1346	±125	91	235	191	78	292	503
3000	17180	101.60	1441	±125	117	286	203	89	350	805
4000	17190	127.00	1645	±125	142	324	273	111	425	1088
6500	17200	152.40	1752	±125	152	350	305	121	515	1930
8000	17210	177.80	1867	±125	178	415	343	135	565	2625

Figura 19. Determinación del espesor de la horquilla

Fuente: Elaboración propia

4.11. Análisis de costos

Proponemos un edificio de 10 pisos con un área de piso de 5400 m² para calcular cuánto aumentarán o disminuirán los amortiguadores en relación al costo total del proyecto. Los costos de los amortiguadores se adquirieron del fabricante y se pueden ver a continuación:

Tabla 22. Costo del sistema de disipación de energía

Ítem	Cantidad	P.U. (US\$)	Parcial (US\$)
Disipador 250 kN	240	2500	600,000.00
Conexiones	240	1000	240,000.00
Área techada-Incluye 10 pisos (m²)	5400	Total (US\$)	840,000.00
		Costo x m²	155.56

Fuente: Elaboración propia

Estimamos el coste total del proyecto utilizando ratios gestionados por el sector inmobiliario.

Tabla 23. Costo global con la integración de los disipadores

Especialidad	Ratio (US\$/m ²)	Área (m ²)	Parcial (US\$)
Estructuras	658.22	5400	3,554,364.60
Acabados	695.01	5400	3,753,060.69
IISS	130.39	5400	704,105.49
IIEE	166.38	5400	898,431.17
Sistema de Amortiguación	155.56	5400	840,000.00
			Parcial (US\$)
			GG (8%)
			Total (US\$)
			Incidencia

Fuente: Elaboración propia

El precio por metro cuadrado fue de \$155,56/m² y la incidencia fue de 7,98%, ambos comparables a los observados en estructuras foráneas equipadas con amortiguadores fluido-viscosos.

Es importante tener en cuenta que esta frecuencia corresponde a una construcción ideal y una meta de desempeño un tanto elevada: el logro de daños menores en el caso de un terremoto mayor. A su vez, la verdadera incidencia tendría que tener en cuenta las secciones reducidas de las partes estructurales posibilitadas por la menor resistencia de la demanda, resultando en un menor costo total.

V. DISCUSIÓN

Los principales hallazgos serán discutidos y debatidos a la luz del contexto proporcionado, de acuerdo con los objetivos trazados.

Partiendo del objetivo general, se puede decir que los tres autores citados, (Salvatierra, 2018), (Deringöl y Güneyisi, 2021) y (Palma, 2020), coinciden en que el reforzamiento de las edificaciones y su efecto sobre daños sísmicos severos mediante la integración de fluidos viscosos disipadores mejora significativamente el desempeño sísmico. Esto se evidencia por las reducciones en los desplazamientos laterales, las derivas de entre pisos y cortante basal, etc., de tal manera que va mejorando el desempeño sísmico de la estructura a través de los arreglos más utilizados como "diagonal" o "Chevron Brace Simplificado". Sin embargo, no desmerece el valor de otras disposiciones, como las expuestas en este trabajo constando de dos disipadores paralelos por pódico con un ángulo de 180 grados con respecto a la horizontal. A través de nuestra investigación, se determinó que la reducción significativa de los desplazamientos laterales, las distorsiones entre pisos y las fuerzas de corte basales es un resultado directo del uso de disipadores de fluido viscoso implementados a través de la disposición Chevron Brace en ambas direcciones de análisis, obtenido un resultado más que aceptable respecto a trabajos previos. Finalmente se hace alusión a nuestra viabilidad económica que de acuerdo a los autores consultados está dentro del rango de costos promedio para la integración de los disipadores de fluido viscoso no lineal sobre la estructura convencional.

Conforme al objetivo 1, se logró determinar la viabilidad técnica de nuestra edificación a través de los valores obtenidos del análisis sísmico dinámico no lineal por sobre la estructura antes y después de integrar los disipadores de fluido viscoso, nuestros resultados respecto a la deriva de entrepiso obtuvieron una reducción máxima de más del 64% para ambas direcciones de análisis; asimismo, los valores del ratio de irregularidad torsional dieron como resultado un casi inexistente de momento torsor que pueda sufrir nuestra estructura debido a su configuracional estructural para el cual fue propuesta; por otro lado se observó que la cortante basal disminuye en más del 9.07% y 17.68% en las direcciones "X" y "Y" respectivamente. Finalmente pudimos observar que prácticamente

nuestra estructura no sufre un cambio significativo en su periodo luego de integrar los amortiguadores de fluido viscoso. Frente a lo expuesto anteriormente, cabe resaltar que nuestros resultados son similares a los obtenidos por (Deringöl y Güneyisi, 2021) y (Rojas, 2019) quienes hacen mención a estas cualidades del dispositivo viscoso en su reducción del más del 55.8% de las derivas, una pobre irregularidad torsional, cortante basal significativamente menor luego de haber integrado los disipadores de fluido viscoso y un periodo constante antes y después de haber aplicado los mencionados dispositivos.

De los resultados obtenidos en la búsqueda de nuestro objetivo 2, podemos mencionar que nuestra edificación una vez realizado el metrado de nuestros disipadores de fluido viscoso que se usaron sobre la estructura es que se llegó a obtener un precio parcial tomando en cuenta el precio unitario de estos dispositivos y el área techada de todos los niveles, con lo cual se logró obtener una ratio del costo de sistema de amortiguamiento de 155.56 US\$/m² y un porcentaje de incidencia del 7.98% que constituye sobre el precio final de la edificación si es que al momento de su diseño se consideraría la integración de los disipadores de fluido viscosos, estos resultados concuerdan parcialmente con los costos obtenidos por (Bakhshinezha y Mohebb, 2020) en donde a través de su diseño con disipadores de una estructura aporticada de 8 pisos obtuvo un ratio de 61.68 US\$/m² y un porcentaje de incidencia de 9.95%. Asimismo cabe mencionar que (Narváez, 2020) en su investigación de una edificación aporticada con disipadores de disposición diagonal obtuvieron un ratio de 30.10 US\$/m² y un porcentaje de incidencia del 6.92%, ante esto podemos inferir que si bien nuestros porcentajes de incidencia están muy cercanos a los comparados con los autores anteriormente citados existe una diferencia significativa en nuestra viabilidad económica que puede por temas de costos unitarios dados por los fabricantes cambiantes con el tiempo y disposición que se elija al momento diseñar e integrar los dispositivos sobre la estructura convencional. Finalmente al comparar las fuerzas de diseño de nuestros disipadores de fluido viscoso podemos añadir que en el caso de una edificación integrada con disipadores de fluido viscoso en disposición Chevron Brace generalmente van a requerir una fuerza de diseño que puede oscilar entre los 250 y 500 kN como los obtenidos en la presente

investigación que por el contrario para disposiciones como del tipo diagonal utilizado por los autores anteriormente mencionados estas debido a su peculiaridad y su ángulo que forman sobre la horizontal pueden demandar una fuerza de diseño del rango de los 500 a 1000 kN.

De lo presentado por el objetivo 3 se puede argumentar que, del total de la fuerza cortante absorbida por la base, las columnas toman el valor de 22.88% y 18.69% en las direcciones "X" y "Y" correspondientemente. Esta cortante absorbida por las columnas denotan que estamos frente a una estructura de muros estructurales con una ductilidad igual a 6 para una irregularidad inexistente según la edificación propuesta. Ante lo anteriormente propuesto se evidencia que respecto a lo que menciona (Cáceres et al., 2020) es que cada estructura funciona de manera tal que pueda soportar las sollicitaciones sísmicas en primera instancia, pero debido a que en el caso de que estuviéramos frente a un sistema aporticado con un porcentaje de absorción de las columnas mayores al 80% difícilmente podrían cumplir las especificaciones mínimas que indica el reglamento en el caso de un edificio de gran altura. Por otra parte, de los resultados encontrados para la excentricidad de nuestra edificación podemos inferir que no existe un cambio significativo de la excentricidad, esto se corrobora con lo descrito por (Deringöl y Güneyisi, 2021) en la cual al no tener un cambio de valor del periodo corrobora que no existe un aumento de rigidez sustancial que pueda hacer sufrir nuestro valor de la excentricidad.

Por último, para nuestro objetivo 4, es que según Salvatierra (2018) manifiesta que para una estructura aporticada de 12 niveles los disipadores de fluido viscoso absorben una gran cantidad de energía en referencia a la energía de entrada dispuesta por la sollicitación sísmica en un valor del 75% en la dirección "X" y 74.5% en "Y", estos resultados corroboran los obtenidos por la presente tesis en cuanto que nuestra energía absorbida por los disipadores de fluido viscosos superan el valor del 67% en la dirección "X" y 72.05% en "Y" respecto a la energía de entrada que es origina por las fuerzas sísmicas al momento de realizar el modelamiento matemático. De igual manera según (Cáceres et al., 2020) la energía de disipación absorbida por los dispositivos de fluido viscoso bajo todas

las solicitudes tiempo historia alcanzan valores del 80% para ambas direcciones de análisis, corroborando de esta manera nuestros resultados obtenidos para la presente tesis.

VI. CONCLUSIONES

En la investigación realizada con la edificación de 10 pisos catalogada como de gran altura, se llegó a la conclusión general de que la integración de los disipadores de fluidos viscosos tanto en planta como en altura mejoran significativamente el desempeño sísmico frente a un sismo severo. Reflejándose esto en la optimización de nuestra viabilidad técnica basado en derivas de entrepiso, cortante basal e irregularidad torsional, asimismo, se denota la viabilidad económica en base a porcentajes de incidencia de los disipadores de fluido viscosos por sobre el costo total de la estructura que puedan hacer valorar aún más nuestra investigación.

Del análisis de nuestra edificación de muros estructurales de 10 pisos se concluyó que mediante la integración de los disipadores de fluido viscoso es que se redujo la deriva inicial en 70.3% y 64.42% en las direcciones "X" y "Y" respectivamente cumpliendo de esa manera lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones en un límite permisible de 0.007 para concreto armado y estando muy cerca de lo dispuesto por el límite a daños moderados por la metodología Hazus. Para la irregularidad torsional y periodo de vibración no se produjo algún cambio significativo en sus valores, que por el contrario para la cortante basal se vio reducida en 9.07% y 17.68% para ambas direcciones de análisis "X" y "Y" correspondientemente.

Los resultados de la investigación denotan una viabilidad económica importante en cuanto a la integración de los disipadores de fluido viscoso por sobre la estructura obteniendo de tal manera un ratio de 155.56 \$/m² del metrado total de dispositivos respecto al área total techada y un porcentaje de incidencia sobre el costo total del 7.98%, valor mucho menor a lo que se obtendría por costos de reparación en un rango del 15 al 20 %.

Se concluye que para una edificación con una configuración estructural regular tanto en planta como en altura esta no presenta excentricidad y momento torsional significativo aún con la integración de los disipadores de fluido viscosos gracias a las características técnicas propias del dispositivo.

Finalmente se concluye que la integración de los disipadores de fluido viscoso absorben la energía de entrada dispuestas por las sollicitaciones sísmicas en mas del 67% y 72% para los ejes "X" y "Y" respectivamente, generando de esa forma una menor demanda sísmica soportado por los elementos estructurales con el interés de comportarse elásticamente.

VII. RECOMENDACIONES

En relación al objetivo principal, se recomienda que al momento de hacer una evaluación del desempeño sísmico de la edificación esta sea preferentemente de gran altura, así como en próximas investigaciones se logre evaluar el desempeño sísmico a través de las 3 disposiciones presentadas en nuestro marco teórico a fin de verificar cual es más conveniente y bajo qué condiciones.

En relación a nuestro objetivo específico 1, se recomienda que de los valores obtenidos del análisis sísmico se opte por ser mas ambiciosos en cuanto a una deriva objetivo pero sin dejar de lado el aumento que esta pueda causar por sobre el costo al integrar estos disipadores, asimismo, al realizar una serie de ensayos de prueba y error por sobre la disposición de estos dispositivos en toda la estructura, así como el cambio de valor de la constante α , se podría optimizar mucho más el modelo y verse reflejado en los indicadores sísmicos considerados.

Respecto al objetivo específico 2, se recomienda que la estructura a realizar la evaluación estructural y próximamente la mejora del desempeño sísmico contenga una disposición de elementos estructurales tal que su centro de rigidez no alcancé valores altos en excentricidad si se compara con el C.G, esto nos ayudara a evitar esfuerzos de torsión de la estructura sin sobreponer demasiado en riesgo el disipador de fluido viscoso.

En relación al objetivo específico 3, se recomienda en futuras investigaciones que, al momento de realizar el análisis sísmico de la edificación con la integración de disipadores de fluido viscoso, este logre alcanzar un porcentaje de energía absorbida mayor al 50% de la sollicitación sísmica, de esta asegurar en gran medida que la estructura se comporte elásticamente y por consiguiente los disipadores absorber el rango inelástico.

Referente al objetivo específico 4, se recomienda que para alcanzar costos del sistema de disipación de energía más óptimos estos logren verificar que la constante de amortiguamiento "C" del amortiguador sea suficiente para un determinado entrepiso y no dar más de lo necesario plenamente por un diseño mas critico que se quisiera.

REFERENCIAS

- AGUILAR, P.S. y ARIAS, S.G., 2019. *Propuesta de reforzamiento de un edificio afectado en el sismo del 16 de abril de 2016 ubicado en la ciudad de Portoviejo utilizando disipadores de energía de fluido viscoso* [en línea]. S.I.: Quito, 2019. [consulta: 14 julio 2023]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20431>.
- ASADPOUR, Ghasem, ASADI, Payam and HAJIRASOULIHA, Iman, 2022. Analysis of bilinear hysteretic structures with nonlinear fluid viscous dampers using modified stochastic linearization technique. *Engineering Structures* [online]. January 2022. Vol. 251, p. 113555. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113555>
- BAIRAGI, Vinayak y MUNOT, Mousami V. (eds.), 2019. Metodología de la investigación. [en línea]. 30 de enero de 2019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1201/9781351013277>
- BAKHSHINEZHAD, Sina and MOHEBBI, Mohtasham, 2020. Multi-objective optimal design of semi-active fluid viscous dampers for nonlinear structures using NSGA-II. *Structures* [online]. April 2020. Vol. 24, p. 678–689. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2020.02.004>
- BOZZO, Luis Miguel, 2019. Modeling, analysis and seismic design of structures using energy dissipators SLB. *TECNIA* [online]. 12 August 2019. Vol. 29, no. 2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21754/tecnia.v29i2.713>
- BRICEÑO-YEN, Henry, 2022. Redes de investigación científica. *Revista Investigación Agraria* [online]. 27 August 2022. Vol. 4, no. 2, p. 6–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.47840/reina.4.2.1532>
- CACERES-PEREZ, Gladys, PICHIHUA-ALATA, Natali and HUACO-CARDENAS, Guillermo, 2020. Seismic Retrofit in Hospitals using Fluid Viscous Dampers. 2020. *Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)* [online]. 30 September 2020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/coniiti51147.2020.9240454>
- CHADLI, Fatima Ezzahra, GRETETE, Driss y MOUMEN, Aniss, 2021. Análisis de

datos dentro de una metodología de investigación científica. Actas de la 2nd International Conference on Big Data, Modelling and Machine Learning [online]. 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5220/0010730000003101>

CHEN, Peng and WU, Xiaobin, 2022. Investigations on the Dynamic Response of Adjacent Buildings Connected by Viscous Dampers. *Buildings* [online]. 17 September 2022. Vol. 12, no. 9, p. 1480. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12091480>

CHEN, Zhiyong and POPOVSKI, Marjan, 2020. Material-based models for post-tensioned shear wall system with energy dissipators. *Engineering Structures* [online]. June 2020. Vol. 213, p. 110543. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110543>

DEL GOBBO, Giuseppe, BLAKEBOROUGH, Anthony and WILLIAMS, Martin S., 2018. Improving total-building seismic performance using linear fluid viscous dampers. *Bulletin of Earthquake Engineering* [online]. 2 March 2018. Vol. 16, no. 9, p. 4249–4272. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10518-018-0338-4>

DERINGÖL, Ahmet Hilmi and GÜNEYISI, Esra Mete, 2021. Influence of nonlinear fluid viscous dampers in controlling the seismic response of the base-isolated buildings. *Structures* [online]. December 2021. Vol. 34, p. 1923–1941. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2021.08.106>

ELWARDANY, Hytham, JANKOWSKI, Robert and SELEEMAH, Ayman, 2021. Mitigating the seismic pounding of multi-story buildings in series using linear and nonlinear fluid viscous dampers. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* [online]. 20 August 2021. Vol. 21, no. 4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s43452-021-00249-9>

ENCISO NAVARRO, F., 2019. *Análisis comparativo del diseño sísmico de una estructura con muros continuos y con muros desacoplados incorporando disipadores SLB en la ciudad de Huancayo* [en línea]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5046/T010_72237105_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- GESTIÓN, 2021. Sismo en Lima: Edificio de Jesús María sufrió daños tras fuerte temblor. *Gestión* [en línea]. [consulta: 15 julio 2023]. Disponible en: <https://gestion.pe/peru/politica/sismo-de-magnitud-6-en-lima-edificio-de-jesus-maria-sufrio-danos-esteticos-tras-el-temblor-nndc-noticia/>.
- GHANBARI, Ali, MOUSAVI, Hamed, ALMOHAMMAD-ALBAKKAR, Mohammad and HABIBI, Mohammad Reza, 2022. Seismic Responses of Multi-Storey Structures Equipped with Linear and Nonlinear Viscous Dampers: A Comparison Study. *SSRN Electronic Journal* [online]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4253077>
- GÓMEZ GARCÍA, J.J., 2018. *Repositorio de Tesis DGBSDI: Pruebas experimentales en un marco de concreto reforzado equipado con disipadores de energía sísmica* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Autónoma de México. [Consulta: 27 noviembre 2022]. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000775735
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. México: Mc Graw Hill. [Consulta: 4 noviembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- HU, Shangtao, YANG, Menggang, MENG, Dongliang and HU, Renkang, 2023. Damping performance of the degraded fluid viscous damper due to oil leakage. *Structures* [online]. February 2023. Vol. 48, p. 1609–1619. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.istruc.2023.01.070>
- IMPOLLONIA, Nicola and PALMERI, Alessandro, 2018. Seismic performance of buildings retrofitted with nonlinear viscous dampers and adjacent reaction towers. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* [online]. 20 February 2018. Vol. 47, no. 5, p. 1329–1351. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/eqe.3020>
- JAVAID, Kashif and VERMA, Nitin, 2023. Seismic performance of irregular composite buildings: A comparative study of the effectiveness of buckling restrained braces and viscous dampers. *Materials Today: Proceedings* [online]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.033>

- JOSHI, Prachi, 2019. Diseño de Investigación. Metodología de la investigación [online]. 30 de enero de 2019. págs. 69–98. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1201/9781351013277-3>
- LI, Aiqun, 2020. Viscous Fluid Damper. *Vibration Control for Building Structures* [online]. 2020. P. 79–127. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-40790-2_5
- LIU, Yanhui, WU, Jinbiao and DONÀ, Marco, 2018. Effectiveness of fluid-viscous dampers for improved seismic performance of inter-storey isolated buildings. *Engineering Structures* [online]. August 2018. Vol. 169, p. 276–292. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.05.031>
- LÓPEZ SALAMANCA, Juan Ubaldo, 2020. Capítulo 4: Metodología de la investigación. [online]. 2020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15332/dt.inv.2020.00324>
- MANUAL HAZUS-HM (2020). Hazus Earthquake Model Technical Manual. Estados Unidos: FEMA, 2020.
- MARTINEZ-PANEDA, Miguel and ELGHAZOULI, Ahmed Y., 2021. Optimal application of fluid viscous dampers in tall buildings incorporating integrated damping systems. *The Structural Design of Tall and Special Buildings* [online]. October 2021. Vol. 30, no. 17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/tal.1892>
- MOKHTARI, Mehdi and NADERPOUR, Hosein, 2022. Seismic Vulnerability Assessment of Reinforced Concrete Buildings Having Nonlinear Fluid Viscous Dampers. [online]. 16 June 2022. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-1733991/v1>
- NARVÁEZ, E.M., 2020. *Análisis comparativo técnico-económico de una edificación de 12 pisos, empleando amortiguadores de fluido viscoso y disipadores histeréticos* [en línea]. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú. [consulta: 14 julio 2023]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16396>.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA Dueñas, Marcelino Raúl, PALACIOS Vilela, Jesús Josefa

y ROMERO Delgado, Hugo Eusebio. Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5.^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. Disponible en: https://www.academia.edu/59660793/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N_5TA_EDICI%C3%93N

PALERMO, Michele and SILVESTRI, Stefano, 2020. Damping reduction factors for adjacent buildings connected by fluid-viscous dampers. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* [online]. November 2020. Vol. 138, p. 106323. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106323>

PALMA, D.A., 2020. *Estudio comparativo de respuesta sísmica utilizando disipadores de energía de fluido viscoso en la municipalidad provincial de Oyón - 2020* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. [consulta: 14 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53224>.

PARIONA QUISPE, H.Y. y SAENZ CARRION, J.P., 2019. *Diseño sismorresistente de vivienda de albañilería confinada con ladrillos de cenizas de Guayacán, bajo pedregal San Juan de Lurigancho, 2019* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 27 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57132>

Passive Dampers, 2021. *Structural dynamics and static nonlinear analysis from theory to application* [online]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-7998-4399-3.ch005>

RIVERA, Jerson Dubán Vásquez, 2020. Introducción. *Metodología e investigación*. [online]. 31 May 2020. P. 13–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/j.ctv14rmpg5.5>

RODRÍGUEZ C., BREÑA J. L., ESENARRO D., 2021. Las variables en la metodología de la investigación científica. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/ingytec.2021.78>

ROJAS RODRÍGUEZ, R., 2019. *Comportamiento estructural de un edificio de 5 pisos por cambio de uso con aplicación de disipadores viscosos, Los*

Olivos, 2019 [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 4 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41722>

SABINO, Antonio, MANNELLA, Antonio and DE LEO, Andrea Matteo, 2020. Seismic Response of a Structure Equipped with an External Viscous Damping System. *Buildings* [online]. 22 January 2020. Vol. 10, no. 2, p. 19. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings10020019>

SALVATIERRA CONDORI, A. & SALVATIERRA CONDORI, R., 2018. *Distribución óptima de amortiguadores viscosos no lineales para una edificación aportada de concreto armado mediante algoritmos genéticos* [en línea]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2252>

SURYA, Ferry, 2019. Desain Fluid Viscous Damper Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai. *Prosiding Seminar Intelektual Muda* [online]. 11 April 2019. Vol. 1, no. 1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.25105/psia.v1i1.5928>

THOMAS, C. George, 2021. Metodología de la investigación y redacción científica. [en línea]. 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-64865-7>

ZHOU, Ying, SEBAQ, Mohammed Samier and XIAO, Yi, 2022. Energy dissipation demand and distribution for multi-story buildings with fluid viscous dampers. *Engineering Structures* [online]. February 2022. Vol. 253, p. 113813. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113813>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

TITULO	VARIABLES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Definición Conceptual de las variables	Definición Operacional de las variables	Escala (nominal, ordinal, razón, intervalo)	Metodología (cuantitativo, descriptivo, transversal, no experimental/experimental, aplicada)	Instrumentos
<p>MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO – LOS OLIVOS – 2022</p> <p>MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO – LOS OLIVOS – 2022</p> <p>Variable Dependiente: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO</p>	<p>Variable Independiente: INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO</p> <p>Variable Dependiente: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO</p>	¿Cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.	Si en una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso tanto en planta como en altura entonces estos mejoran significativamente el desempeño sísmico en edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	<p>Variable Independiente: Los Amortiguadores Viscosos son elementos que funcionan en base a un pistón hidráulico que opera con aceite de silicona y sin válvulas mecánicas. Estos dispositivos disipan energía sin sufrir daño en su interior, lo que implica una ventaja con respecto a otros tipos de disipadores disponibles.</p> <p>Variable Dependiente: Para la integración de los disipadores de fluido viscosos se realiza a través de distribuciones mediante algoritmos de manera iterativa partiendo desde un criterio básico recomendado por la norma y antecedentes fundamentales.</p>	<p>Variable Independiente: El desempeño sísmico de las edificaciones se establece bajo tres ideas: la severidad del sismo, el nivel de desempeño esperado y la importancia o uso que se le dará a la edificación, relacionándolos mediante la matriz de desempeño</p> <p>Variable Dependiente: Se va a utilizar una serie de iteraciones mediante el programa ETABS a fin de optimizar los indicadores asociados al desempeño sísmico correspondiente a su distribución y disposición de estos</p>	Razón	Metodología: (cuantitativo, descriptivo, transversal, no experimental, aplicada)	Instrumentos para medir los indicadores de cada uno de los objetivos (libros, artículos científicos y Normas y el programa ETABS V20.0.0)
	¿Cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023	Si a una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad técnica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.						
	¿Cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente el valor de la configuración estructural, así como estructuración para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.						
	¿Cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos experimentan un porcentaje de disipación de energía mayor o igual al 50% de la energía total de entrada para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.						
	¿Cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad económica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.						

Anexo 2. Matriz de consistencia

TITULO	VARIABLES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO – LOS OLIVOS – 2022	Variable Independiente: "INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO"	¿Cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.	Si en una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso tanto en planta como en altura entonces estos mejoran significativamente el desempeño sísmico en edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	Disposición del disipador de fluido viscoso	Chevron	Adimensional
					Chevron simplificado		
					Diagonal		
					Características técnicas del disipador de fluido viscoso	Exponente de velocidad (α)	Adimensional
	Coeficiente de amortiguamiento	KN. (s/m) $^{\alpha}$					
	Velocidad de corte	m/s					
	VARIABLES	PROBLEMA ESPECÍFICO 1	OBJETIVOS ESPECÍFICO 1	HIPOTESIS ESPECÍFICO 1	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
	Variable Dependiente: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO	¿Cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023	Si a una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad técnica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	Análisis Lineal Dinámico Modal Espectral	Deriva de entrepiso	%
						Irregularidad torsional	%
						Cortante Basal	KN
Análisis no lineal Tiempo - Historia					Deriva de entrepiso	%	
					Periodo fundamental	Seg	
PGA	m/s ²						

MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO – LOS OLIVOS – 2022	Variable Dependiente: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO	PROBLEMA ESPECÍFICO 2	OBJETIVOS ESPECÍFICO 2	HIPOTESIS ESPECÍFICO 2	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
		¿Cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente el valor de la configuración estructural, así como estructuración para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	Configuración estructural	Irregularidad en altura	Adimensional
						Irregularidad en planta	Adimensional
						Sistema estructural	Adimensional
					Estructuración	Centro de masa	m
		Centro de Rigidez	m				
		Excentricidad	m				
		PROBLEMA ESPECÍFICO 3	OBJETIVOS ESPECÍFICO 3	HIPOTESIS ESPECÍFICO 3	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
		¿Cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos experimentan un porcentaje de disipación de energía mayor o igual al 50% de la energía total de entrada para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	Balance energético	Energía de entrada (Input)	KN-m
						Energía de la estructura	KN-m
Energía No Lineal Viscous Damping	KN-m						
Amortiguamiento	Factor de reducción de respuesta sísmica (B)				Adimensional		
	Amortiguamiento efectivo (B _{eff})				%		
Amortiguamiento Viscoso (B _h)	%						
PROBLEMA ESPECÍFICO 4	OBJETIVOS ESPECÍFICO 4	HIPOTESIS ESPECÍFICO 4	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA		
¿Cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos – Lima – 2023.	Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad económica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos – Lima – 2023.	Análisis de costos	Costo del sistema estructural sin protección sísmica	s./m ²		
				Costo del sistema de disipación de energía	s./m ²		
					Costo global	s./m ²	
			Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Fuerza de diseño del dispositivo	KN		
				Stroke	mm		
Espesor de la horquilla	mm						

Anexo 3. Discusión de resultados

TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	Antecedentes				Marco Conceptual		Normas		Tesis	Comentarios
								Internacionales	Nacionales	Internacionales	Nacionales	Internacionales	Nacionales				
MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO - LOS OLIVOS - 2022	Variable Independiente: INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO	General: ¿Cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos - Lima - 2023?	General: Determinar cuánto es el mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos - Lima - 2023.	General: Si una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso no tanto en planta como en altura entonces estos mejoran significativamente el desempeño sísmico en edificios de gran altura ubicado en Los Olivos - Lima - 2023.	Disposición del disipador de fluido viscoso	Chevron	Adimensional	Cuntá (2014) Diagonal/Chevron Simplificado	Salvatierra (2018) Diagonal	Esta disposición se caracteriza por colocar al disipador en posición horizontal, paralelo al plano del techo. De este modo se	-	FEMA 356 / SEACOC Visión 2000 Committee	N.T.P E.031	✓	La comparación realizada en la presente investigación se hizo con una disposición diagonal.		
						Chevron simplificado	Adimensional			Esta disposición se caracteriza por tener una similitud con la disposición diagonal pero la diferencia de mantener 2 dispositivos en diagonal en vez de uno.	-						
						Diagonal	Adimensional			Esta disposición se caracteriza por tener una similitud con la disposición diagonal pero la diferencia de mantener 2 dispositivos en diagonal en vez de uno.	-						
						Exponente de velocidad (e)	Adimensional	1	0.6	El exponente de velocidades "e" describe el comportamiento histerético de los disipadores en altura.	-			0.5	Para fines del análisis sísmico de una edificación en una zona altamente sísmica se optó por emplear el factor con valor de 0.5a comparación de los autores comparados.		
						Coefficiente de amortiguamiento	KN/(m) ³ *c	800	765	Para la obtención del coeficiente "C", se asumió que todos los disipadores de la estructura tienen las mismas	-			Cx=2585.37 Cy=2113.35	Por ser una edificación de gran altura era evidente que el valor de nuestros coeficientes iban a ser más altos.		
						Velocidad de corte	m/s	0.026	0.076	Velocidad relativa entre los puntos extremos del dispositivo	-			0.021	La velocidad de corte es similar a lo obtenido por los autores comparados.		
	Variable Dependiente: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO	Específico 1: ¿Cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023?	Específico 1: Determinar cuál es la viabilidad técnica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023.	Específico 1: Si a una edificación se le integra los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad técnica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos - Lima - 2023.	Análisis Lineal Dinámico Modal Espectral	Deriva de entrepiso	%	Cuntá (2014) 57.61	Rojas (2019) 55.80	La cantidad de distorsión o deriva en un entrepiso es igual a la diferencia en el desplazamiento lateral	-	ASCE 2016 / SEACOC Visión 2000 Committee	N.T.P E.030	70.3	Nuestro resultados han sido mejor de lo esperado para el porcentaje de reducción de nuestra deriva		
						Irregularidad torsional	%	1.15	1.03	La irregularidad torsional se puede identificar en un edificio cuando el desplazamiento relativo	-			1.001	Nuestra irregularidad torsional resulta que no hay una excentricidad relevante, esto parte como una propuesta del rito entre la máxima deriva y el promedio de estas luego de promediarlas.		
						Cortante Basal	Tmf	785	950	Según la definición de Saez (2019), el cortante	-			V ₁ =7199.408 V ₂ =5473.723	Derivas relativamente bajas y de acorde a lo obtenido por los presentes autores citados.		
						Deriva de entrepiso	%	0.0049	0.0053	La cantidad de distorsión o deriva en un entrepiso es	-			δ ₁ =0.484 δ ₂ =0.488			
						Periodo fundamental	Seg	0.927	0.85	La cantidad de tiempo que debe pasar antes de que pueda ocurrir una oscilación en la dirección en consideración. (Derrigil & Quispe, 2021).	-			T _x =1.041 T _y =1.119	Un periodo similar para el tipo de estructura analizada		
						PGA	cm/s ²	-180.59	-175.43	Es un parámetro que a la vez se relaciona con la aceleración máxima del	-			192.5			
		Específico 3: ¿Cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023?	Específico 3: Determinar cuáles son los valores de la configuración estructural y estructuración que presenta nuestra edificación modelo basado en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023.	Específico 3: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente el valor de la configuración estructural así como estructuración para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos - Lima - 2023.	Configuración estructural	Irregularidad en altura	Adimensional	Ruiz (2009) 1	Castañeda (2020) 1	Irregularidad que considera una serie de factores para poder determinar la ductilidad final de nuestra estructura	-	ASCE 2016	N.T.P E0.30	1			
						Irregularidad en planta	Adimensional	1	0.85	Irregularidad que considera una serie de factores para poder determinar la ductilidad final de nuestra estructura	-			1			
						Sistema estructural	Adimensional	7	5.55	El tipo de sistema estructural según la fuerza motriz dependiente de la carga	-			6			
Centro de masa						m	-	-	Es el punto en donde se aplica la carga	-	X _{cm} = 14.86 Y _{cm} = 8.99						
Centro de Rigidez						m	-	-	Si la estructura presenta rotación, se producirá con respecto a ella punto, que	-	X _{cr} = 15 Y _{cr} = 9						
Excentricidad						m	1.75	1.26	Es la separación física entre el CM y CR de una estructura, o su centro de masa y centro de rigidez. (Aguilar, 2017).	-	δ _x = 0.05 δ _y = 0.01			Una excentricidad bastante aceptable en comparación con los autores comparados.			
Específico 4: ¿Cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos - Lima - 2023?		Específico 4: Determinar cuánto es porcentaje de disipación de energía asociado al amortiguamiento de los disipadores de fluido viscosos que permiten mejorar el desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos en Los Olivos - Lima - 2023.	Específico 4: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos experimentan un porcentaje de disipación de energía mayor o igual al 50% de la energía total de entrada para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos - Lima - 2023.	Balance energético	Energía de entrada (Input)	KN-m	Pardo (2007) 18672	Salvatierra (2018) 25000	Energía producido de las sollicitaciones sísmicas en la base de la estructura que	-	FEMA 356 / SEACOC Visión 2000 Committee	N.T.P E0.70	EX=9172.80 EY=9742.89				
					Energía de la estructura	KN-m	6335	9650	Energía que toma los elementos estructurales de la edificación para resistir la	-			EX=2994.58 EY=2722.4				
					Energía No Lineal Viscous Damping	KN-m	11740	12980	Energía no lineal que toma los amortiguadores de fluido viscoso durante	-			EX=6178.18 EY=7020.49				
	Factor de reducción de respuesta sísmica (R)				Adimensional	1.879	1.85	Coefficiente producido de la división entre la deriva máxima obtenida del	-	Bx=2.303 By=2.140			Valores propios de cada edificación dependiendo la deriva objetivo propuesta.				
	Amortiguamiento efectivo (B _{eff})				%	25.037	24.05	Amortiguamiento que la estructura deberá tomar para planear la deriva	-	B _{effX} =48.74 B _{effY} =42.67							
	Amortiguamiento Viscoso (B _v)				%	22.037	19.05	Amortiguamiento neto descontando el amortiguamiento total de la	-	B _{vX} =43.74 B _{vY} =37.67							
Específico 4: ¿Cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023?	Específico 4: Determinar cuál es la viabilidad económica en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscosos no lineales en Los Olivos - Lima - 2023.	Específico 4: Si a una edificación se le añade los disipadores de fluido viscoso entonces estos mejoran significativamente la viabilidad económica para edificios de gran altura ubicado en Los Olivos - Lima - 2023.	Viabilidad económica	Costo del sistema estructural sin amortiguamiento	s./m ²	Calderón (2014) 558.37	Guevara y Torres (2012) 510.25	Costo de la estructura convencional incluyendo casco estructural, acabos e otros de los edificios	-	TAYLOR DEVICES	Revista Costa	6021.01	Un costo mayor al de los autores comparados por la envergadura de la misma.				
				Costo de disipación de energía	s./m ²	61.68	30	Costo de disipación de energía en función a la fuerza de diseño y momento	-			569	Un costo relativamente alto por el hecho del número y fuerza de los disipadores diseñados.				
				Costo global	s./m ²	620.05	540.25	Costo de disipación de energía en función a la fuerza de diseño y momento	-			7115.74					
				Fuerza de diseño del dispositivo	KN	750	500	Se define como la fuerza de diseño de los disipadores y dispositivos	-			306.62	Se obtuvo una fuerza de diseño comparable al de los autores citados.				
				Stroke	mm	10.2	9.8	Se define como la deformación máxima en unidades de mm con respecto	-			5.9	Se obtuvo un stroke comparable a un rango adecuado, además de lo obtenido por los presentes autores.				
				Espesor de la horquilla	mm	77	77	Es el espesor de la boca del amortiguador de fluido viscoso	-			102					

Anexo 4. Validación de instrumentos por 3 ingenieros civiles



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hitler Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Delgado Ramírez

FECHA: 23/08/2023

INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
Disposición del disipador de fluido viscoso	Chevron	Adimensional	✓	
	Chevron simplificado	Adimensional	x	
	Diagonal	Adimensional	x	
Características técnicas del disipador de fluido viscoso	Exponente de velocidad (α)	Adimensional	0.5	
	Coefficiente de amortiguamiento	KN. (s/m) ²	Cx=2585.37 Cy=2113.35	
	Velocidad de corte	m/s	0.021	

NOMBRES Y APELLIDOS	BRYAN ANDRÉS LOZANO MENESES	CALIFICACIÓN 05	 FIRMA SELLO BRYAN ANDRÉS LOZANO MENESES Ingeniero Civil CIP N° 273324
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL		
REGISTRO CIP	773324		

EXCELENTE

INDICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-30%
2	REGULAR	31%-60%
3	BUENO	61%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hiller Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Deigado Ramírez

FECHA: 23/06/2023

MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACION
Análisis Lineal Dinámico Modal Espectral (Sin DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.567$ $\delta_y=0.899$	
	Irregularidad torsional	Adimensional	1.001	
	Cortante Basal	Taf	$V_x=2799.408$ $V_y=2473.723$	
Análisis No Lineal Dinámico Tiempo Historia (Con DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.484$ $\delta_y=0.488$	
	Periodo fundamental	seg	$T_x=1.041$ $T_y=1.119$	
	PGA	m/s^2	1.925	
Análisis de costos	Costo del sistema estructural sin protección sísmica	s./m ²	6021.01	
	Costo del sistema de disipación de energía	s./m ²	569	
	Costo global	s./m ²	7115.74	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Fuerza de diseño del dispositivo	KN	306.62	
	Stroke	mm	5.9	
	Espesor de la horquilla	mm	102	
Configuración estructural	Irregularidad en altura	Adimensional	1	
	Irregularidad en planta	Adimensional	1	
	Sistema estructural	Adimensional	6	
Estruduración	Centro de masa	m	$X_{cm} = 14.35$ $Y_{cm} = 8.99$	
	Centro de Rigidez	m	$X_{cr} = 15$ $Y_{cr} = 9$	
	Excentricidad	m	$\Delta_x = 0.05$ $\Delta_y = 0.01$	
Balance energético	Energía de entrada (Input)	KN-m	$E_x=9172.80$ $E_y=9742.89$	
	Energía de la estructura	KN-m	$E_x=2994.58$ $E_y=2722.4$	
	Energía No Lineal Viscous Damping	KN-m	$E_x=6178.18$ $E_y=7020.49$	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Factor de reducción de respuesta sísmica (R)	Adimensional	$R_x=2.303$ $R_y=2.140$	
	Amortiguamiento efectivo (B _{eff})	%	$B_{effX}=48.74$ $B_{effY}=42.67$	
	Amortiguamiento Viscoso (B _v)	%	$B_{vX}=43.74$ $B_{vY}=37.67$	

NOMBRES Y APELLIDOS	BRYAN ANDRÉS LOZANO MENESES	CALIFICACIÓN	05	PRIMA Y SELLO
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL			 BRYAN ANDRÉS LOZANO MENESES Ingeniero Civil CIP N° 273324
REGISTRO CIP	273324			

INDICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-39%
2	REGULAR	31%-60%
3	BUENO	61%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%

EXCELENTE

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hitler Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Delgado Ramírez

FECHA: 23/06/2023

INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACION
Disposicion del disipador de fluido viscoso	Chevron	Adimensional	✓	
	Chevron simplificado	Adimensional	x	
	Diagonal	Adimensional	x	
Características técnicas del disipador de fluido viscoso	Exponente de velocidad (α)	Adimensional	0.5	
	Coefficiente de amortiguamiento	KN. (s/m) ²	C _x =2585.37 C _y =2113.35	
	Velocidad de corte	m/s	0.021	

NOMBRES Y APELLIDOS	ALEX VLADIMIR ROJAS PEREZ	CALIFICACIÓN	FIRMA Y SELLO
PROFESIÓN	INGENIERIA CIVIL		
REGISTRO CIP	217 002		
		5	

INDICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-30%
2	REGULAR	31%-50%
3	BUENO	51%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%

ALEX VLADIMIR
 ROJAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 217002

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

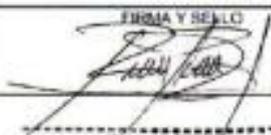
TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hiller Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Delgado Ramírez

FECHA: 23/06/2023

MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACION
Análisis Lineal Dinámico Modal Espectral (Sin DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.967$ $\delta_y=0.899$	
	Irregularidad torsional	Adimensional	1.001	
	Cortante Baseal	Tmf	$V_x=2799.408$ $V_y=2473.723$	
Análisis No Lineal Dinámico Tiempo Historia (Con DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.484$ $\delta_y=0.488$	
	Periodo fundamental	seg	$T_x=1.041$ $T_y=1.119$	
	PGA	m/s^2	1.925	
Análisis de costos	Costo del sistema estructural sin protección sísmica	$u./m^2$	6021.01	
	Costo del sistema de disipación de energía	$u./m^2$	566	
	Costo global	$u./m^2$	7115.74	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Fuerza de diseño del dispositivo	KN	305.62	
	Stroke	mm	5.9	
	Espesor de la horquilla	mm	102	
Configuración estructural	Irregularidad en altura	Adimensional	1	
	Irregularidad en planta	Adimensional	1	
	Sistema estructural	Adimensional	6	
Estructuración	Centro de masa	m	$X_{cm} = 14.95$ $Y_{cm} = 8.99$	
	Centro de Rigidez	m	$X_{cr} = 15$ $Y_{cr} = 9$	
	Excentricidad	m	$e_x = 0.06$ $e_y = 0.01$	
Balance energético	Energía de entrada (Input)	KN-m	$E_x = 9172.80$ $E_y = 9742.89$	
	Energía de la estructura	KN-m	$E_x = 2994.58$ $E_y = 2722.4$	
	Energía No Lineal Viscous Damping	KN-m	$E_x = 6178.18$ $E_y = 7020.49$	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Factor de reducción de respuesta sísmica (R)	Adimensional	$R_x=2.303$ $R_y=2.140$	
	Amortiguamiento efectivo (B _{eff})	%	$B_{effX}=48.74$ $B_{effY}=42.67$	
	Amortiguamiento Viscoso (B _v)	%	$B_{vX}=43.74$ $B_{vY}=37.67$	

NOMBRES Y APELLIDOS	ALEX VLADIMIR ROJAS PEREZ	CALIFICACIÓN	5	FIRMA Y SELLO 
PROFESIÓN	INGENIERIA CIVIL			
REGISTRO CIP	217-002			

INICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-30%
2	REGULAR	31%-50%
3	BUENO	51%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%

 ALEX VLADIMIR
 ROJAS PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 217002

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hitler Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Delgado Ramírez

FECHA: 23/06/2023

INTEGRACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACION
Disposicion del disipador de fluido viscoso	Chevron	Adimensional	✓	
	Chevron simplificado	Adimensional	x	
	Diagonal	Adimensional	x	
Características técnicas del disipador de fluido viscoso	Exponente de velocidad (α)	Adimensional	0.5	
	Coficiente de amortiguamiento	KN. (s/m) ²	Cx=2585.37 Cy=2113.35	
	Velocidad de corte	m/s	0.021	

NOMBRES Y APELLIDOS	JOSE ANDRÉS CABALLERO ABANTO	CALIFICACIÓN	FIRMA Y SELLO
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL		
REGISTRO CIP	200905		

INDICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-30%
2	REGULAR	31%-50%
3	BUENO	51%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%



José Andrés Caballero Abanto
 Ingeniero Civil
 CIP: 200905

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TÍTULO: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023"

AUTOR: Jeiser Hilber Perez Montoya

ASESOR: Félix Germán Delgado Ramírez

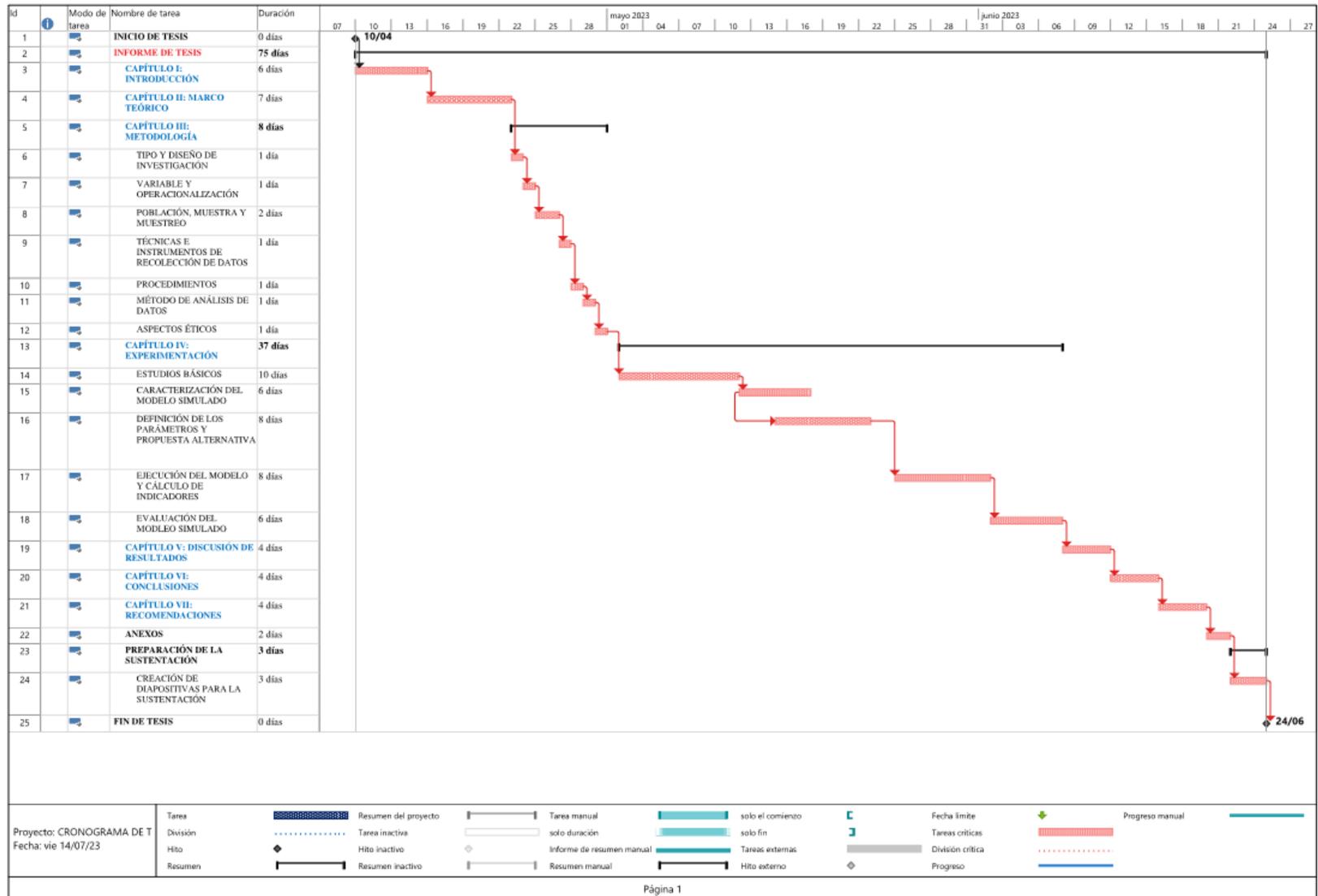
FECHA: 23/06/2023

MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO SÍSMICO				
DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	OBSERVACION
Análisis Lineal Dinámico Modal Espectral (Sin DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.967$ $\delta_y=0.899$	
	Irregularidad torsional	Adimensional	1.001	
	Cortante Basal	Tnf	$V_x=2788.400$ $V_y=2473.723$	
Análisis No Lineal Dinámico Tiempo Historia (Con DFV)	Deriva de entrepiso	%	$\delta_x=0.484$ $\delta_y=0.488$	
	Periodo fundamental	seg	$T_x=1.041$ $T_y=1.119$	
	PGA	m/s^2	1.925	
Análisis de costos	Costo del sistema estructural sin protección sísmica	s./m ²	8021.01	
	Costo del sistema de disipación de energía	s./m ²	569	
	Costo global	s./m ²	7115.74	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Fuerza de diseño del dispositivo	KN	306.62	
	Stroke	mm	5.8	
	Espesor de la horquilla	mm	102	
Configuración estructural	Irregularidad en altura	Adimensional	1	
	Irregularidad en planta	Adimensional	1	
	Sistema estructural	Adimensional	6	
Estructuración	Centro de masa	m	$X_{cm} = 14.05$ $Y_{cm} = 8.99$	
	Centro de Rigidez	m	$X_{cr} = 15$ $Y_{cr} = 9$	
	Ecentricidad	m	$\Delta_x = 0.05$ $\Delta_y = 0.01$	
Balance energético	Energía de entrada (input)	KN-m	$E_x=9172.80$ $E_y=9742.89$	
	Energía de la estructura	KN-m	$E_s=2994.58$ $E_p=2722.4$	
	Energía No Lineal Viscous Damping	KN-m	$E_d=6178.18$ $E_v=7020.49$	
Parámetros del costo del sistema de disipación de energía	Factor de reducción de respuesta sísmica (B)	Adimensional	$B_x=2.303$ $B_y=2.140$	
	Amortiguamiento efectivo (Beff)	%	$BeffX=48.74$ $BeffY=42.67$	
	Amortiguamiento Viscoso (Bh)	%	$BhX=43.74$ $BhY=37.67$	

NOMBRES Y APELLIDOS	JOSE ANGELO CABALLERO ABANTO	CALIFICACIÓN	FIRMA Y SELLO
PROFESIÓN	INGENIERO CIVIL	5	
REGISTRO CIP	200905		

INDICE	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
1	DEFICIENTE	0%-30%
2	REGULAR	31%-50%
3	BUENO	51%-70%
4	MUY BUENO	71%-90%
5	EXCELENTE	91%-100%

Anexo 5. Cronograma de tesis

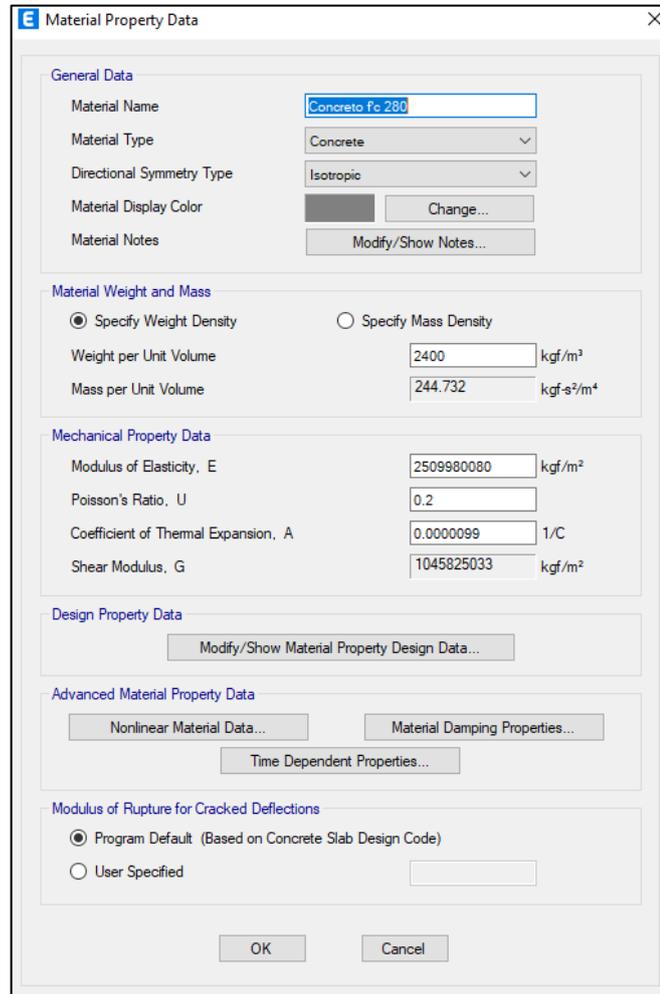


Anexo 6. Presupuesto de tesis

Presupuesto					
Presupuesto	1101001	Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de flujo viscoso-Los Olivos -2023			
Cliente	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Costo al	16/11/2022		
Lugar	LIMA - LIMA - LOS OLIVOS				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBJETIVO GENERAL				1,416.96
01.01	DIMENSION 1				708.48
01.01.01	CHEVRON	Adi	1.00	236.16	236.16
01.01.02	CHEVRON SIMPLIFICADO	Adi	1.00	236.16	236.16
01.01.03	DIAGONAL	Adi	1.00	236.16	236.16
01.02	DIMENSION 2				708.48
01.02.01	COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO	CA	1.00	236.16	236.16
01.02.02	EXPONENTE DE VELOCIDAD (a)	Adi	1.00	236.16	236.16
01.02.03	VELOCIDAD DE CORTE	m/s	1.00	236.16	236.16
02	OBJETIVO ESPECÍFICO 1				1,416.96
02.01	DIMENSION 1				708.48
02.01.01	DERIVA DE ENTREPISO	Adi	1.00	236.16	236.16
02.01.02	IRREGULARIDAD TORSIONAL	%	1.00	236.16	236.16
02.01.03	CORTE BASAL	ton	1.00	236.16	236.16
02.02	DIMENSION 2				708.48
02.02.01	DERIVA DE ENTREPISO	Adi	1.00	236.16	236.16
02.02.02	PERIODO FUNDAMENTAL	s	1.00	236.16	236.16
02.02.03	PGA	m/s^2	1.00	236.16	236.16
03	OBJETIVO ESPECÍFICO 2				1,176.96
03.01	DIMENSION 1				588.48
03.01.01	IRREGULARIDAD EN ALTURA	Adi	1.00	196.16	196.16
03.01.02	IRREGULARIDAD EN PLANTA	Adi	1.00	196.16	196.16
03.01.03	SISTEMA ESTRUCTURAL	Adi	1.00	196.16	196.16
03.02	DIMENSION 2				588.48
03.02.01	CENTRO DE MASA	m	1.00	196.16	196.16
03.02.02	CENTRO DE RIGIDEZ	m	1.00	196.16	196.16
03.02.03	EXCENTRICIDAD	m	1.00	196.16	196.16
04	OBJETIVO ESPECÍFICO 3				2,490.48
04.01	DIMENSION 1				1,782.00
04.01.01	ENERGIA DE ENTRADA	KN-m	3.00	198.00	594.00
04.01.02	ENERGIA DE LA ESTRUCTURA	KN-m	3.00	198.00	594.00
04.01.03	ENERGIA NO LINEAL VISCOUS DAMPING	KN-m	3.00	198.00	594.00
04.02	DIMENSION 2				708.48
04.02.01	FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA SÍSMICA (B)	Adi	1.00	236.16	236.16
04.02.02	AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO (B _{eff})	%	1.00	236.16	236.16
04.02.03	AMORTIGUAMIENTO VISCOZO (B _h)	%	1.00	236.16	236.16
05	OBJETIVO ESPECÍFICO 4				1,176.96
05.01	DIMENSION 1				588.48
05.01.01	COSTO DE SISTEMA ESTRUCTURAL SIN PROTECCIÓN SISMICA	s./m2	1.00	196.16	196.16
05.01.02	COSTO DE SISTEMA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	s./m2	1.00	196.16	196.16
05.01.03	COSTO GLOBAL	s./m2	1.00	196.16	196.16
05.02	DIMENSION 2				588.48
05.02.01	FUERZA DE DISEÑO DEL DISPOSITIVO	KN	1.00	196.16	196.16
05.02.02	STROKE	mm	1.00	196.16	196.16
05.02.03	ESPESOR DE LA HORQUILLA	mm	1.00	196.16	196.16
	COSTO DIRECTO				7,678.32

Anexo 7. Modelamiento de la edificación en el programa ETABS Ultimate 20.0.0

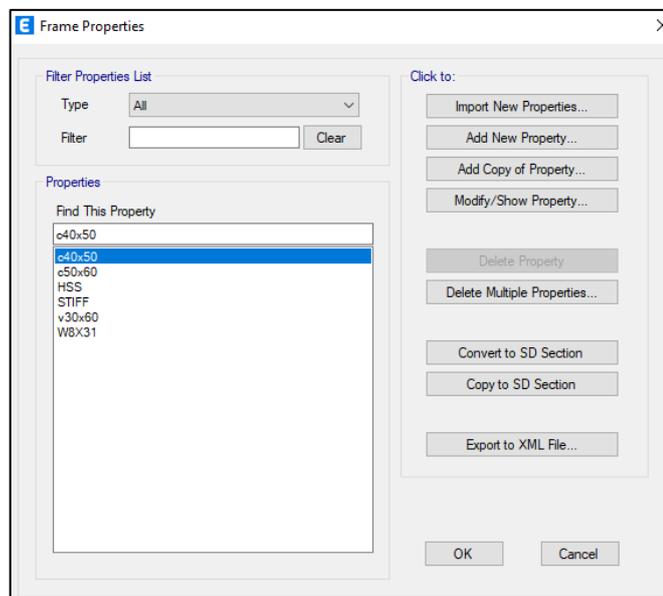
1. Definición del material y secciones de los elementos estructurales



The 'Material Property Data' dialog box is used to define the properties of a material. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name (Concrete f.c. 280), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (Change...), and Material Notes (Modify/Show Notes...).
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Fields for Weight per Unit Volume (2400 kgf/m³) and Mass per Unit Volume (244.732 kgf-s²/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E (2509980080 kgf/m²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (1045825033 kgf/m²).
- Design Property Data:** Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:** Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., and Time Dependent Properties...
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** Radio buttons for 'Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)' (selected) and 'User Specified'.

Buttons: OK, Cancel.

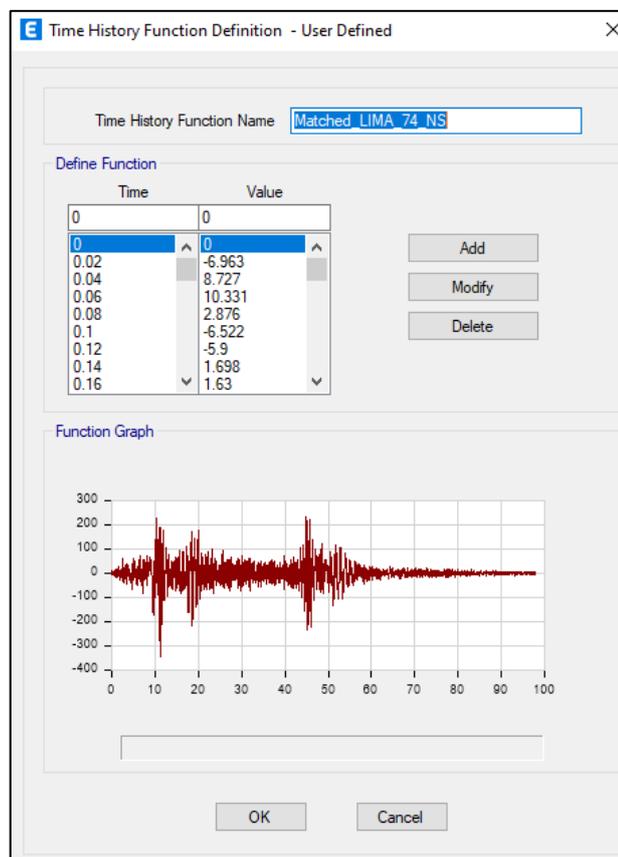
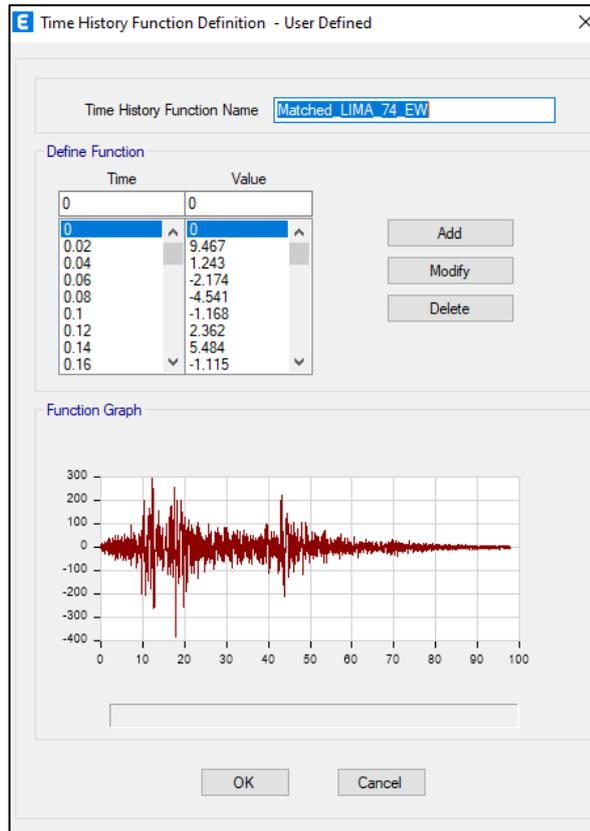


The 'Frame Properties' dialog box is used to manage the properties of structural frames. It includes:

- Filter Properties List:** Type (All), Filter (Clear).
- Properties:** Find This Property (c40x50, c50x60, HSS, STIFF, v30x60, W8X31). The 'c40x50' property is selected.
- Click to:** Import New Properties..., Add New Property..., Add Copy of Property..., Modify/Show Property..., Delete Property, Delete Multiple Properties..., Convert to SD Section, Copy to SD Section, Export to XML File...

Buttons: OK, Cancel.

2. Definición de la función tiempo historia para Lima 1974 dirección E-W y N-S



3. Definición de fuente de masa, patrones y casos de carga

E Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

Element Self Mass

Additional Mass

Specified Load Patterns

Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
Sobrecarga	1
Live	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

Include Lateral Mass

Include Vertical Mass

Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

E Define Load Patterns

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Sobrecarga	Super Dead	0	

Click To:

Buttons: Add New Load, Modify Load, Modify Lateral Load..., Delete Load

Buttons: OK, Cancel

E Load Cases

Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
Ritz	Modal - Ritz
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
Sobrecarga	Linear Static
GRAVEDAD	Nonlinear Modal History (FNA)
LIMA74_X	Nonlinear Modal History (FNA)
LIMA74_Y	Nonlinear Modal History (FNA)
Brace X	Nonlinear Modal History (FNA)
Brace Y	Nonlinear Modal History (FNA)

Click to:

Buttons: Add New Case..., Add Copy of Case..., Modify/Show Case..., Delete Case, Show Load Case Tree...

Buttons: OK, Cancel

4. Definición de carga dinámica tiempo historia Lima 1974 en dirección “X” y “Y”

E Load Case Data

General

Load Case Name: LIMA74 X

Load Case Type/Subtype: Time History / Nonlinear Modal (FNA)

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVEDAD

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Matched_LIMA_74_...	0.01
Acceleration	U2	Matched_LIMA_74_...	0.003

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Ritz

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

Modal Damping: Constant at 0.05

Nonlinear Parameters: Default

OK Cancel

E Load Case Data

General

Load Case Name: LIMA74 Y

Load Case Type/Subtype: Time History / Nonlinear Modal (FNA)

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: GRAVEDAD

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	Matched_LIMA_74_...	0.01
Acceleration	U1	Matched_LIMA_74_...	0.003

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Ritz

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

Modal Damping: Constant at 0.05

Nonlinear Parameters: Default

OK Cancel

5. Diseño de los disipadores de fluido viscoso en la dirección "X" y "Y"

ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO			
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS EJE "Y"			
FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA SÍSMICA (B)			
Bx =	2.140		
AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO			
BeffY =	42.668	599536.79	
AMORTIGUAMIENTO VISCOZO			
BHY =	37.668		
RIGIDEZ DEL BRAZO METÁLICO			
K =	599536.7896 KN/m		
DATOS			
Parámetros del disipador			
Dmax =	0.008989	Hanus	
Dobj =	0.0042		
Binh =	5		
E _{braca} =	2.10E+08	KN/m ²	
A _{braca} =	0.0131613	m ²	
L _{braca} =	4.61	m	
θ _{rad} =	0.00000		
α =	0.5		
λ =	3.5		
T _{fundamental} =	1.127	seg	
Nro de dis =	12		
frecuencia (w) =	0.887		
frecuencia angular =	5.5751422		
		Parámetros sísmicos	
		Z =	0.45 g
		U =	1
		C =	1.33
		S =	1.05
		g =	9.81
		Sa =	6.1693323 m/s ²
		0.2 T =	0.225
		1.25 T =	1.409

PISO	MASA (Tn)	Cos θ	Cos θ^(1+α)*Φ _{rj} ^(1+α)	m*Φ _i ²	m*Φ _i	PISO	Vectores propios	Φ _i	Φ _{rj}
10	504.4344	1.0000	0.022542673	504.4344	504.4344	10	0.0000215	1	0.0798001
9	580.9344	1.0000	0.026941842	491.91654	534.57576	9	0.0000198	0.9201999	0.0898707
8	580.9344	1.0000	0.032250665	400.52319	482.36677	8	0.0000179	0.8303292	0.1013194
7	580.9344	1.0000	0.037563324	308.74065	423.50687	7	0.0000157	0.7290098	0.1121612
6	580.9344	1.0000	0.041723985	221.0468	358.34856	6	0.0000133	0.6168486	0.1202977
5	580.9344	1.0000	0.043650457	143.23682	288.46351	5	0.0000107	0.4965509	0.1239726
4	580.9344	1.0000	0.042303289	80.642161	216.44354	4	0.0000080	0.3725783	0.1214086
3	580.9344	1.0000	0.036735537	36.64895	145.91311	3	0.0000054	0.2511697	0.1105073
2	580.9344	1.0000	0.026235086	11.494316	81.715625	2	0.0000030	0.1406624	0.0882921
1	593.4144	1.0000	0.011984723	1.6275291	31.07731	1	0.0000011	0.0523703	0.0523703
TOTAL =	5745.324		0.321931582	2200.3114	3066.8455				
Part. Modal (r) =		1.873366							
AMPLITUD		2113.3497							
A =		0.174							
COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO NO LINEAL									
ΣC =	25360.1967 (s/m) ^α								
C =	2113.34973 (s/m) ^α INGRESAR AL PROGRAMA								
						$C_j = \frac{\beta_v \cdot 2\pi \cdot A^{1-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \cdot \Phi_i^2}{\lambda \sum_j \Phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha} \theta_j}$			

ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES CON DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO			
DIRECCIÓN DE ANÁLISIS EJE "X"			
FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA SÍSMICA (B)			
Bx =	2.303		
AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO			
BeffY =	48.743	599536.79	
AMORTIGUAMIENTO VISCOZO			
BHY =	43.743		
RIGIDEZ DEL BRAZO METÁLICO			
K =	599536.7896 KN/m		
DATOS			
Parámetros del disipador			
Dmax =	0.009674	Hanus	
Dobj =	0.0042		
Binh =	5		
E _{braca} =	2.10E+08	KN/m ²	
A _{braca} =	0.0131613	m ²	
L _{braca} =	4.61	m	
θ _{rad} =	0.00000		
α =	0.5		
λ =	3.5		
T _{fundamental} =	1.049	seg	
Nro de dis =	12		
frecuencia (w) =	0.953		
frecuencia angular =	5.9896905		
		Parámetros sísmicos	
		Z =	0.45 g
		U =	1
		C =	1.43
		S =	1.05
		g =	9.81
		Sa =	6.6280624 m/s ²
		0.2 T =	0.210
		1.25 T =	1.311

PISO	MASA (Tn)	Cos θ	Cos θ^(1+α)*Φ _{rj} ^(1+α)	m*Φ _i ^2	m*Φ _i
10	504.4344	1.0000	0.020143252	504.4344	504.4344
9	580.9344	1.0000	0.024949085	498.10283	537.92664
8	580.9344	1.0000	0.030724258	410.47873	488.32491
7	580.9344	1.0000	0.036652519	320.26294	431.33718
6	580.9344	1.0000	0.041532911	232.14774	367.23645
5	580.9344	1.0000	0.0442346	152.41804	297.56492
4	580.9344	1.0000	0.043627626	87.06962	224.90384
3	580.9344	1.0000	0.038610339	40.247499	152.90898
2	580.9344	1.0000	0.028205874	12.893219	86.545448
1	593.4144	1.0000	0.01336439	1.8820172	33.418799
TOTAL =	5745.324		0.322044855	2259.937	3124.6016

PISO	Vectores propios	Φ _i	Φ _{rj}
10	0.0000212	1	0.074032
9	0.0000197	0.925968	0.0853827
8	0.0000179	0.8405853	0.0980967
7	0.0000158	0.7424886	0.1103407
6	0.0000134	0.6321479	0.1199301
5	0.0000109	0.5122178	0.1250762
4	0.0000082	0.3871415	0.1239294
3	0.0000056	0.2632121	0.1142358
2	0.0000032	0.1489763	0.0926602
1	0.0000012	0.0563161	0.0563161

Part. Modal (r) = 1.8387381

AMPLITUD

2585.373

A = 0.148

COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO NO LINEAL

ΣC = 31024.4761 (s/m)^α

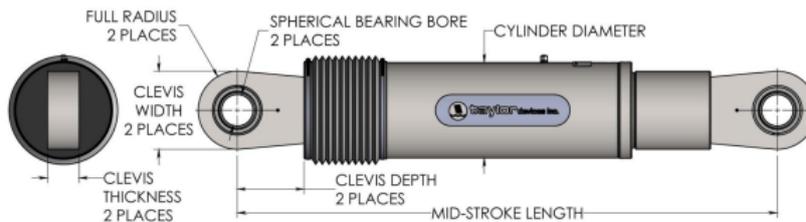
C = 2585.37301 (s/m)^α INGRESAR AL PROGRAMA

$$C_j = \frac{\beta_v \cdot 2\pi \cdot A^{1-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \cdot \Phi_i^2}{\lambda \cdot \sum_j \Phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha} \theta_j}$$

Activar



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES CLEVIS – CLEVIS CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:
VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE FROM ±50 TO ±900mm
FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ±1 mm OF STROKE.

EXAMPLE: 1000 kN±100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1238mm
1000kN±150mm STROKE, 150-100=50, 50*5=250
1238+250= 1488mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ±300mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	38.10	867	±75	43	33	102	83	114	41
500	17130	50.80	1067	±100	55	44	127	102	150	82
750	17140	57.15	1194	±100	59	50	152	129	184	136
1000	17150	69.85	1238	±100	71	61	184	150	210	193
1500	17160	76.20	1314	±100	77	67	203	162	241	260
2000	17170	88.90	1575	±125	91	78	235	191	285	408
3000	17180	101.60	1575	±125	117/111*	89	286/324*	228/210*	350	701
4000	17190	127.00	1880	±125	142	111	324	210	425	1225
6500	17200	152.40	2134	±125	152	121	350	305	515	1810
8000	17210	177.80	2293	±125	178	135	415	343	565	2495

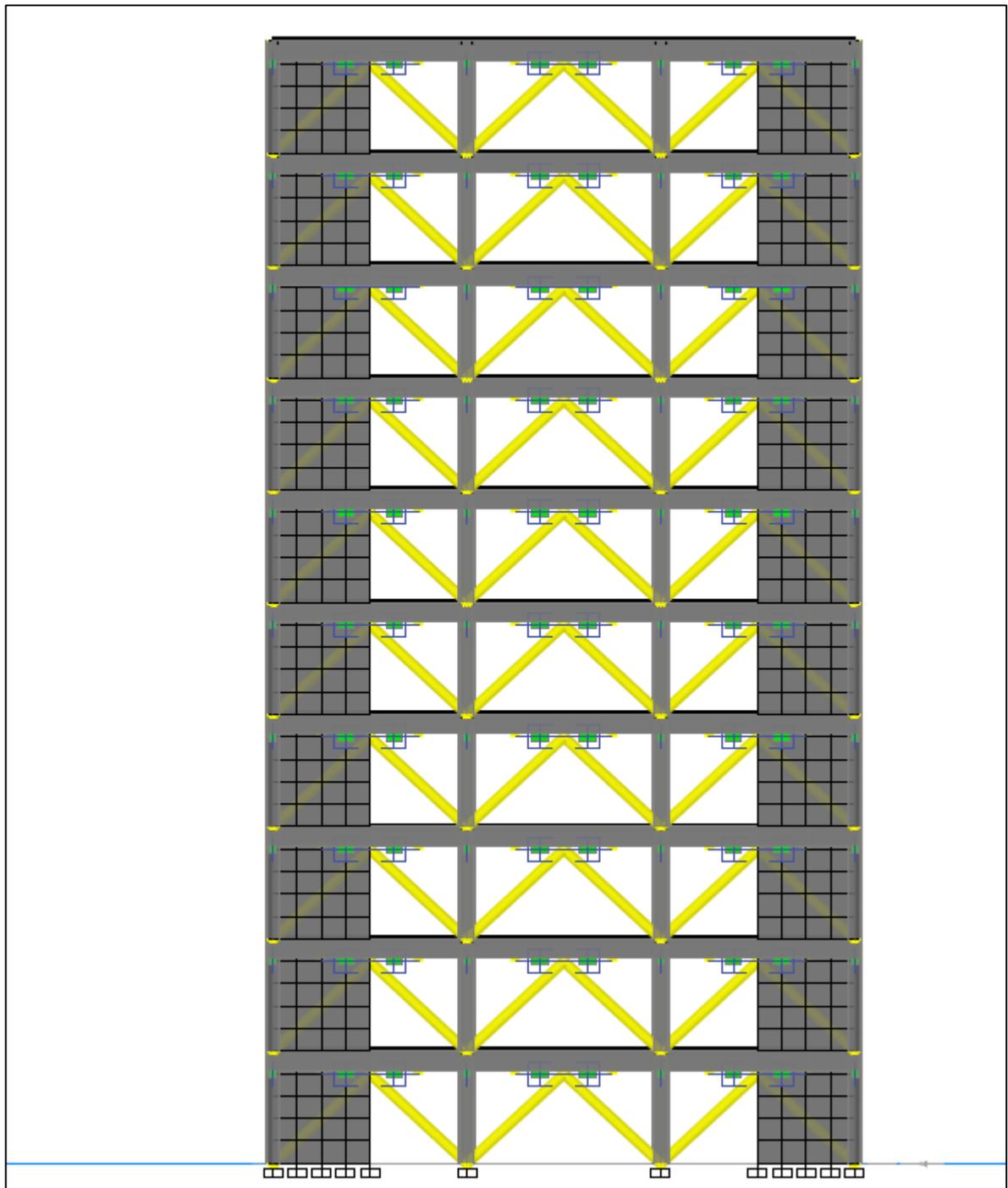
* DENOTES MODEL WITH DIFFERENT CLEVIS SIZES ON EACH END.

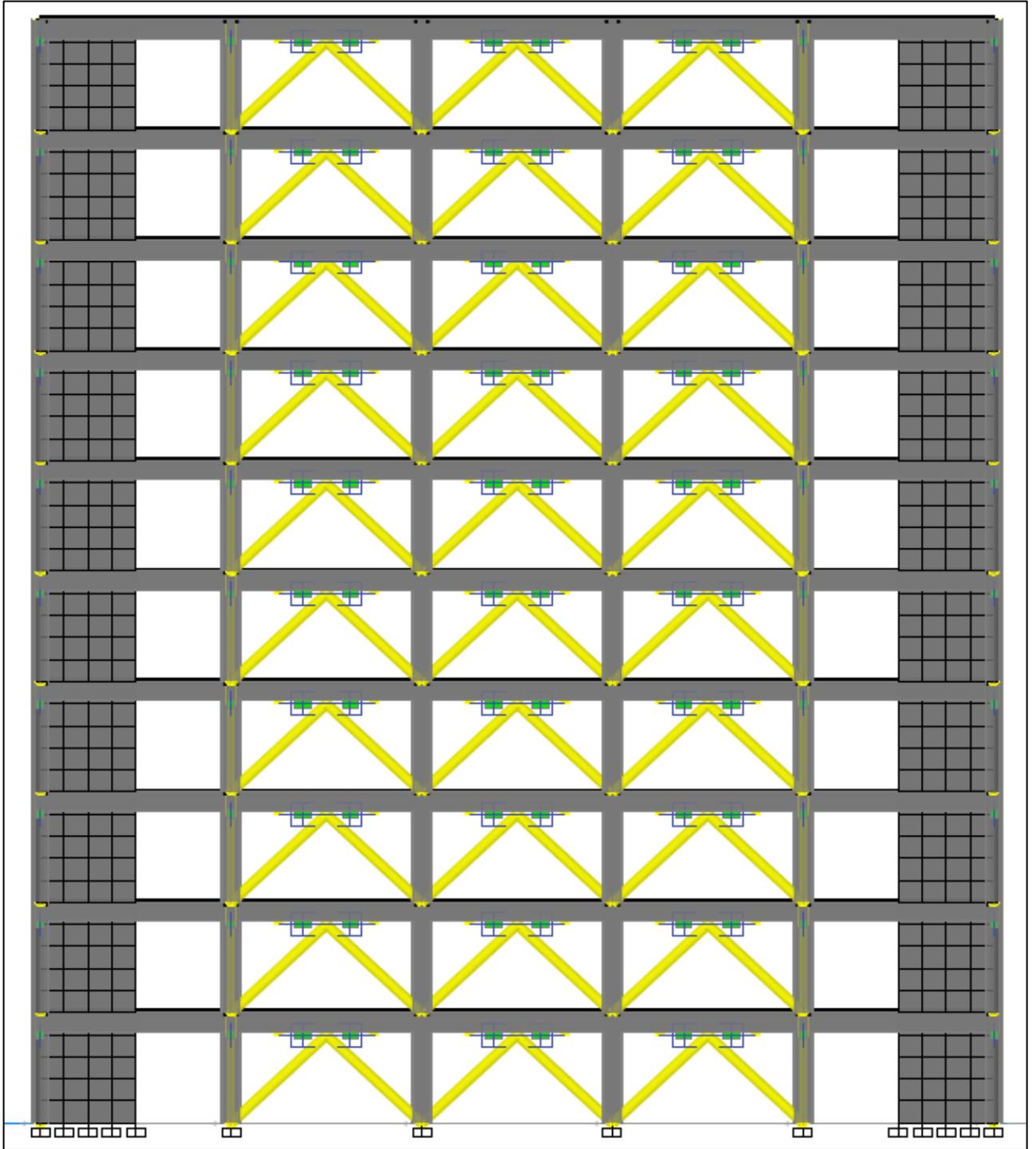
MADE IN USA

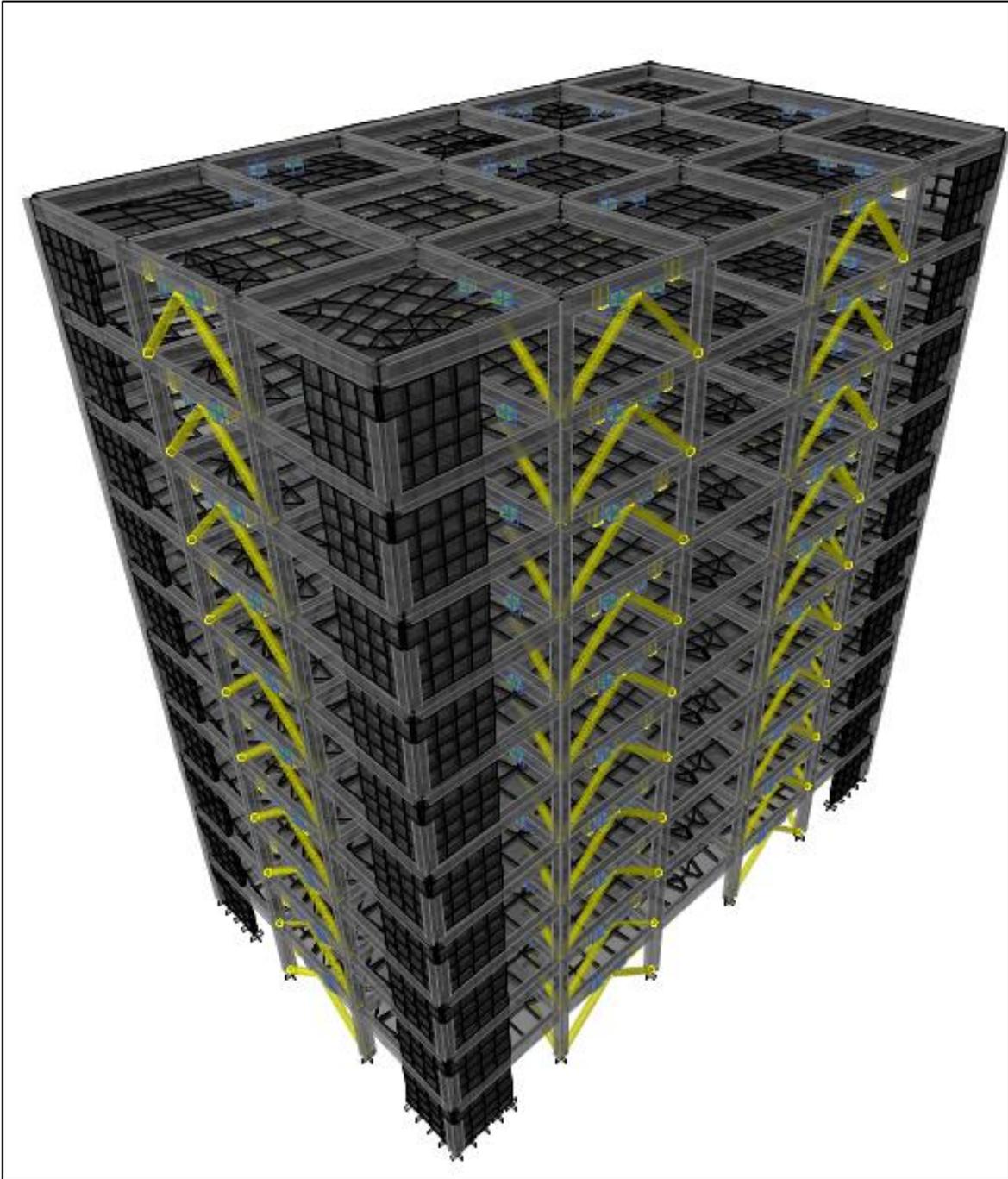
Active
Ve a Co

REV 3-2020

6. Presentación de la edificación de muros estructurales con la integración de los disipadores de fluido viscoso para ambas direcciones de análisis









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento del desempeño sísmico en edificios de gran altura mediante la integración de disipadores de fluido viscoso – Los Olivos – 2023", cuyo autor es PEREZ MONTOYA JEISER HITLER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN DNI: 22264222 ORCID: 0000-0002-7188-9471	Firmado electrónicamente por: FDELGADORAM el 11-07-2023 08:53:33

Código documento Trilce: TRI - 0574757