

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**“BENEDICTO XVI”**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON MENCIÓN EN**  
**DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS**



**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA  
ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA  
EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN INGENIERÍA CON MENCIÓN EN: DIRECCIÓN Y  
GESTIÓN DE PROYECTOS**

**AUTOR**

**Br. Rojas Gutiérrez, Winston Jardiel**  
<https://orcid.org/0009-0009-0794-6716>

**ASESORA**

**Dra. Arangurí García, María Ysabel**  
<https://orcid.org/0000-0001-9220-5801>

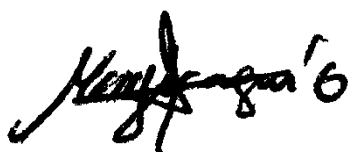
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
**Innovación y Creatividad**

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2026**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor director de la Escuela de Posgrado:

Yo, Dra. María Ysabel Arangurí García con DNI N° 18100281, como asesora del trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025”, desarrollada por el egresado Winston Jardiel Rojas Gutiérrez con DNI N° 73339386 del Programa de maestría en INGENIERÍA CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Escuela de Posgrado. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada escuela.



---

Dra. María Ysabel, Arangurí García

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**EXCMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.**

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

**DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN**

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

**DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA**

Vicerrectora Académica

**DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO**

Vicerrectora de Investigación

**DR. LUIS ORLANDO MIRANDA DÍAZ**

Director de la Escuela de Posgrado

**DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN**

Secretaria General

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a Dios, quien ha sido mi guía constante, iluminando mi camino y otorgándome las fuerzas necesarias para superar los obstáculos que se han presentado. A mis padres y hermanos, por su amor incondicional y apoyo inquebrantable.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a las entidades públicas y privadas que han depositado su confianza en mí persona, brindado su respaldo en las diversas ramas de la ingeniería civil durante estos años de estudios de posgrado. Gracias a ellos, hoy puedo seguir contribuyendo las experiencias a las diversas áreas que se requiera.


## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Winston Jardiel Rojas Gutiérrez** con DNI N° 73339386, egresado del **Programa de maestría en INGENIERÍA CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Escuela de Posgrado**, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025”**, el cual consta de un total de **84 páginas**, incluyendo tablas y **12 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro/declaramos que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación. Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

**EL autor**



WINSTON JARDIEL  
ROJAS GUTIERREZ

**Br. Winston Jardiel Rojas Gutiérrez**

**DNI N° 73339386**

## ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD .....	02
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	03
DEDICATORIA .....	04
AGRADECIMIENTO .....	05
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	06
ÍNDICE .....	07
ÍNDICE DE TABLAS .....	08
RESUMEN .....	09
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. METODOLOGÍA .....	33
2.1 Población y muestra.....	33
2.2 Diseño de investigación .....	33
2.3 Población y muestra .....	33
2.4 Técnicas e instrumentos de recojo de datos .....	34
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de la información .....	34
2.6 Aspectos éticos en investigación .....	35
III. RESULTADOS.....	36
IV. DISCUSIÓN.....	66
V. CONCLUSIONES .....	67
VI. RECOMENDACIONES .....	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Parámetros sísmicos	38
<b>Tabla 2</b>	Coefficiente de sistema estructural en ambas direcciones	39
<b>Tabla 3</b>	Cargas Muertas empleadas	42
<b>Tabla 4</b>	Sobrecargas Consideradas en el Análisis	42
<b>Tabla 5</b>	Especificaciones técnicas resistentes	42
<b>Tabla 6</b>	Combinaciones para elementos de concreto armado	44
<b>Tabla 7</b>	Parámetros de análisis	45
<b>Tabla 8</b>	Irregularidad Torsional	46
<b>Tabla 9</b>	Categorías y clasificación	47
<b>Tabla 10</b>	Esquina entrante (Ia)	48
<b>Tabla 11</b>	Evaluación de esquinas entrantes dirección x-x	48
<b>Tabla 12</b>	Evaluación de esquinas entrantes dirección y-y	48
<b>Tabla 13</b>	Sistemas no paralelos	49
<b>Tabla 14</b>	Sistema estructural	49
<b>Tabla 15</b>	Derivas en dirección x	50
<b>Tabla 16</b>	Derivas en dirección y	50
<b>Tabla 17</b>	Matriz de consistencia	74
<b>Tabla 18</b>	Matriz operacionalización	75
<b>Tabla 19</b>	Matriz de consistencia	76

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de una edificación con sistema convencional respecto a una edificación con aisladores sísmicos de alto amortiguamiento en la ciudad de Trujillo, La Libertad. Para ello, se evaluaron los parámetros estructurales conforme a las Normas Técnicas Peruanas E.030 (Diseño Sismorresistente) y E.031 (Aislamiento Sísmico), así como los materiales, cargas y módulo de elasticidad siguiendo los lineamientos de la Norma E.020. La investigación se desarrolló mediante un análisis comparativo entre ambos sistemas, considerando la zonificación sísmica y las características específicas del suelo en el área de estudio. Además, se revisaron estudios previos y bases de datos documentales para sustentar los resultados obtenidos. A partir de la evaluación, se compararon las ratios de desempeño estructural, estabilidad y mitigación de daños de las edificaciones bajo estudio, determinando las ventajas y limitaciones del uso de aisladores sísmicos en contraste con los sistemas estructurales convencionales. Para esta investigación se tienen como resultados que la estructura convencional cuenta con periodo de vibración de 0.57s, distorsión admisible extremo de 0.0042 en la orientación de análisis x, un porcentaje de amortiguamiento de 5% y respecto al sistema con dispositivos se tiene que cuenta con un periodo de 1.78 s, deriva máxima de 0.0032, un porcentaje de amortiguamiento de 9.4%, resultados que demuestran la efectividad de los aisladores elastoméricos como una solución para mejorar la seguridad sísmica, al proporcionar una mayor protección y estabilidad a las edificaciones que permitirán aportar información relevante sobre el desempeño sísmico de las edificaciones en regiones de alta actividad sísmica como Trujillo, contribuyendo al desarrollo de soluciones más seguras y eficientes en el diseño estructural.

**Palabras clave:** Comportamiento sísmico, sistema convencional, aisladores sísmicos, análisis estructural

## ABSTRACT

The present study aims to evaluate the seismic performance of a building with a conventional structural system compared to a building equipped with high-damping seismic isolators in the city of Trujillo, La Libertad. To achieve this, structural parameters were assessed in accordance with the Peruvian Technical Standards E.030 (Earthquake-Resistant Design) and E.031 (Seismic Isolation), as well as the materials, loads, and modulus of elasticity following the guidelines of Standard E.020. The research was carried out through a comparative analysis of both systems, considering seismic zoning and the specific soil characteristics of the study area. In addition, previous studies and documentary databases were reviewed to support the results obtained. Based on the evaluation, the structural performance ratios, stability, and damage-mitigation capacity of the buildings under study were compared, determining the advantages and limitations of using seismic isolators in contrast to conventional structural systems. The results of this research indicate that the conventional structure has a vibration period of 0.57 s, a maximum drift of 0.0042 in the x-direction, and a damping ratio of 5%. In contrast, the structure with isolation devices has a vibration period of 1.78 s, a maximum drift of 0.0032, and a damping ratio of 9.4%. These results demonstrate the effectiveness of elastomeric isolators as a solution for improving seismic safety, providing greater protection and stability to buildings. Overall, the findings contribute valuable information regarding the seismic performance of buildings in regions of high seismic activity such as Trujillo, supporting the development of safer and more efficient solutions in structural design.

**Keywords:** Seismic behavior, conventional system, seismic isolators, structural

## I. INTRODUCCIÓN

Luego de los eventos principales como el terremoto de Chile en el 2010, las investigaciones de ingeniería tomaron más importancia en el uso de dispositivos como una solución ante los eventos, en los cuales se sigue investigando para cada vez mejorar los procedimientos del cálculo de dispositivos. Entre los reglamentos más utilizados americanos ASCE7-2010 con sus actualizaciones, que contribuyen al desarrollo de la ingeniería. (Diego,V 2015)

El terremoto con una magnitud de Mw 7.0 ocurrido el 12 de enero de 2010 que afectó a Haití, fue uno de los desastres naturales más destructivos de comienzos del siglo XXI. Las estimaciones sobre la mortalidad difieren según las fuentes, pero la literatura y los informes técnicos sitúan el número de fallecidos en un orden de magnitud de decenas a cientos de miles (estudios e informes oficiales reportan rangos desde aproximadamente 100,000 hasta más de 300,000 personas), mientras que el número de heridos y desplazados ascendió a varios cientos de miles o más de un millón de personas. Igualmente, la evaluación de daños indicó que un aproximado de 105,000 viviendas quedaron completamente destruidas y hasta ~250, 000 viviendas colapsadas o severamente dañadas, así como miles de edificios comerciales, hospitales y escuelas inutilizados, lo que generó consecuencias humanitarias y de reconstrucción de gran magnitud (World Bank, 2010; PAHO/WHO, 2010)

El Perú por todos los eventos importantes vividos como: el terreno de Áncash en 1970, lima en 1974,el evento de que sacudió Ica en el 2007, donde se sitúa en zona de peligrosidad sísmica alta, es la razón principal que el proyectista encargado debe diseñar con distintos códigos locales e internacionales. (Pedro,C & Angello, R, 2015).

En nuestro país, diversos eventos sísmicos han generado pérdidas humanas y materiales significativas. El terremoto de Áncash de 1970, con una magnitud de Mw 7.9, produjo uno de los mayores desastres del país, dejando entre 66,794 y 70,000 fallecidos, principalmente por el alud que sepultó completamente ciudades como Yungay y Ranrahirca. Décadas después, el terremoto de Pisco de 2007, de Mw 8.0, ocasionó alrededor de 600 muertes, miles de heridos y la destrucción o inhabilitación de numerosas viviendas en las regiones de Ica, Pisco y parte de Lima. En conjunto, los registros oficiales señalan que entre 1970 y 2009 el Perú experimentó más de 100 desastres naturales de distinta índole, acumulando más de 74,000 fallecidos y millones de

personas afectadas, lo cual demuestra la alta vulnerabilidad sísmica del territorio nacional (INDECI/MEF, 2009).

La fragilidad sísmica de las construcciones es un tema de gran relevancia en nuestro país ya que este cuenta con alta actividad sísmica, como es un caso específico en la región de La Libertad, Provincia de Trujillo. Donde la ocurrencia de sismos de diversa magnitud a lo largo del tiempo ha destacado la importancia de optimizar y mejorar las técnicas y sistemas de diseño estructural con el fin de reducir los daños y velar por la seguridad de las construcciones y de los individuos que se encuentran en ellas. (Reni,F & Santos, Z, 2015)

Tradicionalmente, las edificaciones han sido diseñadas mediante sistemas estructurales convencionales que, si bien cumplen con los estándares básicos de seguridad, pueden presentar limitaciones en su desempeño frente a movimientos sísmicos severos. Ante esta problemática, el uso de sistemas de aislamiento sísmico se presenta como una alternativa innovadora y eficiente para disminuir el impacto de los eventos en las estructuras, permitiendo un mejor control de desplazamientos y una significativa minimización de los perjuicios en las partes estructurales y no estructurales. (Ramírez, 2017)

Es el caso que se tiene como evento más catastrófico en la ciudad de Trujillo, el terremoto ocurrido el 14 de febrero de 1619 el cual destruyó la ciudad y se extendió hasta las Villas de Saña y Santa, causando más de 350 muertes, aproximadamente. (Fundación BBVA, s. f.)

Ante lo descrito ¿De qué manera la evaluación del desempeño sísmico de una estructura convencional establece diferencias con respecto a una edificación con aisladores sísmicos, Trujillo 2025? Para ello se tiene la siguiente justificación para el proyecto en mención debido a que nuestro país esta propenso a sufrir un evento sísmico en cualquier momento. Estos parámetros hacen que nuestro entorno sea más vulnerable a los terremotos en la región, donde al producirse un evento de magnitud considerable como el terreno que se vivió en lima y Arequipa, afectaría en gran magnitud como por ejemplo que : pérdidas humanas y sociales, pérdidas en infraestructura y vivienda, Pérdidas económicas, pérdidas para autoridades y gobierno, es por ello que la implementación de viviendas sismorresistentes y aisladores sísmicos es una medida esencial para proteger vidas, evitar pérdidas económicas millonarias, garantizar continuidad de servicios públicos, reducir el

impacto social y emocional, construir ciudades seguras y resilientes en el Perú : (Prieto et al, 2020).

En este marco, el propósito de la investigación actual tiene como objetivo primordial evaluar el comportamiento sísmico de una estructura con sistema convencional en comparación con una edificación que incorpora aisladores sísmicos, tomando como referencia la normativa técnica peruana vigente, específicamente los códigos E.030 y E.031. A partir de un estudio estructural detallado y una valoración comparativa entre ambos sistemas, se busca identificar los beneficios y las restricciones del empleo de del uso de aisladores sísmicos en edificaciones situadas en un área de intensa actividad sísmica como Trujillo. Asimismo, se revisarán investigaciones previas y bases documentales que permitan sustentar y contextualizar los resultados obtenidos, considerando factores como la zonificación sísmica, el estudio de suelos, la selección de materiales y la respuesta estructural de las edificaciones ante situaciones de carga sísmica.

La relevancia de este estudio se debe a la urgencia de adoptar soluciones estructurales más eficientes y seguras que respondan a las particularidades sísmicas del país, contribuyendo así a la reducción de pérdidas humanas y económicas ante la ocurrencia de un sismo. Al comparar el desempeño de ambos sistemas, este estudio aportará información valiosa para ingenieros, arquitectos y demás profesionales del sector, promoviendo prácticas innovadoras como los dispositivos en la planificación y edificación de construcciones contemporáneas. Aplicado directamente a las edificaciones convencionales con empotramiento perfecto especialmente en edificaciones de categoría A y B son las más propensas y más afectadas al momento de un evento sísmico lo cual al proyectar una muestra en Trujillo perteneciente a zona 04 alta mente sísmica este análisis debe ser proyectado con un sistema de aisladores sísmicos con el propósito de analizar y ver las respuestas al momento del evento y las consecuencias de la estructura no sean tan graves o en su defecto que demanden una demolición total y nueva construcción.

En síntesis, diseñar, estudiar, proponer y construir estructuras con aisladores sísmicos en Perú no solo es necesario para proteger vidas humanas y preservar la infraestructura, sino también para cumplir con estándares internacionales de seguridad sísmica y mitigar los impactos económicos y sociales de futuros eventos sísmicos. Referencias bibliográficas como las citadas ayudan a respaldar esta argumentación de manera fundamentada y documentada. Es por ello que se tiene como objetivos específicos; Determinar el cálculo de los periodos, derivas y amortiguamientos de la

estructura en estudio con sistema convencional mediante la NTP-E.030, Realizar la verificación de los periodos, derivas, amortiguamiento, utilizando dispositivos HDR en el modelo con sistema aislado según la NTP-E.031 y validar los parámetros sísmicos de ambos sistemas con base a las normativas en mención. De esta manera se tiene como hipótesis que la edificación con aisladores sísmicos presenta un mejor desempeño sísmico que la estructura convencional, evidenciado en una reducción significativa de las derivas entrepiso, fuerzas internas y daño estructural ante eventos sísmicos representativos en la ciudad de Trujillo y de esta manera permitiría a los habitantes, reducir las consecuencias catastróficas y pérdidas de vidas humanas.

De igual manera se tienen distintos estudios realizados con el tema planteado como, por ejemplo:

Jennifer. D & Samir .M (2021). En su evaluación de la construcción utiliza la herramienta de elementos finitos para modelado, además de emplear programas numéricos . lo cual concluyó que el análisis sismorresistente como el periodo disminuye en 23%. Concluyendo que el uso de los aisladores Shear Link Bozzo los recomendables para nuestro país.

Dierid. S & Diana. P (2020). Analizaron el conocimiento después de un evento sísmico en un edificio con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población y concluyen que estas tecnologías son apropiadas para edificaciones, demostrando un comportamiento eficiente y son utilizadas para el diseño de nuevas construcciones, así como para la mejora y rehabilitación de estructuras ya existentes. Sin embargo, su costo y mantenimiento son altos y estos pueden variar según la categoría de la edificación y el tipo aisladores con los que diseñe el proyectista.

En la investigación de Alex M. y Sebastián P. (2022), se comparó la eficacia de los sistemas de amortiguadores como mejoras en el diseño estructural de hospital. Utilizando una metodología aplicada y cuantitativa, se encontró que la estructura sin aislamiento sísmico no cumplía con las normas sísmicas, pero que el resultó una mejor respuesta estructural con los disipadores, en términos solicitaciones sismorresistentes.

Wilson. S (2020). Comparó una estructura de 6 pisos diseñada normalmente respecto a una equipada con dos muestras de (LRB) y (HDRB). La investigación empleó el análisis estático y dinámico modal espectral en su análisis sismorresistente, utilizando una edificación ubicada en Lima como caso de estudio. El LRB es conocido por su flexibilidad lateral y rigidez horizontal, mientras que el HDRB proporciona un alto nivel de amortiguamiento, entre un 8% y 16%, lo cual ayuda a reducir la demanda sísmica.

Wilmer. S (2020). Analizó la matriz de rigidez del edificio y se evaluaron factores como la cortante basal y las fuerzas sísmicas estáticas. El estudio verificó que los desplazamientos y derivas del edificio cumplieran con la normativa peruana (E.030), que establece un límite de distorsión de entrepiso de 0.007. Tras realizar análisis estáticos y dinámicos, se compararon diferentes tipos de aisladores sísmicos: el elastómero de alto amortiguamiento (HDR), el aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB) y el aislador de péndulo friccional (STS). Se concluyó que el aislador con núcleo de plomo y el de alto amortiguamiento eran los más adecuados para el diseño sísmico del edificio.

Como marco conceptual/ bases teóricas para nuestra investigación usaremos conceptos relacionados al tema en investigación y la normativa peruana lo cual hay que entender que: Un aislador sísmico es un dispositivo diseñado para reducir la energía sísmica que ingresa a una edificación. Se instala entre la superestructura y la cimentación, permitiendo que el edificio se mueva de manera controlada durante un sismo. Su función principal es incrementar el período fundamental del modelo y disipar energía, reduciendo aceleraciones y deformaciones que podrían causar daños. En otras palabras, este desacopla el movimiento del suelo del edificio, protegiendo tanto a la estructura como a sus ocupantes y contenido. Chopra, A. K. (2019). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (5th ed.).

En el estudio presentado por: Coila Mamani, L. M., & Cornejo Palacios, L. M. (2023), se menciona que estos dispositivos tienen como estrategia fundamental separar la estructura del movimiento del terreno, con el fin de protegerla de los efectos sísmicos. Este objetivo se consigue mediante la utilización de dispositivos situados entre la subestructura la superestructura, los mismos que facilitan la la aceleración horizontal, mientras que permanecen estáticos ante el movimiento vertical. Que se tiene dentro de las propuestas la incorporación de sistemas de amortiguamiento estructural, que limitan resultados de la superestructura y se mantienen dentro de valores tolerables. conforme a las normativas vigentes. Esta práctica resulta particularmente beneficiosa en construcciones rígidas situadas sobre superficies rocosas. No obstante, es importante que las estructuras no presenten geometría en elevación y planta excesivamente alta, ya que las solicitaciones de vuelco crecen proporcionalmente con dicha relación, lo que podría comprometer la estabilidad de la superestructura. Asimismo, en la ilustración se muestra una vista en planta de la implementación de dispositivos con los principales tipos de aisladores de base.

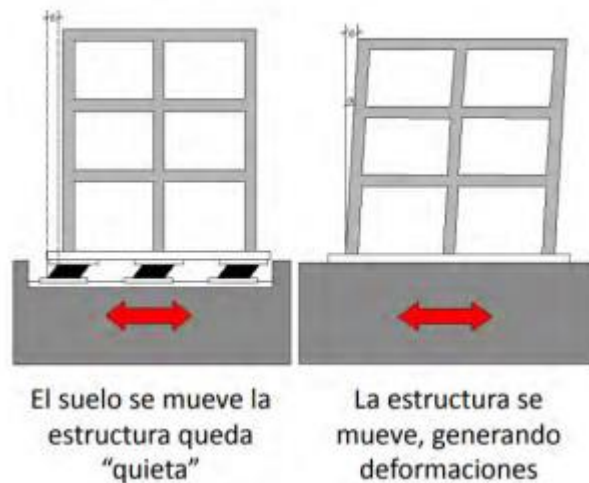
**FIGURA 1**

*Planta de estructura con aislamiento sísmico*



**FIGURA 2**

*Comportamiento general de estructuras con aisladores vs estructuras convencionales*

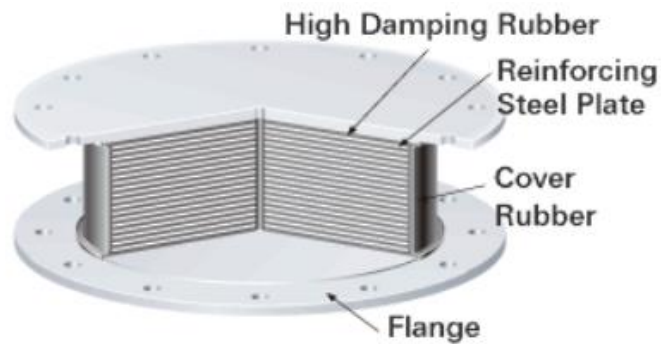


En la investigación de Carmona Ramírez, P., & Rosas Fetta, A. J. (2015). menciona los conceptos de los equipos principales el (HDR) están constituidos de goma, acero que incrementan la rigidez vertical de apoyo, lo que permite controlar las cargas gravitacionales generadas por la superestructura. Los HDR se diferencian de los (LDB) por el uso peculiar de goma, al que se agregan aditivos como carbono extrafino, aceite

negro o resinas, lo que incrementa sus capacidades de amortiguamiento que oscilan entre el 10% y el 20%, lo que mejora significativamente la capacidad de dispersión de energía durante un evento.

### FIGURA 3

*Aisladores Elastoméricos de Alto Amortiguamiento (HDR):*



Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2011). Resalta que los aisladores (low-damping rubber bearings) son los más prácticos de diseñar y instalar en obra. éstos cuentan con un bajo amortiguamiento de dos por ciento y hasta cinco por ciento y con una deformación extrema por corte del 100%. Es importante para el diseño que un sistema de aislamiento debe ser combinado con más dispositivos según diseño.

### FIGURA 4

*Aisladores de Bajo Amortiguamiento (LDRB)*

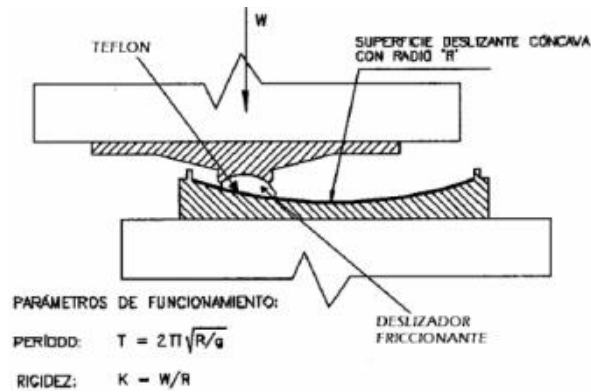


Asimismo, en el estudio de posgrado de Villagómez Molero, D. (2015). Hace hincapié que bases teóricas como los dispositivos (FPS): que emplean un sistema combinado con una reacción de clase péndulo y está formado por un deslizante montado sobre un área específica de acero, con una sección de la articulación entra en contacto con una superficie esférica recubierta por un material de baja fricción como el teflón. La

fricción entre estas superficies permite la disipación de energía, proporcionando un sistema autocentrante que ayuda a devolver la estructura a su posición original después de un movimiento sísmico.

**FIGURA 5**

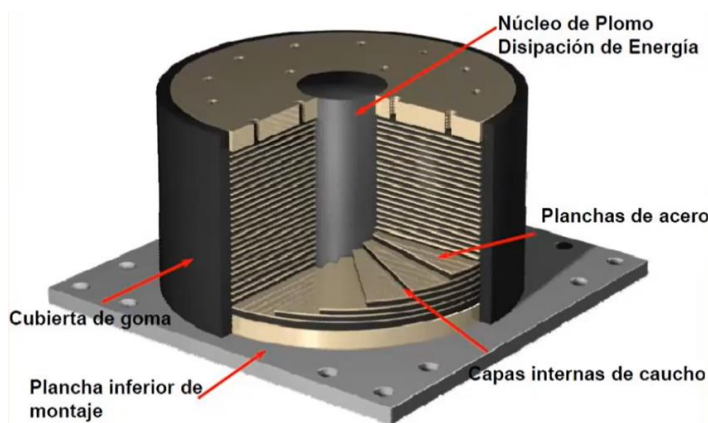
*Aisladores de Péndulo Friccional (FPS):*



Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB): Este tipo de aislador es similar al LDRB, pero incluye un núcleo de plomo en su centro, lo que incrementa su capacidad de amortiguamiento hasta un 25% o 30%. El plomo fluye bajo deformación lateral, disipando energía en forma de calor. Una vez que el movimiento cesa, el plomo se cristaliza y el aislador vuelve a su estado original. Este tipo de dispositivo presenta una deformación máxima por corte que varía entre el 125% y el 200%.

**FIGURA 6**

*Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo (LRB)*

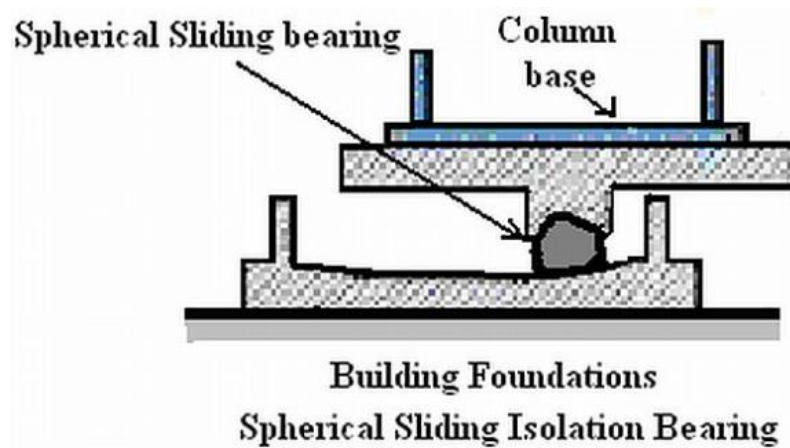


En la investigación de Villagómez Molero, D. (2015). Indica que los Aisladores Deslizantes: estos utilizan superficies de deslizamiento, como el acero inoxidable pulido,

sobre las cuales se desliza una placa recubierta con un material de baja fricción, como el teflón. La fricción entre estas superficies permite disipar energía, y el sistema entra en funcionamiento cuando la fuerza lateral excede la fricción estática. Estos sistemas son más simples y económicos, pero requieren mantenimiento constante debido al desgaste de las superficies de deslizamiento.

**FIGURA 7**

*Aisladores Deslizantes*



Aisladores deslizantes planos: Estos aisladores permiten movimientos horizontales mientras resisten cargas verticales. Son los más sencillos y económicos, pero su uso en edificaciones es limitado debido a la falta de recuperación que devuelve la estructura a su posición inicial tras un evento.

**FIGURA 8**

*Aisladores Deslizantes Planos*



Aisladores deslizantes con superficie cóncava (fps): este tipo de aislador presenta una superficie cóncava en la placa inferior, lo que permite que la placa superior se deslice de manera similar a un péndulo invertido. Durante un evento el sistema se produce un empuje lateral que proviene de la fricción y el esfuerzo de gravedad. Los fps tienen la ventaja de ser autocentrantes, lo que los hace ideales para estructuras que requieren un sistema de aislamiento más robusto.

## FIGURA 9

*Aisladores deslizantes con superficie cóncava (FPS):*



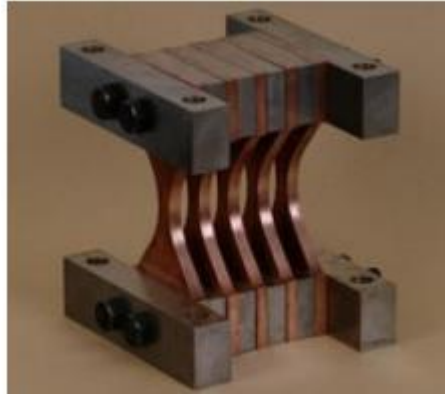
Disipadores de Energía: Los disipadores de energía son dispositivos diseñados para absorber la energía generada por un sismo, reduciendo así las deformaciones y daños estructurales. Su uso es especialmente recomendable en edificios altos, ya que permiten modificar las propiedades dinámicas de amortiguamiento de la estructura. Entre los tipos más comunes de disipadores de energía se encuentran:

Amortiguadores por alteración de metales: Estos disipadores aprovechan la fase de plasticidad de estos bajo esfuerzos estructurales, como flexión, cortante o axial. Los dispositivos de acero que presentan un rango elástico bajo y suficiencia de elongación son altamente utilizados.

Disipadores por flexión: Un ejemplo destacado es el ADAS (Added Damping And Stiffness), el cual está formado por un conjunto de chapas en paralelo que forman una geometría trapecial, proporcionando una significativa capacidad de disipación de energía.

**FIGURA 10**

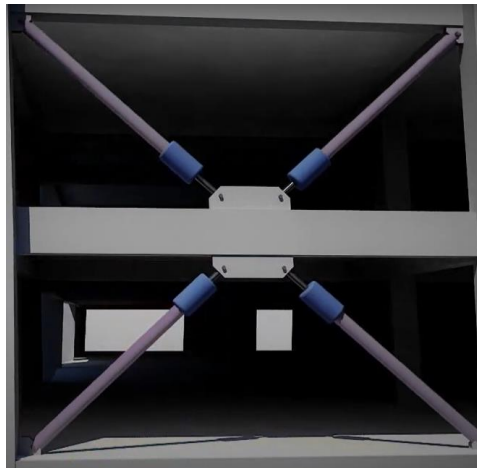
*Disipadores por flexión :ADAS (Added Damping And Stiffness)*



Disipadores por fricción: Estos mecanismos absorben energía a través del roce entre dos superficies en contacto. El principal inconveniente se debe a que la fricción depende de factores como la temperatura, la presión de contacto y el estado de las superficies, lo que puede requerir un mayor mantenimiento.

**FIGURA 11**

*Disipadores por fricción:*



Norma E.020: Diseño Estructural: Esta norma establece los criterios generales para el diseño estructural de edificios, asegurando que las estructuras sean seguras y estables. Incluye directrices sobre la carga que las estructuras deben soportar y cómo deben distribuirse las fuerzas a lo largo de la edificación. Asimismo, la Norma establece los requisitos para el diseño y construcción de estructuras de concreto armado, cubriendo tanto aspectos estructurales como constructivos. Esta norma es fundamental para

garantizar la seguridad de las edificaciones y su resistencia ante las cargas que puedan presentarse durante la vida útil de la estructura. Está dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, contratistas y personal técnico relacionado con la construcción de concreto armado.

Los principios fundamentales de la norma se enfocan en asegurar que las estructuras sean capaces de soportar cargas estáticas y dinámicas, resistir a esfuerzos de flexión, torsión, corte y compresión, y garantizar la durabilidad a largo plazo. Se establece que el diseño debe considerar factores como la seguridad, la funcionalidad, la economía y la sostenibilidad.

## 2. Materiales y Propiedades del Concreto y Acero de Refuerzo

La norma especifica los requisitos para los materiales utilizados en las estructuras de concreto armado, enfocándose en el concreto y las barras de acero de refuerzo.

- **Concreto:** El concreto debe ser fabricado con una mezcla adecuada de cemento, agua, agregados y aditivos, que cumpla con las especificaciones de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Se establece que la resistencia mínima del concreto debe cumplir con valores específicos dependiendo del tipo de estructura y el ambiente al que estará expuesta.

- **Acero de Refuerzo:** El acero debe cumplir con especificaciones técnicas sobre su resistencia a la tracción, ductilidad y adherencia al concreto. Se detallan los tipos de acero que pueden ser utilizados y las propiedades mecánicas que deben tener las barras de refuerzo, como el límite elástico y la resistencia a la fluencia.

## 3. Diseño Estructural

El diseño de estructuras de concreto armado se basa en teorías de resistencia de materiales y en el método de los estados límites. Se consideran dos tipos principales de estados límites:

- **Estado Límite Último (ELU):** Es el estado en el cual la estructura pierde su capacidad de soportar cargas debido a la falla por fisuración, deslizamiento, pandeo, o ruptura.

- **Estado Límite de Servicio (ELS):** Es el estado en el cual la estructura sigue siendo segura, pero presenta deformaciones excesivas o condiciones de servicio inadecuadas.

El diseño se realiza a partir de los cálculos de momentos flectores, fuerzas cortantes, y esfuerzos normales, ajustados por los factores de seguridad establecidos en

la norma. Se deben considerar las cargas permanentes, cargas variables (como las cargas vivas) y las cargas accidentales (sismos, viento, etc.).

#### 4. Requisitos para Elementos Estructurales Comunes

La norma proporciona criterios de diseño para varios tipos de elementos estructurales de concreto armado, tales como:

**Vigas:** Se diseñan tomando en cuenta las solicitaciones de momento flector y corte, considerando los efectos de torsión y la interacción entre el concreto y el refuerzo. El espaciamiento entre las barras de refuerzo debe cumplir con las limitaciones especificadas para asegurar una adecuada distribución de las cargas.

- **Columnas:** El diseño de columnas se enfoca en la capacidad de compresión y flexión, y se establecen límites para la relación entre las dimensiones de la columna y su altura, para evitar el pandeo. Se establece que el refuerzo longitudinal debe estar adecuadamente distribuido para garantizar una distribución uniforme de las tensiones.

- **Losas:** Se especifican los métodos para el cálculo de losas de concreto armado, tanto en situaciones de carga distribuida como de carga puntual. La norma también cubre las losas nervadas y las losas con vigas.

- **Cimentaciones:** El diseño de cimentaciones debe asegurar que las cargas de la estructura se transfieran de manera eficiente al terreno, y se considera tanto la capacidad portante del suelo como la distribución de esfuerzos. Se establecen criterios para las zapatas, losas de cimentación y pilotes.

#### 5. Control de Calidad y Ejecución de la Obra

El cumplimiento de la norma en la fase de ejecución es esencial para garantizar la seguridad estructural. La calidad del concreto y del refuerzo debe ser verificada en todas las etapas de la construcción mediante ensayos y pruebas. La norma establece los requisitos para la mezcla de concreto, los procedimientos de colado, la compactación, y el curado del concreto.

El control de calidad del acero de refuerzo también es clave, y se deben realizar pruebas para verificar las propiedades mecánicas de las barras y su conformidad con las especificaciones de la norma. Además, se establecen los procedimientos para la colocación, anclaje y doblado de las barras, para asegurar su correcta adhesión al concreto.

#### 6. Consideraciones de Seguridad y Durabilidad

La norma aborda de manera detallada los aspectos de seguridad estructural y durabilidad de las estructuras de concreto armado. Se deben considerar factores como:

- Corrosión del acero: Se establecen directrices para proteger el acero de refuerzo contra la corrosión, utilizando recubrimientos adecuados de concreto o aditivos que mejoren la resistencia química.
- Fisuración: La norma define los límites de fisuración aceptables para asegurar la funcionalidad y estética de la estructura, y para evitar daños al concreto y al refuerzo.
- Sismos y cargas dinámicas: Para áreas sísmicas, la norma especifica cómo dimensionar las estructuras para resistir las cargas sísmicas, utilizando métodos de diseño sísmico específicos.

## 7. Normas Complementarias y Códigos de Referencia

La norma E.020 hace referencia a otros códigos y normas internacionales que complementan su aplicación, como los códigos ACI 318, las normas de sismología (como las normas de resistencia sísmica), y las especificaciones para el control de calidad del concreto

Norma E.030: Diseño Sismorresistente: La NTP E.030 define los requisitos para el diseño de estructuras capaces de resistir sismos, especificando cómo deben ser dimensionadas y construidas para minimizar daños durante un terremoto. Se centra en la evaluación sísmica, el análisis dinámico y los métodos de refuerzo para asegurar que los edificios puedan soportar las fuerzas sísmicas. Del mismo modo este código es parte de las regulaciones técnicas que rigen la edificación de las infraestructuras. Su propósito fundamental es proporcionar los lineamientos en el diseño de estructuras de acero en edificaciones y otras obras de ingeniería civil, garantizando la seguridad y la eficiencia en su ejecución. La norma se basa en los principios de resistencia de materiales y establece criterios claros para la evaluación de las cargas a las que una estructura de acero puede ser sometida, de acuerdo con las condiciones geográficas y ambientales del país. Además de definir la manera en que se deben llevar a cabo los cálculos estructurales, la norma también detalla las propiedades materiales del acero utilizado, el tipo de conexiones que deben emplearse, y las metodologías más adecuadas para la construcción y el control de calidad de las obras

## 2. Alcance y Aplicación

La Norma E.030 aplica a todas las estructuras utilizadas en la construcción de edificios, puentes, instalaciones industriales, y otras obras de ingeniería. Es obligatoria en el ámbito de la construcción en Perú, y su implementación está dirigida a ingenieros

estructurales, arquitectos y profesionales encargados del diseño y la ejecución de las obras.

El alcance de la norma cubre tanto las estructuras primarias (como vigas, columnas, y cerchas) como las estructuras secundarias (que incluyen componentes de menor tamaño o de soporte, tales como refuerzos, pilares de apoyo, etc.). También se refiere a los materiales a utilizar, estableciendo los tipos de acero que cumplen con los requisitos para soportar las cargas específicas de cada tipo de proyecto.

### 3. Materiales de Construcción: Acero y sus Propiedades

El acero utilizado en las estructuras debe cumplir con ciertos requisitos de resistencia, ductilidad y calidad. Se especifican las características mecánicas del acero, como el límite elástico, la resistencia a la tracción, y la ductilidad. La norma exige que los materiales sean sometidos a ensayos de control de calidad para verificar que cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes.

Dentro de los tipos de acero que se permiten en la norma, se incluyen los aceros estructurales de baja aleación, que ofrecen un buen equilibrio entre resistencia y ductilidad. También se menciona el uso de aceros inoxidable en ambientes corrosivos y otras aplicaciones especiales donde se requiere mayor resistencia a la corrosión.

### 4. Cálculo de las Cargas y Diseño de la Estructura

El diseño de las estructuras de acero debe basarse en el análisis estructural adecuado, considerando diferentes tipos de cargas que podrían actuar sobre la estructura, tales como:

- Cargas muertas: Aquellas que son constantes y permanentes, como el peso propio de la estructura y otros elementos fijos.
- Cargas vivas: Cargas variables, que incluyen el peso de personas, mobiliario, maquinaria y otros elementos móviles.
- Cargas sísmicas: Específicamente para áreas en las que se requiere un diseño que resista terremotos, ya que Perú es una zona sísmica.
- Cargas de viento: En función de la ubicación geográfica y la altura de la estructura.

La norma establece un enfoque basado en el método de los estados límite, tanto para la seguridad estructural como para el rendimiento en el servicio de la construcción. Se deben realizar cálculos para determinar los momentos flectores, fuerzas cortantes, y compresiones a las que se verán sometidos los miembros de la estructura. Estos cálculos

permiten determinar el tamaño adecuado de las secciones transversales del acero, los refuerzos necesarios, y la distribución de las cargas en cada componente de la estructura.

## 5. Tipos de Conexiones y Elementos de Unión

La Norma E.030 detalla los diferentes tipos de conexiones que se pueden emplear en las estructuras metálicas. Estas incluyen:

- Conexiones atornilladas: Son comúnmente utilizadas por su facilidad de montaje y desmontaje, además de ofrecer una buena capacidad de carga.
- Conexiones soldadas: Se emplean para garantizar una resistencia continua entre las piezas de acero. Sin embargo, la norma establece que estas conexiones deben ser realizadas por personal especializado y seguir estrictos controles de calidad.

Las conexiones deben diseñarse para resistir las cargas que se aplican en las uniones de las vigas con las columnas, así como las conexiones en los nudos de las cerchas y otras uniones críticas. La norma también establece que se debe tener en cuenta el comportamiento de las soldaduras y las tolerancias de fabricación.

## 6. Determinación de la Capacidad de Carga de la Estructura

Una parte esencial de la norma es la determinación de la capacidad de carga de los miembros estructurales. Para ello, la norma establece métodos para calcular la resistencia última de las secciones de acero, tomando en cuenta factores como el pandeo, las tensiones de compresión y los esfuerzos de flexión.

Se incluyen criterios para el pandeo lateral de columnas y el pandeo por torsión de elementos esbeltos. Se establece también el concepto de "factor de seguridad" para garantizar que las estructuras tengan suficiente resistencia ante eventos imprevistos, tales como sobrecargas o defectos en los materiales.

## 7. Control de Calidad en la Construcción

La Norma E.030 enfatiza la importancia de un riguroso control de calidad en todas las fases de la construcción de estructuras de acero. Desde la fabricación de los elementos de acero hasta la instalación en obra, se deben llevar a cabo pruebas y inspecciones continuas para verificar la calidad del acero y la correcta ejecución de las conexiones. Se especifican ensayos para verificar a la capacidad de tensión de los componentes de acero, y la adecuación de las soldaduras.

## 8. Consideraciones Especiales para el Diseño Sismorresistente

Debido a que nuestra patria se encuentra vulnerable a grandes eventos, la norma establece que el diseño debe contemplar el comportamiento de la estructura ante terremotos. Se debe considerar el comportamiento dinámico de la estructura y la

distribución de las cargas sísmicas para garantizar que la edificación sea capaz de resistir movimientos sísmicos sin comprometer la seguridad de los ocupantes.

Es necesario mencionar que: las principales normas ya sean nacionales o internacionales, se reconoce que las estructuras están sujetas a vibraciones cuando se exponen a excitaciones dinámicas, como sismos o cargas dinámicas. Las estructuras responden de manera diferente dependiendo de su rigidez y distribución de masas. Cada estructura tiene una serie de modos de vibración que son las formas en las que la estructura puede oscilar o deformarse debido a fuerzas dinámicas. Los primeros cinco modos de vibración se consideran cruciales para el análisis y sollicitaciones para el diseño final.

Los periodos de la superestructura están asociados a frecuencias naturales particulares de la misma, y cada modo tiene una forma modal que describe cómo se distribuyen los desplazamientos en la estructura. Estos modos son importantes en el análisis dinámico porque permiten prever cómo la estructura reaccionará ante la acción de cargas sísmicas. La resonancia ocurre cuando la frecuencia de las excitaciones coincide con las frecuencias naturales de la estructura, amplificando las vibraciones y pudiendo causar daños significativos. A continuación, se describen los primeros cinco modos de vibración:

#### 1. Primer Modo de Vibración: Modo de Traslación Lateral (Modo o Periodo Fundamental)

En este modo, la estructura experimenta desplazamientos horizontales hacia un lado, generalmente en una única dirección. Es el modo de vibración más bajo en frecuencia y se asocia con el comportamiento fundamental de la estructura ante excitaciones sísmicas.

Importancia: El primer modo es crucial para el diseño sísmico ya que es el primero en activarse durante un sismo. Las estructuras con una frecuencia natural baja en este modo tienden a ser más flexibles y, por lo tanto, más susceptibles a grandes desplazamientos horizontales si no se toman las precauciones necesarias en su diseño. La frecuencia natural de este modo es clave para evitar la resonancia sísmica con las frecuencias de las ondas sísmicas predominantes.

#### 2. Segundo Modo de Vibración: Modo de Flexión Simétrica

Este modo se caracteriza por un movimiento en el cual las partes superior e inferior de la estructura se desplazan en direcciones opuestas, generando flexión en la estructura. Es un modo de vibración simétrico y tiene una frecuencia mayor que el primer modo. Lo cual, Aunque no es tan significativo como el primer modo, el segundo modo

sigue siendo relevante, especialmente en estructuras de gran altura o con gran rigidez. El comportamiento en este modo afecta la distribución de fuerzas en los elementos estructurales, y un análisis adecuado es necesario para asegurar que no se generen esfuerzos excesivos en los elementos verticales de la estructura.

### 3. Tercer Modo de Vibración: Modo Torsional

En este modo, la estructura experimenta torsión, es decir, una rotación en torno a su eje vertical, lo que genera desplazamientos desfasados entre diferentes partes de la estructura. Este modo es especialmente crítico en estructuras asimétricas en términos de distribución de masa o rigidez.

La importancia del comportamiento torsional puede amplificar la respuesta sísmica en estructuras irregulares y, si no se controla, puede dar lugar a desplazamientos adicionales en zonas críticas de la estructura. La torsión puede generar esfuerzos concentrados que deben ser considerados en el diseño estructural para evitar fallos locales.

### 4. Cuarto Modo de Vibración: Modo de Flexión o Combinación Flexión-Torsión

Este modo puede implicar un comportamiento complejo, combinando flexión y torsión, lo que genera desplazamientos adicionales en la estructura. A menudo, este modo tiene una frecuencia mayor que los tres primeros y su forma es más compleja.

Importancia: Si bien este modo tiene una importancia menor en estructuras estándar, en edificaciones con geometrías complejas o estructuras de gran altura, es necesario considerarlo en el análisis sísmico. La interacción entre flexión y torsión puede generar efectos adversos en la estabilidad estructural.

### 5. Quinto Modo de Vibración: Modo de Flexión Adicional o Combinación de Modos

Este modo representa una combinación adicional de movimientos de flexión o torsión, generando deformaciones en la estructura que corresponden a frecuencias aún mayores que los modos anteriores.

Su importancia es que, aunque este modo es menos predominante en términos de efectos sísmicos directos, su análisis puede ser relevante en estructuras con masas distribuidas de forma irregular o en edificaciones de gran altura. Este modo permite comprender cómo puede evolucionar el comportamiento dinámico del modelo a frecuencias más altas.

#### Importancia del Análisis de Modos de Vibración en el Diseño Estructural

El análisis de los modos de vibración es esencial para determinar las frecuencias naturales y las formas modales de la estructura. Las normas sísmicas exigen que se

considere la respuesta dinámica de la estructura frente a cargas sísmicas, y los modos de vibración juegan un papel clave en este análisis. Las primeras frecuencias naturales, particularmente el primer modo, son cruciales para garantizar que la estructura no entre en resonancia con las frecuencias dominantes de los sismos.

Además, el análisis modal permite distribuir las fuerzas sísmicas de manera adecuada a lo largo de la estructura, asegurando que no se presenten deformaciones excesivas ni esfuerzos localizados que puedan comprometer la seguridad estructural. La normativa E.030 y las normativas internacionales, como el Eurocódigo 8, proporcionan las directrices necesarias para considerar los modos de vibración en el diseño sísmico y garantizar una respuesta adecuada ante terremotos.

## 9. Normas Complementarias y Referencias

Además de la Norma E.030, se hace referencia a otras normas internacionales y nacionales que complementan los requisitos de diseño, como las normas AISC (American Institute of Steel Construction), el Eurocódigo 3 (para el diseño de estructuras de acero) y las normas locales sobre protección contra incendios, control de calidad, y seguridad en el trabajo.

Norma E.031: Aisladores y Disipadores Sísmicos: Esta norma se enfoca en el uso de sistemas de aislamiento y disipación de energía sísmica para mejorar la respuesta de las estructuras durante un sismo. Define los tipos de aisladores y disipadores permitidos y cómo deben integrarse en el diseño estructural para reducir la transferencia de fuerzas sísmicas.

Esta Norma, tiene como finalidad regular el diseño sismorresistente de estructuras en Perú, proporcionándoles los parámetros necesarios para garantizar la seguridad estructural ante los movimientos sísmicos. Debido a la ubicación geográfica de Perú, en una de las zonas más sísmicas del mundo, las edificaciones deben ser diseñadas con criterios que las hagan resistentes a los efectos de los terremotos. Esta norma busca prevenir el colapso de las estructuras y minimizar los daños, protegiendo tanto la vida humana como las propiedades.

La norma se aplica tanto a nuevas construcciones como a reformas o ampliaciones de edificaciones existentes, y su cumplimiento es obligatorio para los ingenieros y arquitectos encargados de la construcción en zonas sísmicas. Los aspectos abordados incluyen el diseño estructural, las especificaciones de materiales, y la verificación de la capacidad sísmica de la estructura.

## 2. Ámbito de Aplicación

La norma se aplica en todas las construcciones que se encuentren en zonas sísmicas de Perú, independientemente del tipo de estructura. Esto incluye tanto edificios de concreto armado y acero como otras estructuras que puedan estar sujetas a cargas sísmicas. Además, su alcance cubre no solo el diseño estructural, sino también los cálculos sísmicos y las pruebas de resistencia sísmica que las construcciones deben cumplir para ser aprobadas.

La norma también establece directrices claras sobre la clasificación sísmica de las zonas y la asignación de niveles de riesgo sísmico, con el fin de adaptar los diseños a las características de cada área geográfica del país. El diseño de las edificaciones debe adaptarse al nivel de amenaza sísmica determinado por la zonificación sísmica que incluye zonas de alta, media y baja actividad sísmica.

## 3. Cargas Sísmicas y Análisis Estructural

En el diseño sísmico, uno de los aspectos fundamentales es la correcta evaluación de las cargas sísmicas que deben aplicarse a la estructura. La Norma E.031 establece que las cargas sísmicas se deben calcular a partir de las propiedades dinámicas del edificio y las características sísmicas del terreno.

El análisis estructural en términos sísmicos debe realizarse mediante el uso de modelos dinámicos que simulen las posibles respuestas de la estructura ante movimientos sísmicos. Estos modelos consideran factores como la rigidez y masividad de la edificación, la distribución de cargas y la resonancia estructural.

Para realizar el cálculo de las cargas sísmicas, la norma define diferentes métodos de análisis, como el método de las fuerzas estáticas equivalentes, el análisis espectral y el análisis dinámico completo. El tipo de análisis que se debe utilizar depende del tipo de estructura, la altura de la edificación, y el nivel de riesgo sísmico del área.

## 4. Requisitos de Diseño para Elementos Estructurales

El diseño de los elementos estructurales debe cumplir con ciertos requisitos para asegurar su desempeño durante un evento sísmico. Los miembros estructurales deben ser diseñados para resistir momentos flectores, fuerzas de corte y esfuerzos normales, con especial atención a los elementos estructurales más susceptibles para sufrir daños durante un terremoto.

**Refuerzo de Elementos Estructurales:** Los componentes de concreto reforzado y acero deben ser reforzados adecuadamente para soportar las cargas sísmicas. Las columnas y vigas deben tener un refuerzo transversal adecuado, para evitar la fisuración

y el colapso ante grandes desplazamientos. Además, la norma establece requisitos específicos para el refuerzo longitudinal en columnas y vigas, para garantizar que puedan resistir tanto las fuerzas sísmicas laterales como los esfuerzos de compresión.

#### Conexiones

Las conexiones entre los elementos estructurales deben ser diseñadas para soportar tanto las cargas verticales como las sísmicas. La Norma E.031 detalla cómo deben diseñarse las uniones de columnas con vigas y las conexiones de losas, de manera que estas no sean un punto débil en caso de un sismo. Estas conexiones deben ser flexibles y deben permitir el movimiento controlado de la estructura durante el sismo, evitando la propagación de daños a otras partes de la edificación.

#### 5. Materiales Utilizados en el Diseño Sismorresistente

La selección de materiales adecuados es fundamental para asegurar que la estructura pueda resistir los efectos de un sismo. La Norma E.031 establece los requisitos técnicos para los materiales utilizados en las estructuras sismorresistentes. El concreto armado debe cumplir con ciertas resistencias mínimas y debe ser adecuado para resistir compresión, mientras que el acero debe ser dúctil para permitir deformaciones controladas durante el sismo sin perder su capacidad portante.

El uso de acero de alta resistencia en las barras de refuerzo y de acero estructural en las conexiones es esencial para asegurar la durabilidad y seguridad de la edificación ante movimientos sísmicos. También se debe tener en cuenta la resistencia al fuego y la protección contra la corrosión de los materiales, especialmente en zonas con ambientes agresivos.

#### 6. Aspectos Constructivos y Ejecución en Obra

La correcta ejecución en obra es esencial para garantizar que el diseño sísmico se cumpla a cabalidad. La norma establece procedimientos estrictos para la colocación del refuerzo, el vaciamiento del concreto y la soldadura de acero, para asegurar que la estructura resultante sea efectiva en su resistencia sísmica.

Es necesario realizar inspecciones periódicas durante el proceso de construcción para verificar que el trabajo se está realizando conforme al diseño aprobado. Los procedimientos de control de calidad incluyen pruebas de resistencia del concreto, pruebas de adherencia de las barras de refuerzo y verificación de la correcta ejecución de las conexiones.

## 7. Sistemas de Amortiguación y Desaceleración de Vibraciones

La Norma E.031 también menciona el uso de sistemas de amortiguación sísmica, como los dispositivos de disipación de energía que se instalan en las estructuras para reducir los efectos de las vibraciones sísmicas. Estos sistemas están diseñados para absorber parte de la energía generada durante un terremoto y disminuir la intensidad de las oscilaciones en la estructura.

Estos sistemas son particularmente útiles en edificaciones de gran altura o en edificaciones complejas, donde las vibraciones pueden ser más intensas. Su uso contribuye a reducir los daños estructurales y a mejorar la comodidad de los ocupantes durante y después de un sismo.

## 8. Consideraciones Especiales para la Remodelación de Edificaciones Existentes

La NTP E.031 también abarca el estudio sismorresistente de estas que no fueron inicialmente concebidas para soportar cargas sísmicas. En este caso, la norma establece procedimientos para la evaluación de la capacidad sísmica de los edificios existentes, considerando su estado actual y las modificaciones necesarias para cumplir con los requisitos sísmicos modernos.

## 9. Normas Complementarias y Códigos de Referencia

La Norma E.031 se complementa con otras normas internacionales y locales, tales como el Eurocódigo 8, las normas AISC (para estructuras de acero), y las normas locales sobre protección sísmica, control de calidad y seguridad estructural. Además, se hace referencia a códigos de buenas prácticas para la protección contra incendios y la seguridad en la edificación.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque, tipo

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Según López (2014, p. 74), en este tipo de investigación, los conceptos y comprensiones se desarrollan a partir de datos medidos numéricamente para identificar diversas variables, iniciando el estudio con preguntas amplias y poco definidas.

Por lo tanto, el enfoque es cuantitativo y de tipo aplicado, es conectar los conocimientos teóricos con la práctica. Busca evaluar los beneficios de implementar aisladores en las edificaciones en Perú, proporcionando una comprensión profunda de sus ventajas en la construcción.

### 2.2. Diseño de investigación

El estudio de esta tesis es no experimental, descriptivo de corte transversal, dado que, según Aldaz (2014), es un enfoque sistemático y empírico en el que las variables independientes no se alteran, ya que los acontecimientos y variables ya han producido. Asimismo, emplearemos el método descriptivo, limitado a mencionar, interpretar y sustentar los factores en análisis.

La muestra experimental de nuestro estudio, se centra en el análisis sismorresistente de dos edificaciones de concreto armado con características arquitectónicas idénticas: una sin aisladores sísmicos y otra equipada con estos dispositivos.

Donde se busca estudiar cómo actúan las edificaciones y que parámetros influyen en un estudio sismorresistente de las estructuras a analizar.

### 2.3. Población y muestra

Según Danel (2015, p. 37), la población de estudio es el conjunto sobre el cual se desean obtener conclusiones e inferencias. Generalmente, es demasiado extensa para estudiarla en su totalidad.

En esta investigación, la población de estudio incluye todos los modelos de edificaciones diseñadas de manera convencional (con empotramiento perfecto) y aquellas estructuras que incorporan aisladores sísmicos, tanto a nivel nacional como internacional, que cumplan con los estándares de la normativa peruana (RNE).

Según Danel (2015, p. 38), La muestra es una sección de la población a la que se puede acceder, para realizar mediciones y observaciones, utilizando diversas fórmulas y métodos. En esta investigación, se modelarán dos edificaciones: una con sistema

convencional y otra con aisladores sísmicos donde es suficiente analizar una sola estructura para evaluar su comportamiento. Los resultados se analizarán conforme a las ratios establecidas y verificando si cumplen con los requisitos del diseño estructural y si son adecuadas para su uso como vivienda.

En este estudio presentado, se empleó la revisión bibliográfica debido a su enfoque conceptual. Se recopilará información de varias normas, incluyendo la N.T.P - E.020 (Cargas), E.030 (Diseño Sismorresistente), E.031 (Aislamiento Sísmico). Con la información obtenida de estas normas, se llevará a cabo un análisis de las estructuras para evaluar su comportamiento estructural

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos**

Para la recolección de datos, se utilizaron diversas las siguientes herramientas, como fichas de resúmenes tabulados, registros, matrices descriptivas y formularios de datos. Estos recursos fueron fundamentales para procesar la información reglamentada de estudios previos que fueron obtenidos con los softwares ETABS 2022.

Asimismo, para el análisis de documentos, se utilizaron base de datos y antecedentes de otros autores. Los parámetros de materiales, cargas y módulo de elasticidad se ajustará a las directrices establecidas en la Norma E.020. En cuanto al análisis estructural junto con los parámetros sísmicos, incluyendo la zonificación sísmica y el estudio geotécnico del suelo, se consultarán las Normas E.030 y E.0.31 en función de las características específicas del área de estudio.

Los valores requeridos para las solicitaciones del geotécnicas serán extraídos de trabajos doctorales especialmente a la zonificación en todos los distritos de la ciudad de Trujillo de acuerdo a la clasificación del suelo que nos servirá para realizar el estudio.

#### **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

se utilizarán los siguientes programas de diseño y cálculo como:

AutoCAD 2025: Se usará para guiarse de los planos para el análisis de las edificaciones.

ETABS V.22: Se empleará para modelar y analizar las estructuras ya que es una herramienta con la capacidad necesaria para el diseño estructural.

Microsoft Excel 2020: Se utilizará para manejar cálculos y datos, elaborando cuadros y gráficos que faciliten el análisis de las variables en las edificaciones en estudio.

PTC Mathcad Prime: V.11: se hará uso de este software ya que es una potente herramienta con la ventaja de incluir cálculos sofisticados en formato legible para el lector.

## **2.6. Aspectos éticos en investigación**

En esta investigación, se ha seguido un enfoque ético riguroso, realizando el estudio con total honestidad y sin fines de lucro. Se ha respetado las normas universitarias y se han citado adecuadamente a los creadores de las investigaciones utilizadas para reforzar el conocimiento sobre los temas tratados, garantizando así una conducta ética conforme a la ley.

Es necesario tomar en cuenta que las Normativas gubernamentales o directrices oficiales han favorecido el desarrollo de esta investigación, sin afectar negativamente ningún aspecto del estudio. La información será utilizada exclusivamente con propósitos académicos, respetando el método científico y los principios éticos de la investigación. Todos los hallazgos se exponen de manera precisa, sin modificar los datos auténticos.

### III. RESULTADOS

#### ANÁLISIS DE VIVIENDA CON SISTEMAS CONVENCIONAL

Luego de realizar el planteamiento en planta y analizar los diferentes elementos y solicitaciones correspondientes a la estructura se presenta el desarrollo de este y los resultados del análisis sismorresistente. Resultados de análisis sísmico estructural según NTP E.030.

Ubicación De Arquitectónica: El proyecto se encuentra en un terreno de 195.66 m<sup>2</sup> para una edificación de cinco niveles+ azotea destinada para vivienda multifamiliar, a continuación, se presenta la arquitectura que conforman dicha estructura.

FIGURA 12

*Planta General Del Proyecto*

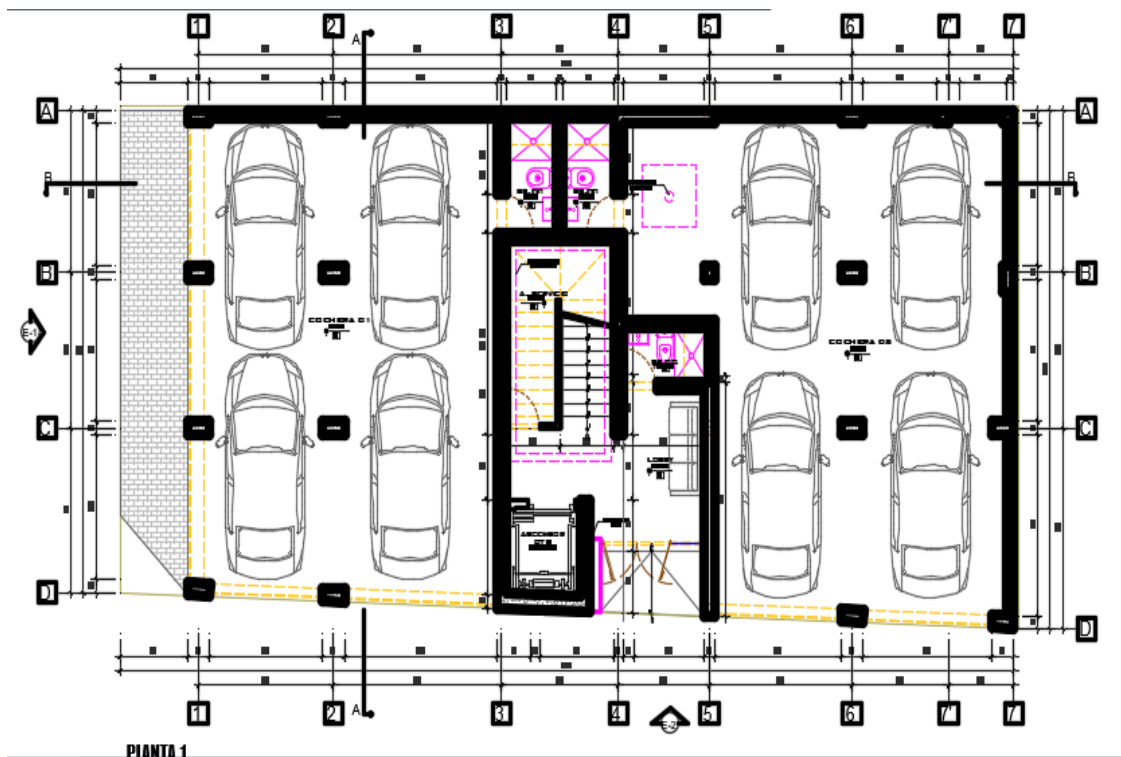
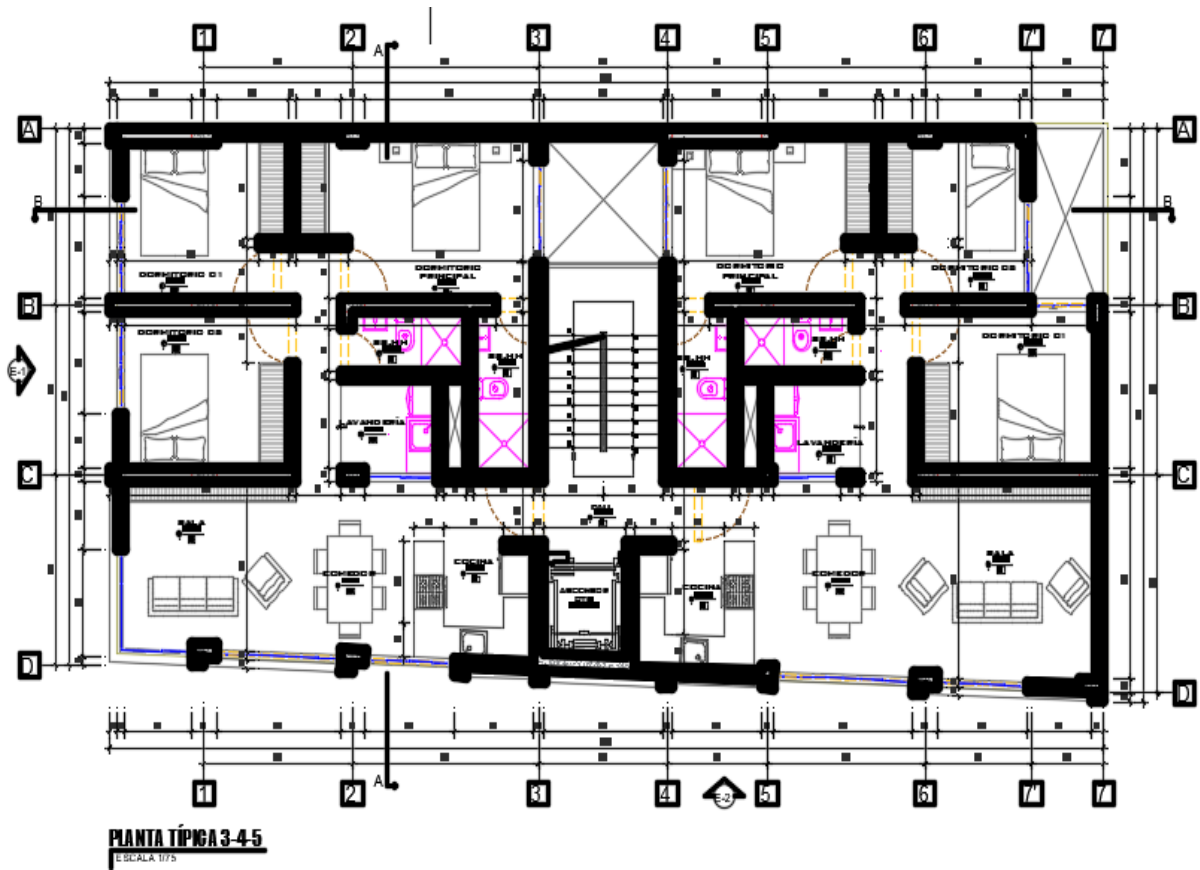


FIGURA 13

Planta Típica Del Proyecto



## FIGURA 14

### *Elevaciones Del Proyecto*



Datos Sísmicos: Para el cálculo de las fuerzas sísmicas, es imprescindible disponer del peso del modelo en estudio según Art. 26 de NTP E.030, debe considerar el cien por ciento de la carga muerta y el un porcentaje de la carga viva según la categoría. Los Factores sísmicos utilizados son los que se muestran líneas abajo.

**TABLA 1**

### *Parámetros sísmicos*

Factor de Zona	Z	:	0.45 [Zona 4]
Factor de Uso	U	:	1 [Categoría "C", edificaciones Comunes]
Factor de Suelo	S	:	1.05 [Tipo S3, suelos Intermedios]
Factor de Reducción R	:	:	

**Fuente:** Tomado de NTP E.030 de sismorresistente (2020)

➤ Valor de R para cada módulo

**TABLA 2:**

*Coficiente de sistema estructural en ambas direcciones*

Edificación		
R <sub>x</sub>	5.4	Ro = 6, Muros. E
R <sub>y</sub>	4.5	Ro = 6 Muros. E

**Fuente:** Tomado de Norma técnica E.030 de sismorresistente (2020)

Factor de C :

Amplificación Sísmica

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

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left[ \frac{T_p}{T} \right]$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left[ \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right]$$

Dónde:

R<sub>o</sub> = Coeficiente básico de reducción

R<sub>x</sub> = Coeficiente de reducción de las fuerzas Sísmicas en la dirección X-X.

R<sub>y</sub> = Coeficiente de reducción de las fuerzas Sísmicas en la dirección Y-Y.

T = Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

T<sub>p</sub> = Periodo que define la plataforma del factor C.

T<sub>L</sub> = Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

Por lo tanto, los valores de los periodos T<sub>p</sub> y T<sub>L</sub>, según tabla N°4 de la Norma NTE – E.030 son:

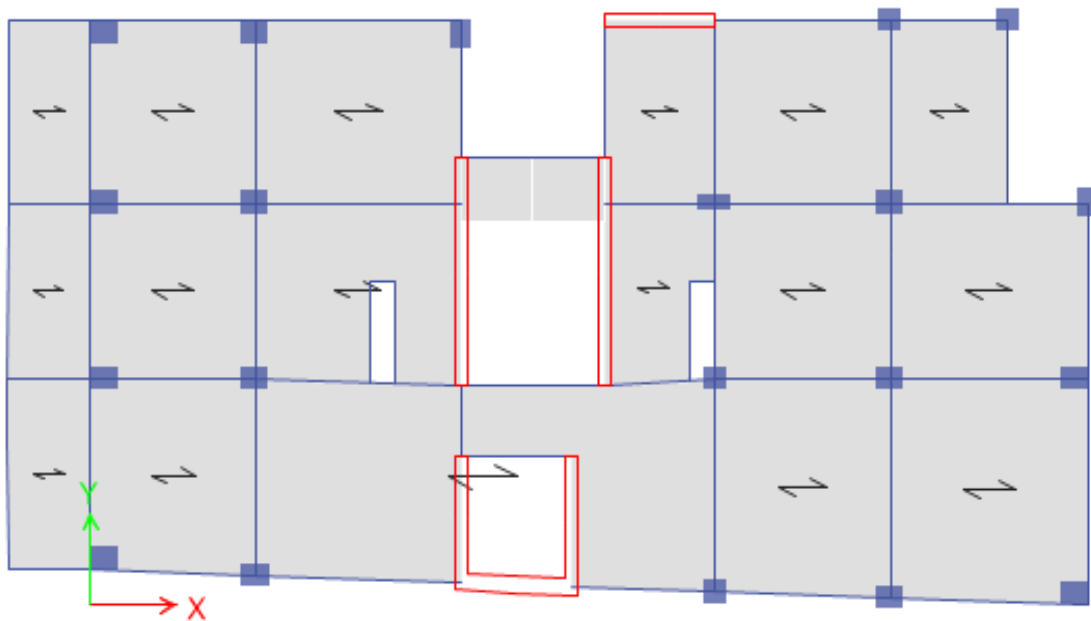
$$T_p = 2 \text{ s}$$

$$T_L = 0.60 \text{ s}$$

**Configuración Estructural:** Para la estructura se utilizó un modelo tridimensional que consta de elementos lineales (vigas, y columnas) y elementos bidimensionales (losas de techo, muros estructurales) unidos por medio de nudos y bordes comunes. Los elementos verticales se ligan al suelo por medio de restricciones tipo empotramiento perfecto. Los elementos lineales de eje recto incluyen deformaciones por flexión, carga axial, fuerza cortante y torsión. Los elementos bidimensionales incluyen el efecto de membrana (fuerzas coplanares) y de flexión. Este modelo considera el efecto tridimensional del aporte de rigidez de cada elemento estructural.

**FIGURA 15**

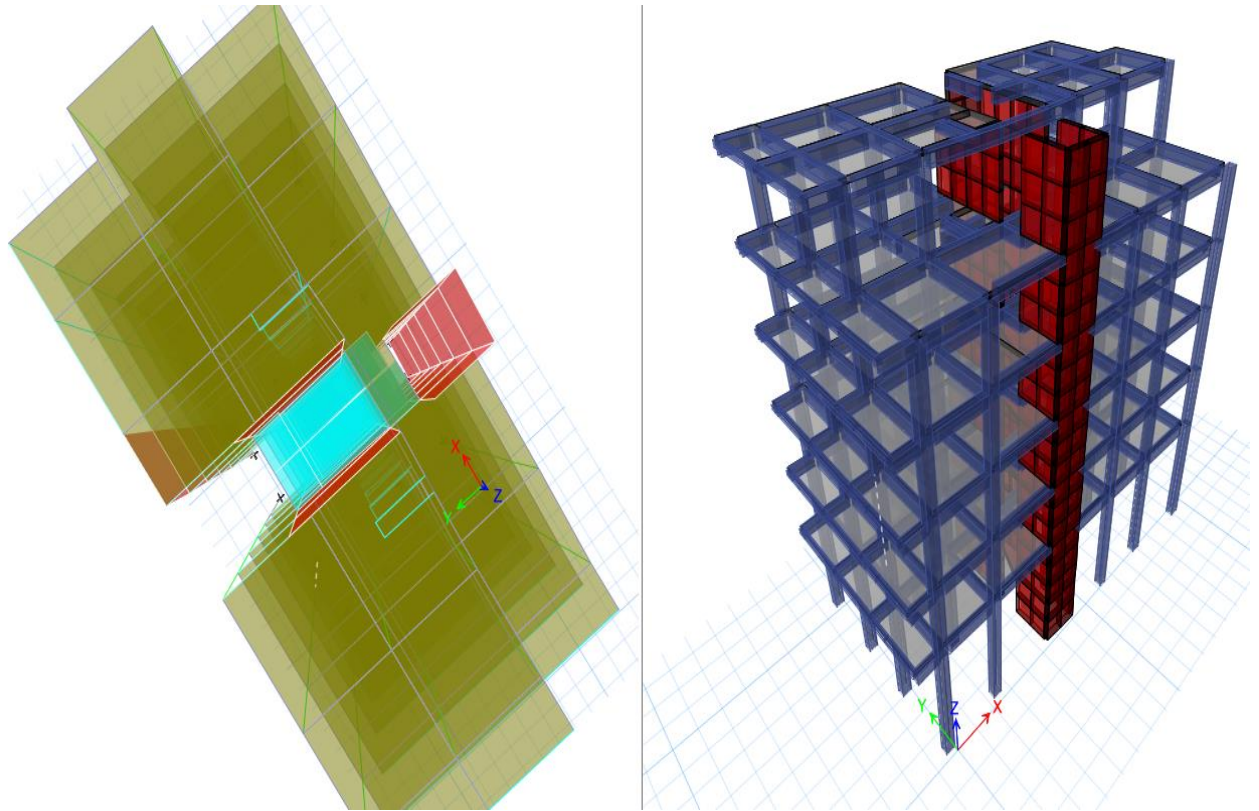
*Vistas en planta del modelo estructural*



*Nota:* Modelado realizado en etabs V22.

**FIGURA 16**

*Vistas laterales en perspectiva del modelo.*



*Nota:* Modelado 3d realizado en etabs V22.

El software utilizado permite asignar a cada material su peso específico, y a partir de las secciones de los elementos estructurales determina el peso propio de elementos horizontales, verticales, muros y losas. Con toda la información de cargas registradas, el programa distribuye a las losas. Del mismo modo, las cargas de las vigas son transferidas a las columnas.

A continuación, se presentan las cargas consideradas en el análisis por efectos de gravedad:

**TABLA 3***Cargas Muertas empleadas.*

Carga Muerta:	
Peso de aligerados + complementos	460 kg/m <sup>2</sup>
Muro tabique	100 kg/m

**Fuente:** Tomado de NTP E.020 (2020)

**TABLA 4***Sobrecargas Consideradas en el Análisis*

Carga Viva	
1,2,3,4,5 nivel	
En general	200 kg/m <sup>2</sup>
Azotea	100 kg/m <sup>2</sup>

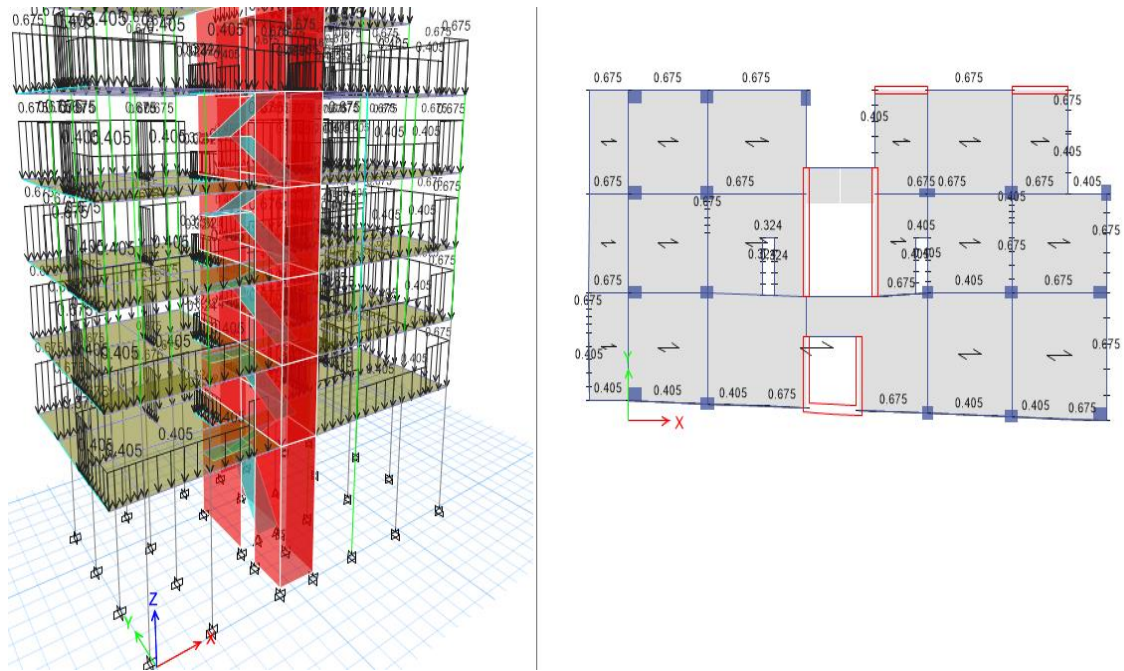
**Fuente:** Tomado de NTP E.020 (2020)

**TABLA 5***Especificaciones técnicas resistentes*

Concreto de estructura: f'c: 2800 Tonf.m <sup>2</sup> (columnas desde el nivel 1 al 2)	
Concreto de estructura: f'c: 2100 Tonf.m <sup>2</sup>	
Modulo de poisson: 0.15	
Acero:	
Fy: 4200 kgf.cm <sup>2</sup>	
Concreto	2400 kg/m <sup>3</sup>

**FIGURA 17**

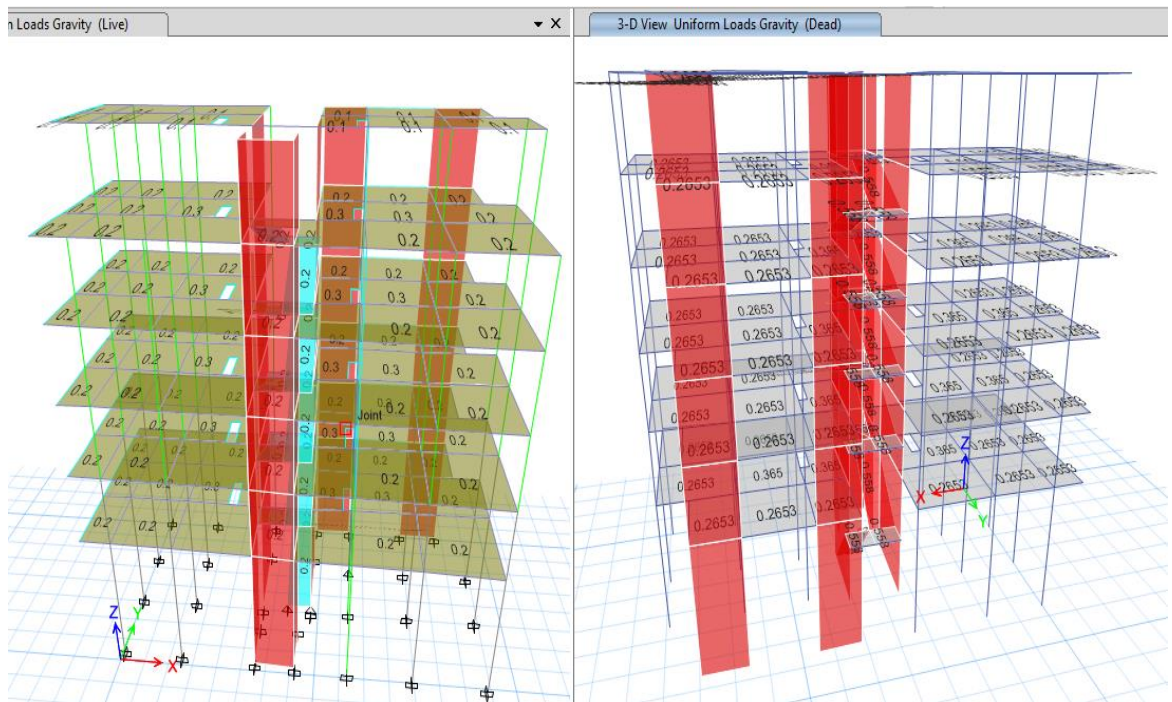
*Carga de tabiquería asignadas al modelo en análisis.*



Nota: Modelado en etabs V22.

**FIGURA 18**

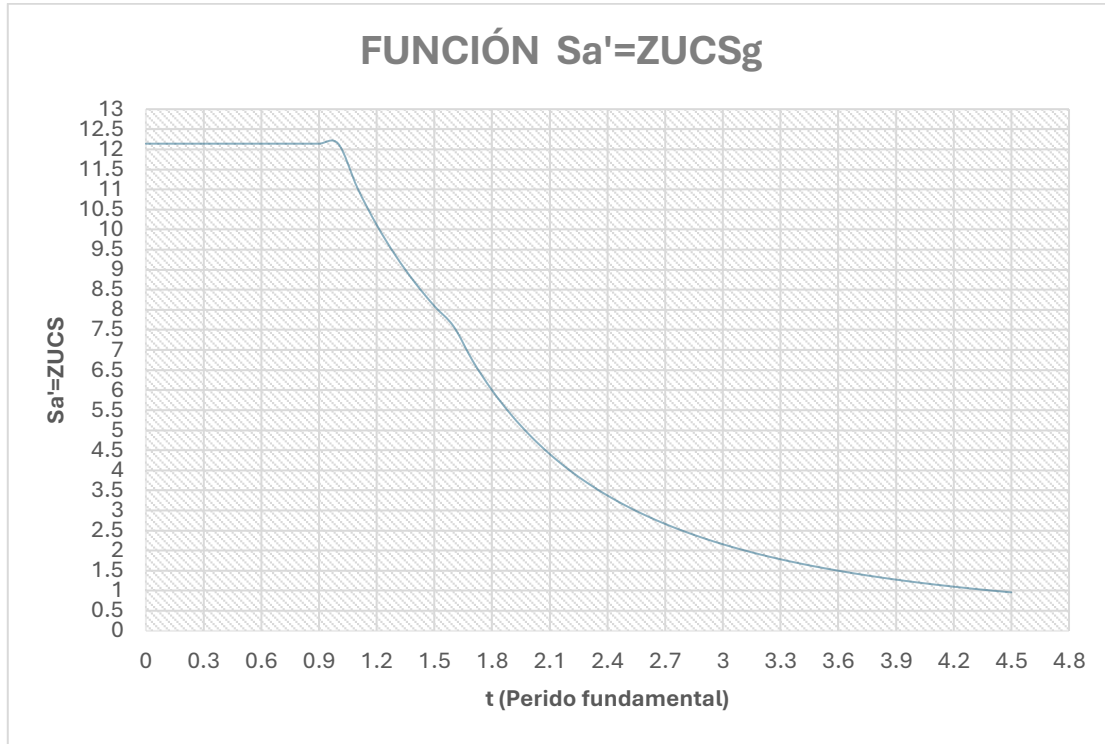
*Carga Muerta y Viva asignadas a losas.*



Nota: Modelado en etabs V22.

**FIGURA 19**

*Espectro de pseudoaceleraciones*



Asimismo se ajustó el valor afectado por  $1/R$  y las combinaciones de carga:

**TABLA 6**

*Combinaciones para elementos de concreto armado.*

CU1	:	1.4	CM	+	1.7	CV		
CU1X	:	1.25	CM	+	1.25	CV	±	SX
CU1Y	:	1.25	CM	+	1.25	CV	±	SY
CU2X	:	0.90	CM	±				SX
CU2Y	:	0.90	CM	±				SY

**Fuente:** Tomado de NTP E.060

Las combinaciones sirven para el diseño de las columnas y placas se emplea cada una de las combinaciones de cargas y para el diseño de vigas se trazan las envolventes de fuerzas.

### Parámetros de análisis

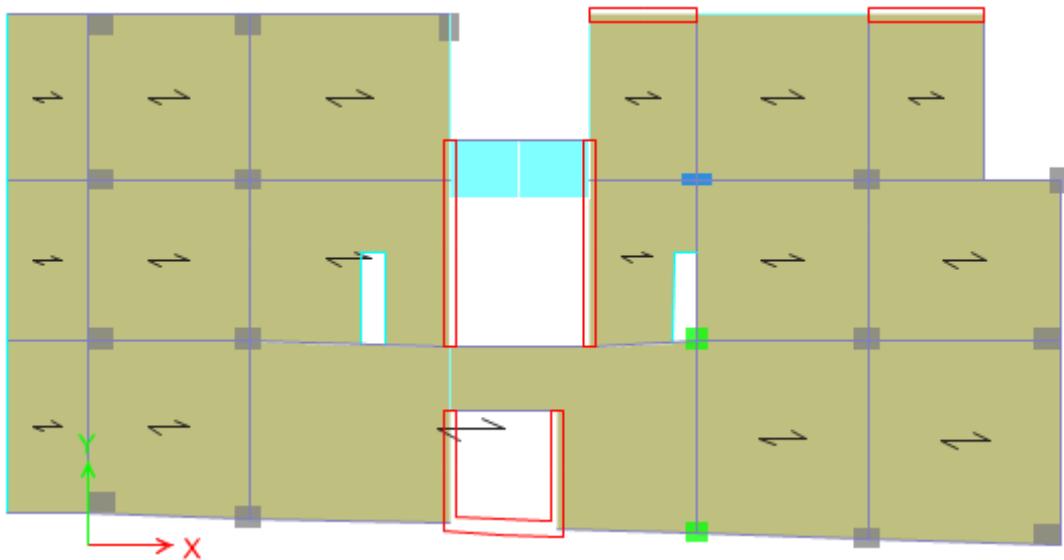
CM	=	Carga muerta
CV	=	Carga Viva
SX	=	Carga de sismo en la dirección X-X
SY	=	Carga de sismo en la dirección Y-Y

### Resultado Del Análisis Sísmico:

Irregularidad Torsional (Ia): Para la verificación de irregularidad torsional se codifico las esquinas para proceder al cálculo según la figura siguiente.

#### FIGURA 20

*Vista en planta de modelo estructural.*



*Nota:* Modelado en etabs V22.

**TABLA 7***Irregularidad Torsional*

Irregularidad Torsional	Factor ( $I_p$ )
Existe una irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones evaluadas, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso calculado incorporando la excentricidad accidental, supera en más de 1,3 veces el desplazamiento relativo. Este criterio es aplicable únicamente a edificaciones con diafragmas rígidos y solo cuando el desplazamiento relativo máximo de entrepiso excede el 50% del límite permisible establecido en la Tabla N.º 11 de la NTP E.030 (2020).	0,75

**Fuente:** Tomado de NTP E.030. (2020)

Nota. Parámetros dispuestos en la Tabla 9 de dicha norma

**FIGURA 21***Torsión en planta sentido X-ratios menores a 1.30*

Filter: (([Output Case] = 'DESPLAZAMIENTOS INEL XX') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Direction] = 'X'))

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
▶	Story6	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.087286	0.081023	1.077
	Story5	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.078997	0.07298	1.082
	Story4	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.068496	0.062539	1.095
	Story3	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.055347	0.049929	1.109
	Story2	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.039976	0.035606	1.123
	Story1	DESPLAZAMI...	Combination	Max	X	0.023571	0.020776	1.135

Nota: Resultado extraído del modelo matemático-etabs v22.

**FIGURA 22***Chequeo de torsión en planta dirección XX ratios menores a 1.30*

	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
	Story6	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.072785	0.059827	1.217
	Story5	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.064187	0.051693	1.242
	Story4	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.054578	0.043432	1.257
	Story3	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.043384	0.034073	1.273
	Story2	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.030965	0.023942	1.293
▶	Story1	DESPLAZAMI...	Combination	Max	Y	0.018355	0.013892	1.321

Nota – Chequeo de torsión en planta dirección YY se cuenta con torsión en el 1er nivel, pero no es extrema ya que el valor está por debajo de 1.5 y para la categoría y según la zona que se está trabajando está permitido según tabla 10 de dicha norma.

**TABLA 8***Categorías y clasificación*

clasificación de la Edificación	Zona	Restricciones
A1, A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

**Fuente:** Tomado de Norma técnica E.030 diseño sismorresistente. (2020)

**TABLA 9***Esquina entrante (Ia)*

Esquinas Entrantes	Factor
La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90

**Fuente:** Tomado de Norma técnica E.030 diseño sismorresistente. (2020)

**TABLA 10***Evaluación de esquinas entrantes dirección x-x*

A	19.66
b	1.45
	7.38%

*Nota:* se cuenta con dicha irregularidad

**TABLA 11***Evaluación de esquinas entrantes dirección y-y*

A	9.37
b	3.14
	33.51%

*Nota:* se cuenta con dicha irregularidad en la dirección YY

Por lo tanto,  $I_{px}=1.00$ ;  $I_{py}=0.9$

**TABLA 12***Sistemas no paralelos*

Sistemas no paralelos	Factor
Se considera que existe dicha irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores a 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso (NTP E.030. 2020)	0,90

**Fuente:** Tomado de NTP E.030. (2020)

*Nota:* se cuenta con dicha irregularidad, Por lo tanto  $I_{px}= 0.9$ ;  $I_{py}=1$

Justificación del sistema estructural : El sistema estructural está en función en la cantidad de fuerza cortante que asumen los elementos estructurales, en este caso se trata de sistema a porticado en (xx) y (yy) el cual pasaremos a justificar.

**TABLA 13***Sistema estructural*

VPL	126.2	87.60 %
VDINXX	144.068	
VPL	156.66	95.67 %
VDINY Y	163.745	

$$R_x=R_{ox} \cdot I_{ax} \cdot I_{px}=6 \cdot 1 \cdot 0.9=5.4 \quad / \quad R_y=R_{oy} \cdot I_{ay} \cdot I_{py}=6 \cdot 1 \cdot 0.75=4.5$$

Derivas encontradas para sismo en ambos sentidos

**TABLA 14***Derivas en dirección x*

Piso	UX	UX REL	he	$\Delta i/he$	Deriva adm	Deriva <0.007
	m	m	(m)			
6	0.076753	0.010113	3.15	0.003210476	0.007	CUMPLE DERIVA
5	0.06664	0.010093	3.15	0.003204127	0.007	CUMPLE DERIVA
4	0.056547	0.011832	3.15	0.00375619	0.007	CUMPLE DERIVA
3	0.044715	0.013191	3.15	0.004187619	0.007	CUMPLE DERIVA
2	0.031524	0.013387	3.15	0.004249841	0.007	CUMPLE DERIVA
1	0.018137	0.018137	5.85	0.003100342	0.007	CUMPLE DERIVA
0		0	0	0	0.007	CUMPLE DERIVA

**TABLA 15***Derivas en dirección y*

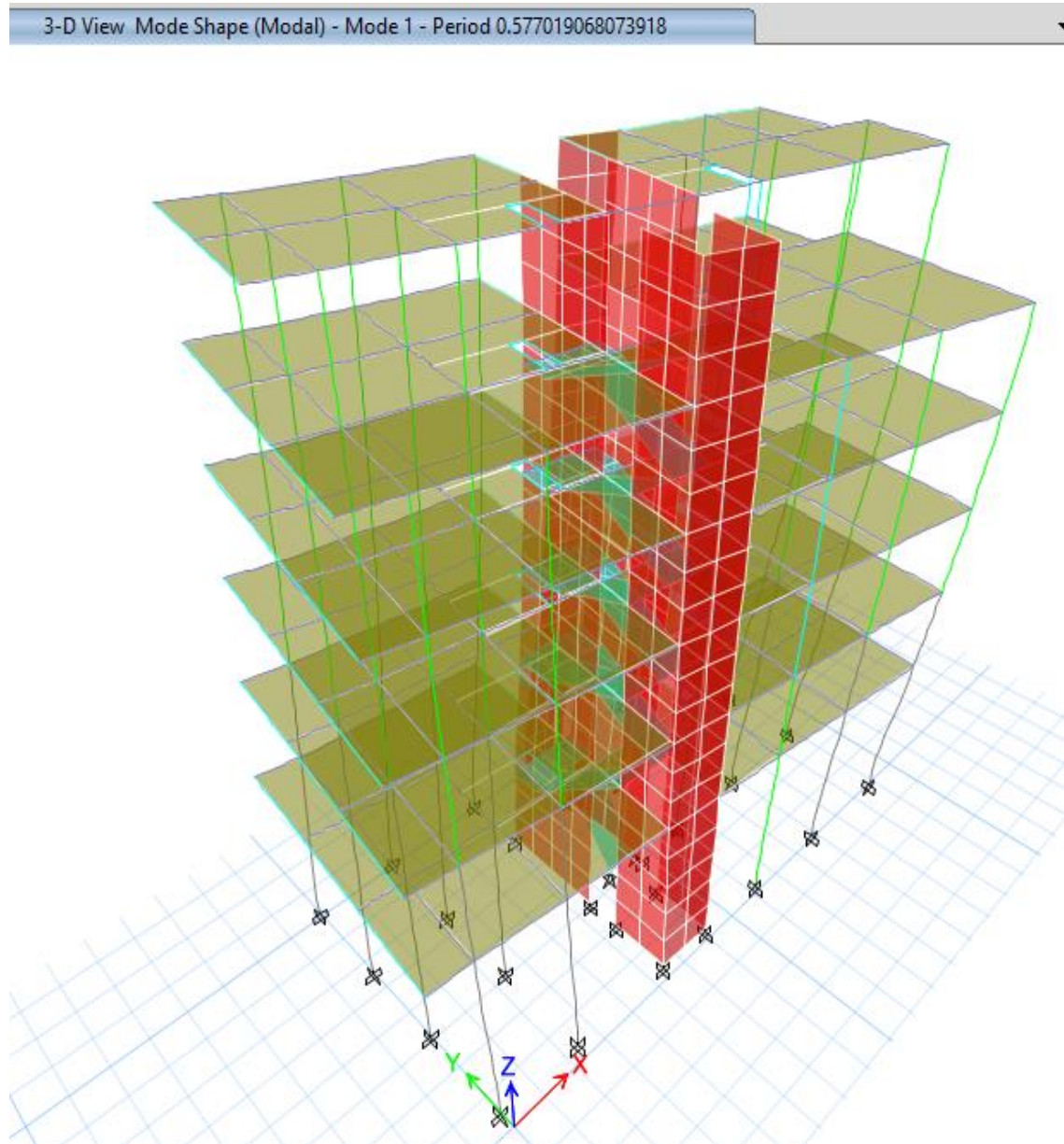
Piso	UY	UY REL	he	$\Delta i/he$	Deriva adm	Deriva <0.007
	m	m	(m)			
6	0.046201	0.006657	3.15	0.002113333	0.007	CUMPLE DERIVA
5	0.039544	0.006971	3.15	0.002213016	0.007	CUMPLE DERIVA
4	0.032573	0.007595	3.15	0.002411111	0.007	CUMPLE DERIVA
3	0.024978	0.007914	3.15	0.002512381	0.007	CUMPLE DERIVA
2	0.017064	0.007545	3.15	0.002395238	0.007	CUMPLE DERIVA
1	0.009519	0.009519	5.85	0.001627179	0.007	CUMPLE DERIVA
0		0	0	0	0.007	CUMPLE DERIVA

*Nota:* Observamos que, en cada bloque, la distorsión es inferior al valor permitido por la Norma E.030

Modos de vibración: Los periodos fundamentales de vibración se tomarán los 4 primeros, siendo el más importante el modo de vibración numero 1 (el periodo fundamental), A continuación, se presenta el comportamiento de cada uno de ellos:

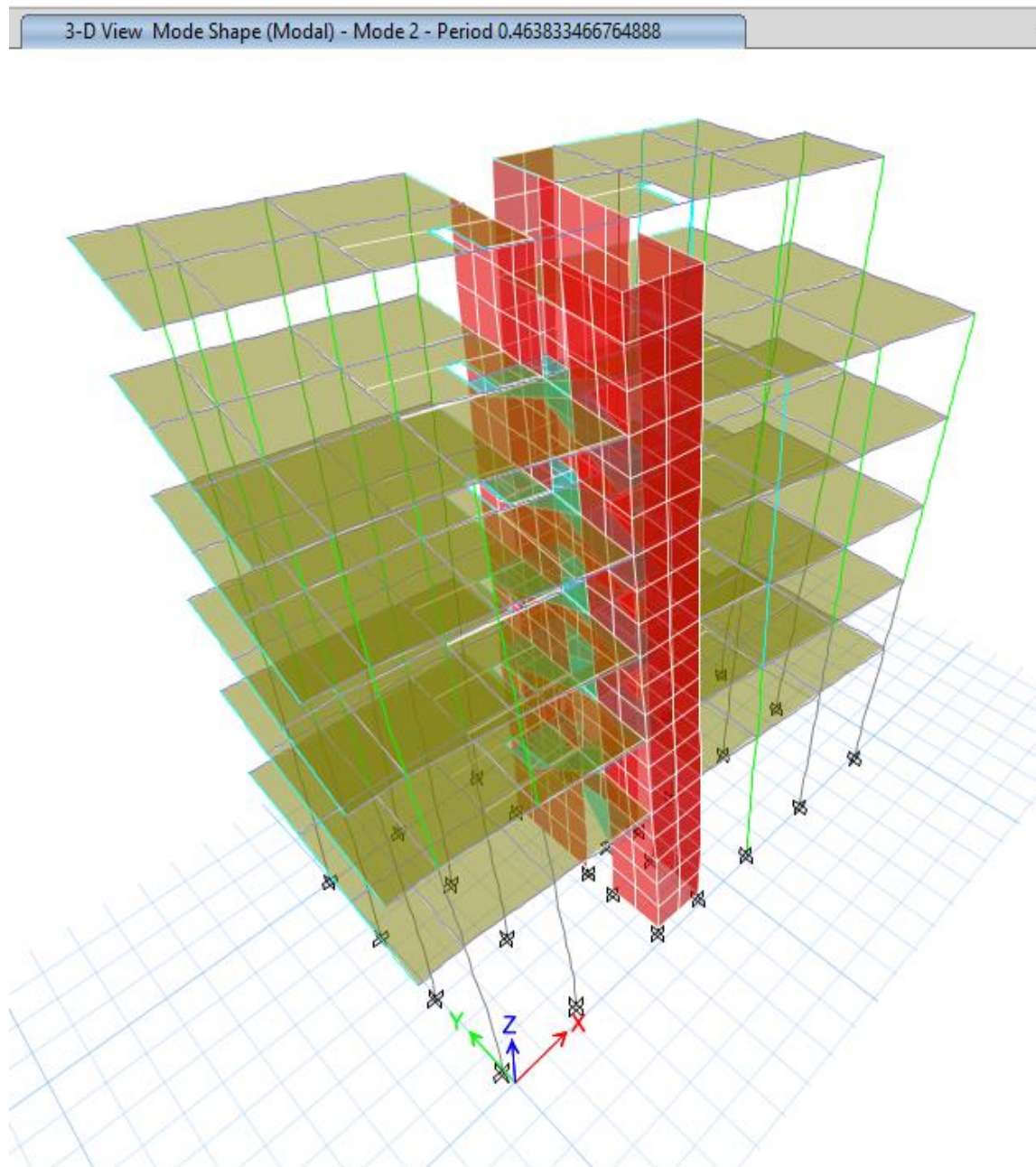
**FIGURA 21**

*Perdido fundamental de la estructura convencional*



**FIGURA 22**

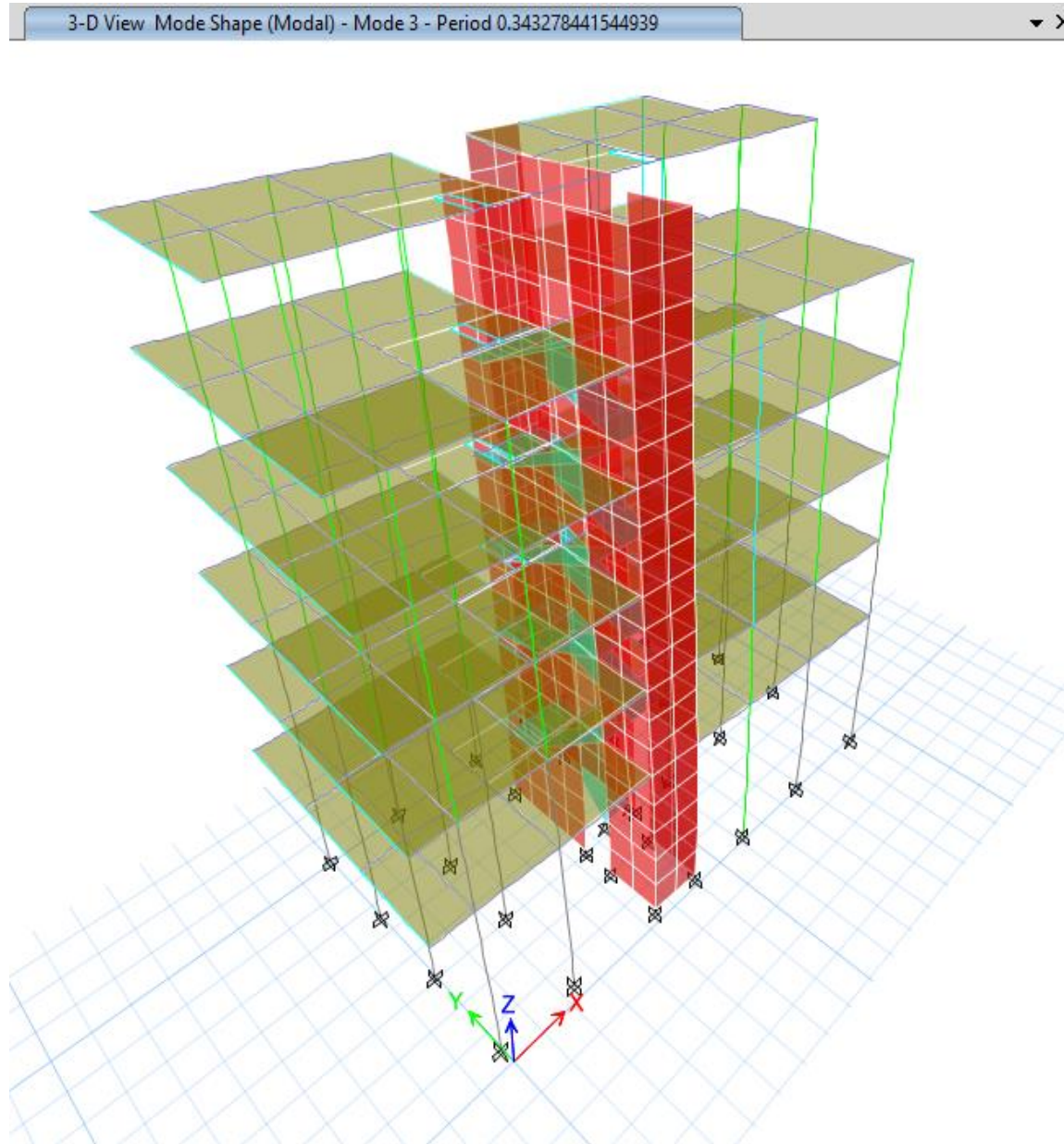
*Modo de vibración 02 de la estructura convencional*



*Nota:* Resultado extraído del modelo matemático-etabs.v22.

**FIGURA 23**

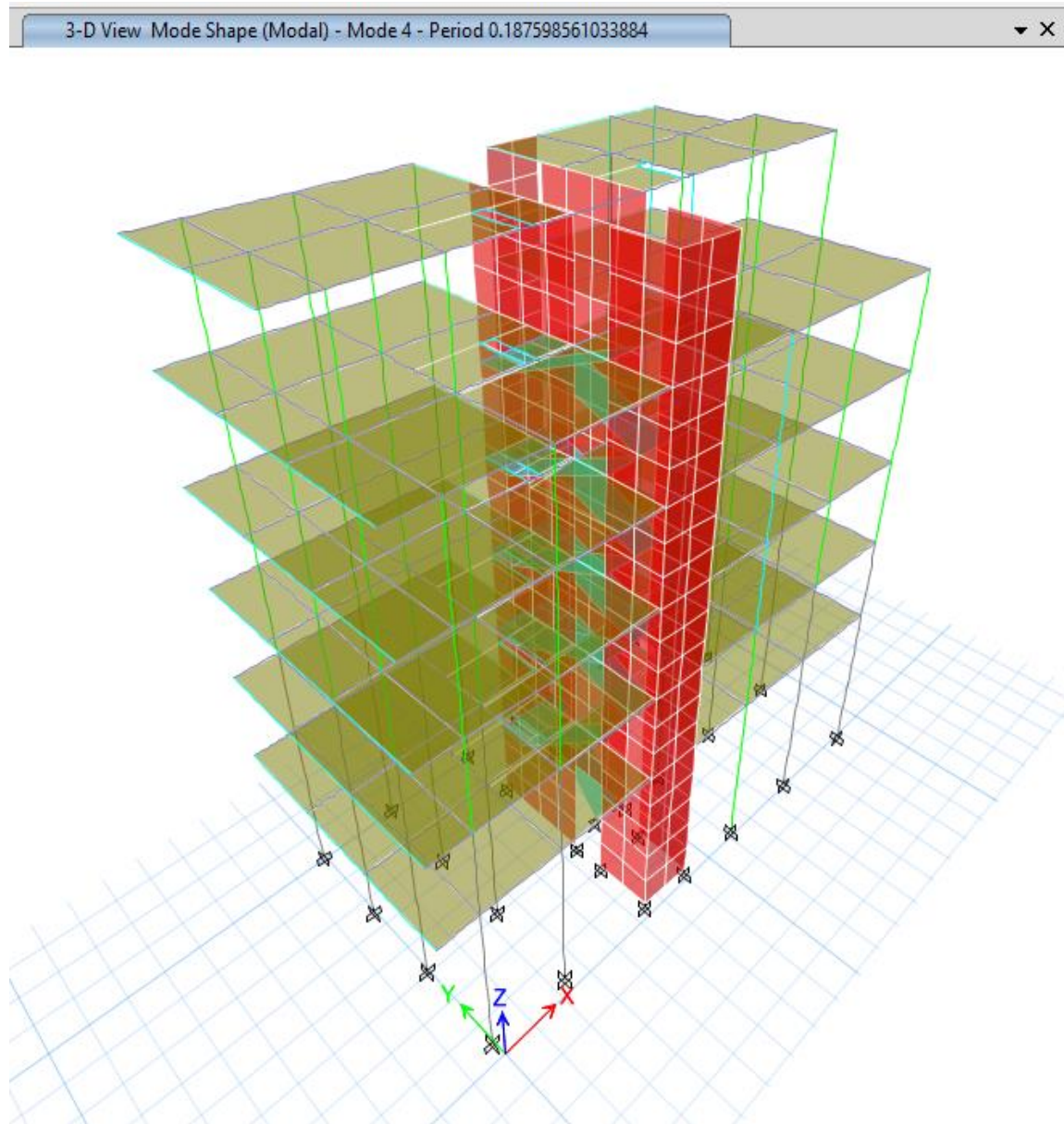
*Perido de vibración 03 de la edificio convencional*



*Nota:* Resultado extraído del modelo matemático-etabs.v22.

**FIGURA 24**

*Modo de vibración 04 de la estructura convencional*



*Nota:* Resultado extraído del modelo matemático-etabs.v22.

## FIGURA 25

*Sistema constructivo de viga acero aprobado por ministerio de vivienda*



Las losas aligeradas cuentan con un espesor de 20 cm y se empleó el sistema Viga Acero, las cargas empleadas son las siguientes:

- |   |                                    |                           |
|---|------------------------------------|---------------------------|
| - | Peso propio de aligerado $e=20$ cm | 164.86 kgf/m <sup>2</sup> |
| - | Peso de acado de piso              | 100 kgf/cm <sup>2</sup>   |
| - | Peso de tabiqueria                 | 100 kgf/m <sup>2</sup>    |

Consideraciones De La Norma E-060 Para Losas Aligeradas Convencionales

- Las losas aligeradas están compuestas de una combinación monolítica de viguetas espaciadas
- en una dirección y una losa en la parte superior
- El ancho de vigueta será como mínimo 10 cm
- El espaciamiento libre entre viguetas será como máximo 75 cm

- e) Las losas aligeradas que no cumplan con estas limitaciones serán tratadas como losas macizas
- f) El espesor de la capa de concreto por encima del ladrillo de la losa no debe ser menor de 5 cm
- g) La losa debe llevar refuerzo perpendicular a las viguetas, pero no menor que el refuerzo fijado
  - a. por contracción o temperatura
- h) El refuerzo se determina considerando una sección “T”, de ancho del ala  $b = 0.40$  m (para el
  - a. caso del sistema Vigacero  $b$  será  $= 0.69$ m) y ancho de alma  $= 0.08$  m

#### Pasos Previos Para Tener En Cuenta En Losas Aligerada

El cálculo de acero para losas Aligeradas Vigacero es similar al cálculo de acero para las losas

aligeradas convencionales; se diseñará el acero con hojas de cálculo con las características del

aligerado previamente definidas para el cálculo.

Como primer paso para el diseño de losa aligerada se tiene que definir el sentido de esta, siempre

se debe llevar a cabo de tal manera que las viguetas queden con una luz libre menor respecto a si

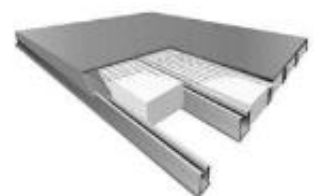
escogieramos el otro sentido por dos razones:

1. Controlar las deflexiones en el centro.
2. Economizar disminuyendo los momentos y con ello el acero.

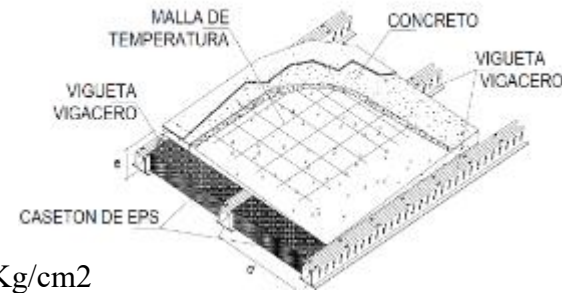
Una vez definido el sentido del aligerado aparecen las vigas principales donde se apoyan las

viguetas, Las vigas secundarias que en conjunto con las vigas principales sirven de amarre y

confinamiento a todos los paños de un mismo piso para formar el Diafragma Rígido.



Los planos presentan un aligerado, con espesores de losa 20cm con distancia entre viguetas de 79 cm para una sobrecarga de 200kg/m<sup>2</sup> para vivienda.



Datos Para El Cálculo Del Aligerado:

Concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  Acero varillas:  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Acero viguetas:  $f_y = 2530 \text{ Kg/cm}$

Carga Muerta: (Losa 20 cm de espesor, EPS densidad 15Kg/ m<sup>3</sup>)

Losa superior:  $2400 \times 0.05 = 120 \text{ Kg/m}^2$

Nervadura:  $(2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0.15 \times 0.08) / 0.79 = 36.41 \text{ Kg/m}^2$

Vigüeta prefabricada de acero:  $4.86 \text{ Kg/m} / 0.79 = 6.16 \text{ Kg/m}^2$

Casetón de Eps:  $(0.15 \times 0.60 \times 1.00 \times 15) / 0.79 = 2.29 \text{ Kg/m}^2$

Acabados:  $100 \text{ Kg/m}^2$

Cielo Raso:  $50 \text{ Kg/m}^2$

Total de carga muerta =  $265.36 \text{ Kg/m}^2$ .

Total de carga viva =  $200 \text{ Kg/m}^2$ .-Norma E.020 -Viviendas

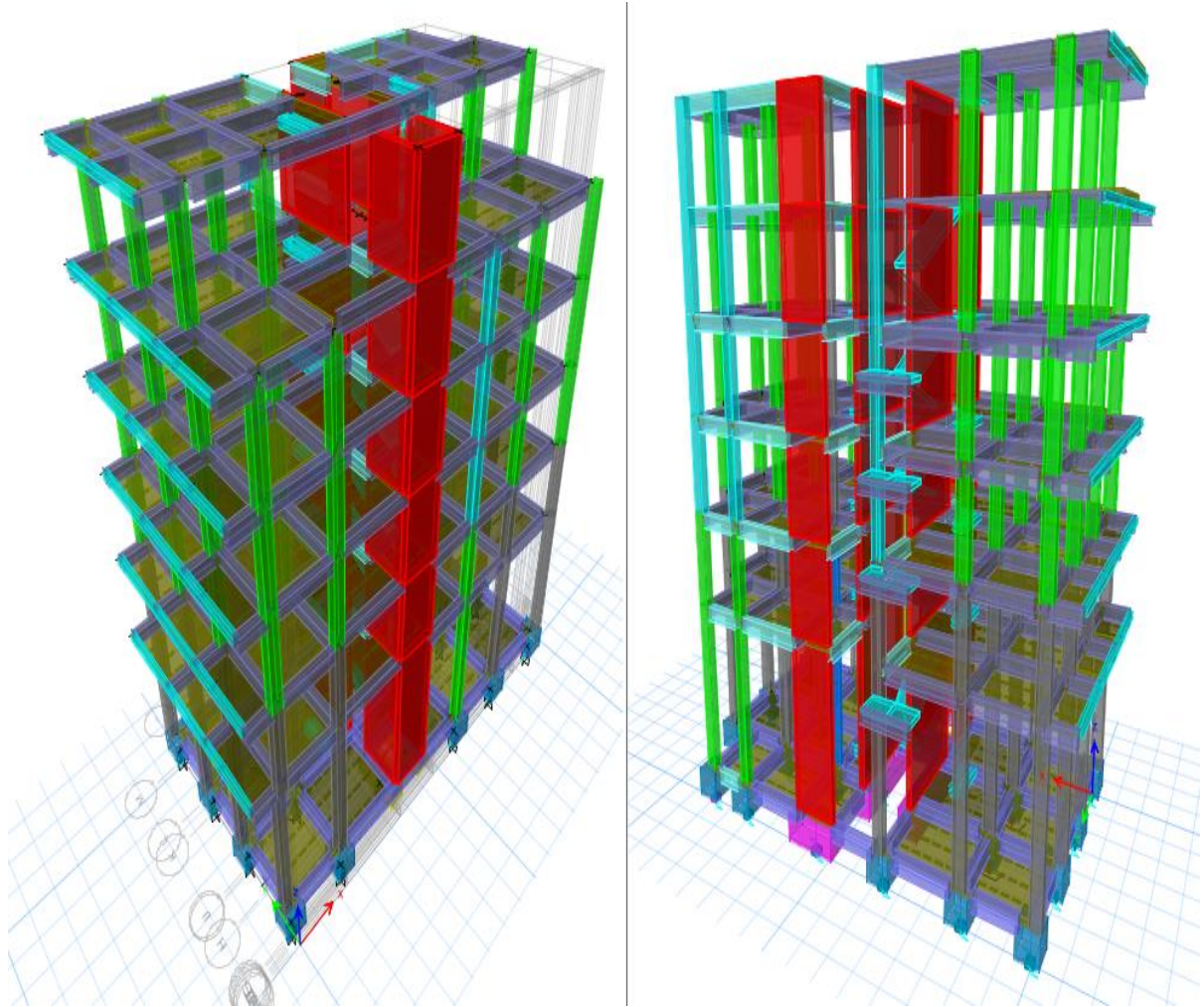
Asimismo, se anexará ficha técnica y ensayos de Viga Acero

Luego de realizar el análisis correspondiente para el modelo convencional se presenta el desarrollo y los resultados con la implementación de dispositivos. Resultados de análisis sísmico estructural según NTP E.031

RESULTADOS DE EVALUACION MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE AISLADORES SISMICOS

**FIGURA 26**

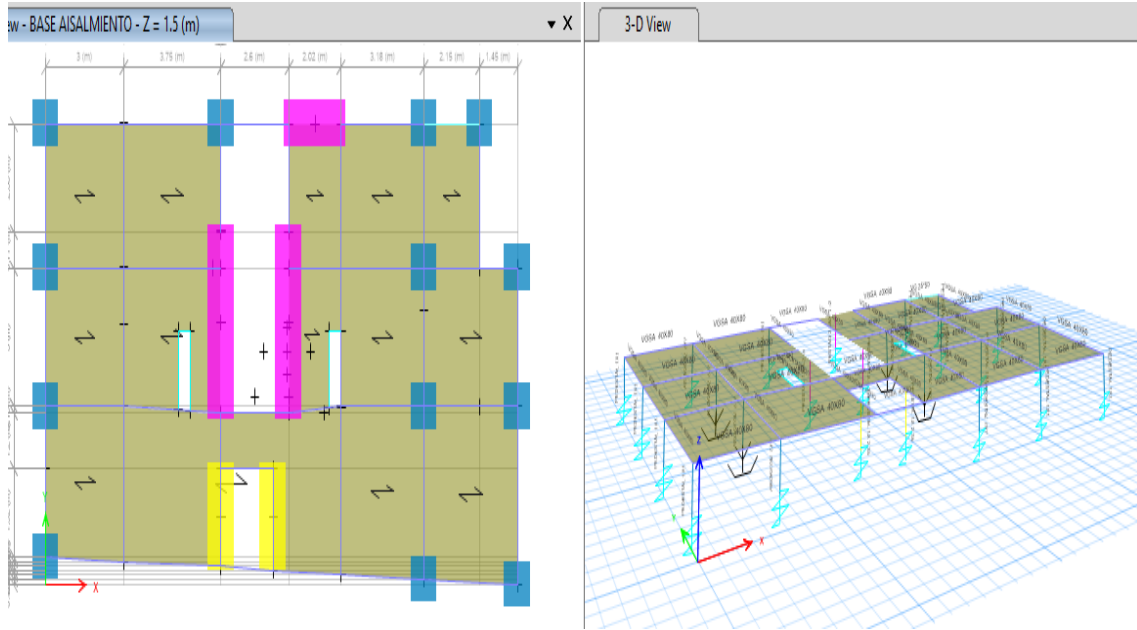
*Modelos 3D con Implementación de dispositivos en la base*



*Nota: modelo matemático 3D con dispositivos en la base*

**FIGURA 27**

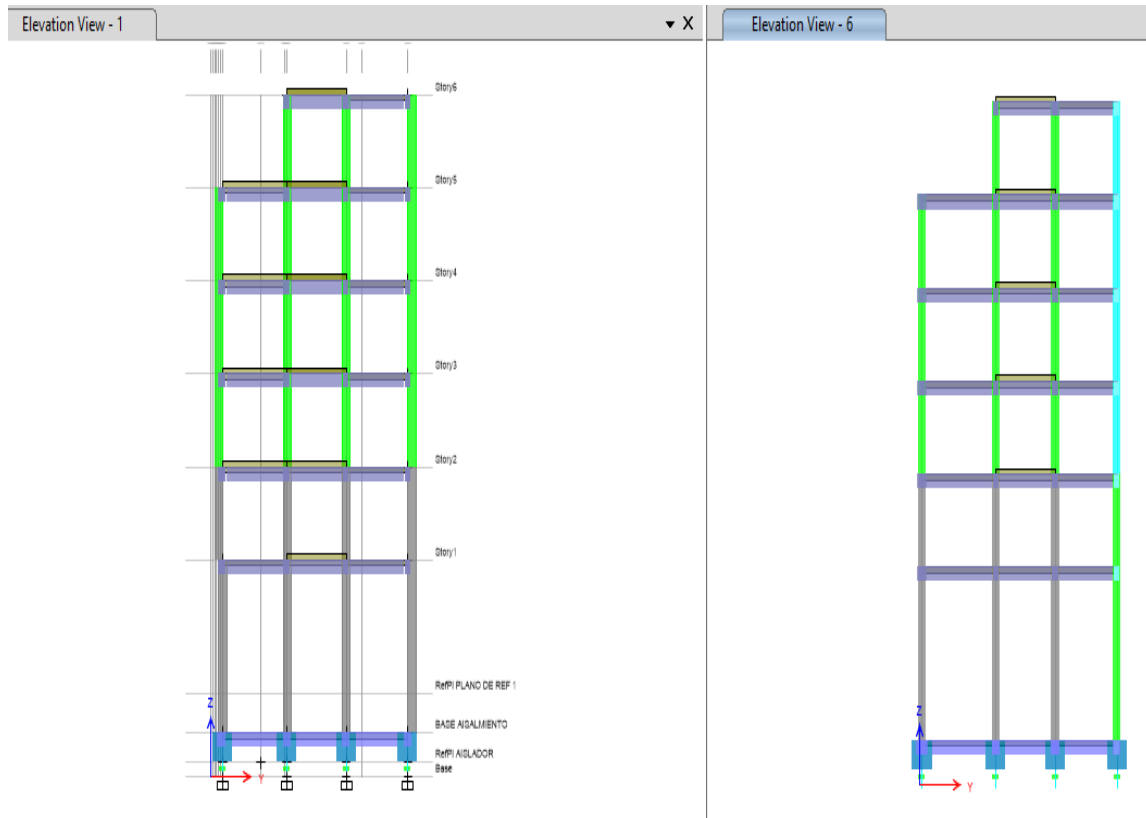
*Base Aislada con Implementación de dispositivos en la base*



*Nota: modelo matemático con dispositivos en la base*

**FIGURA 28**

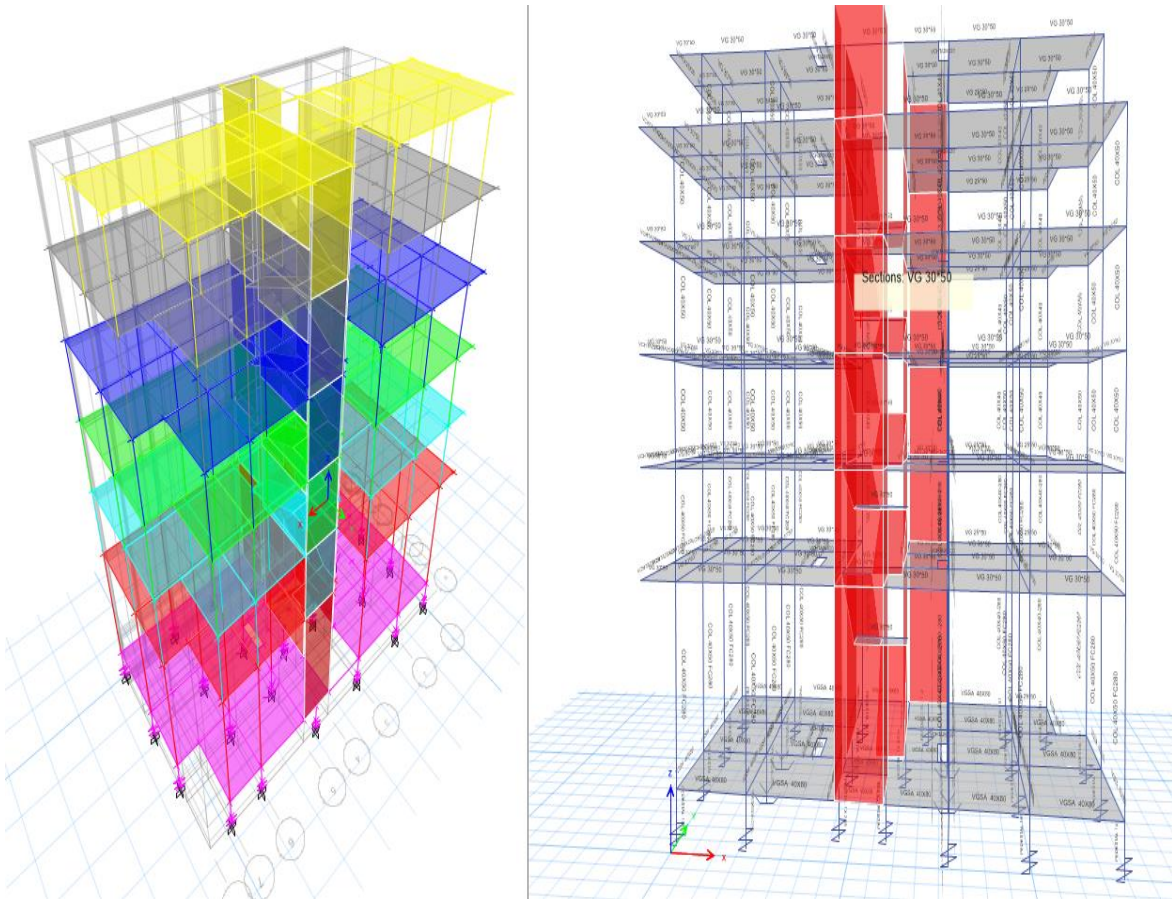
*Elevaciones del modelo con Implementación de dispositivos en la base*



*Nota: modelo matemático con dispositivos en la base*

**FIGURA 29**

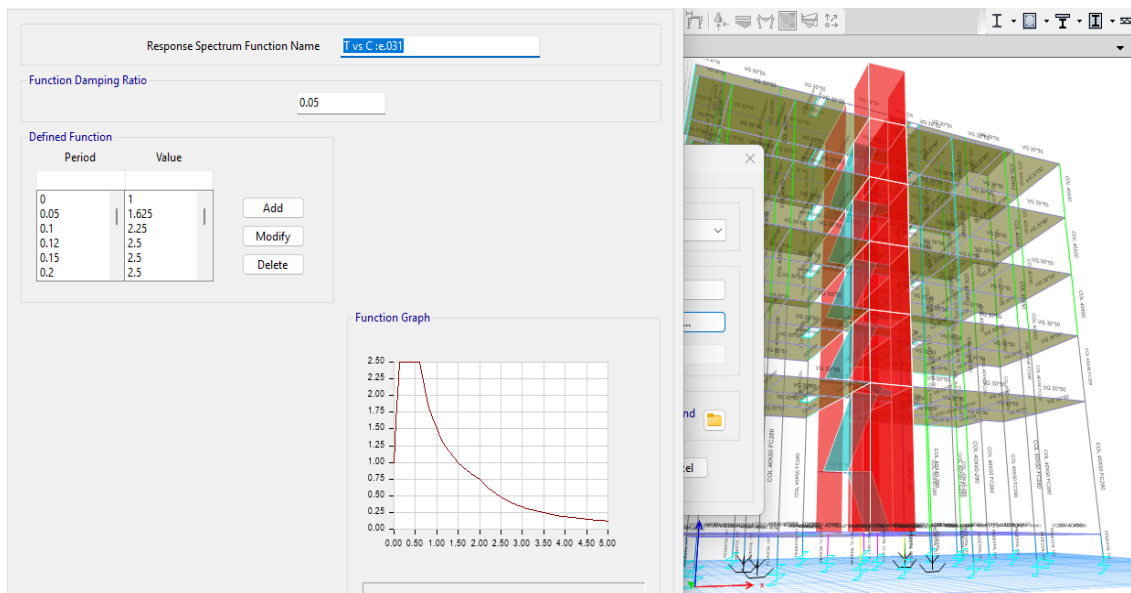
*Modelo 3D con Implementación de dispositivos en la base*



*Nota: modelo matemático 3D con dispositivos en la base*

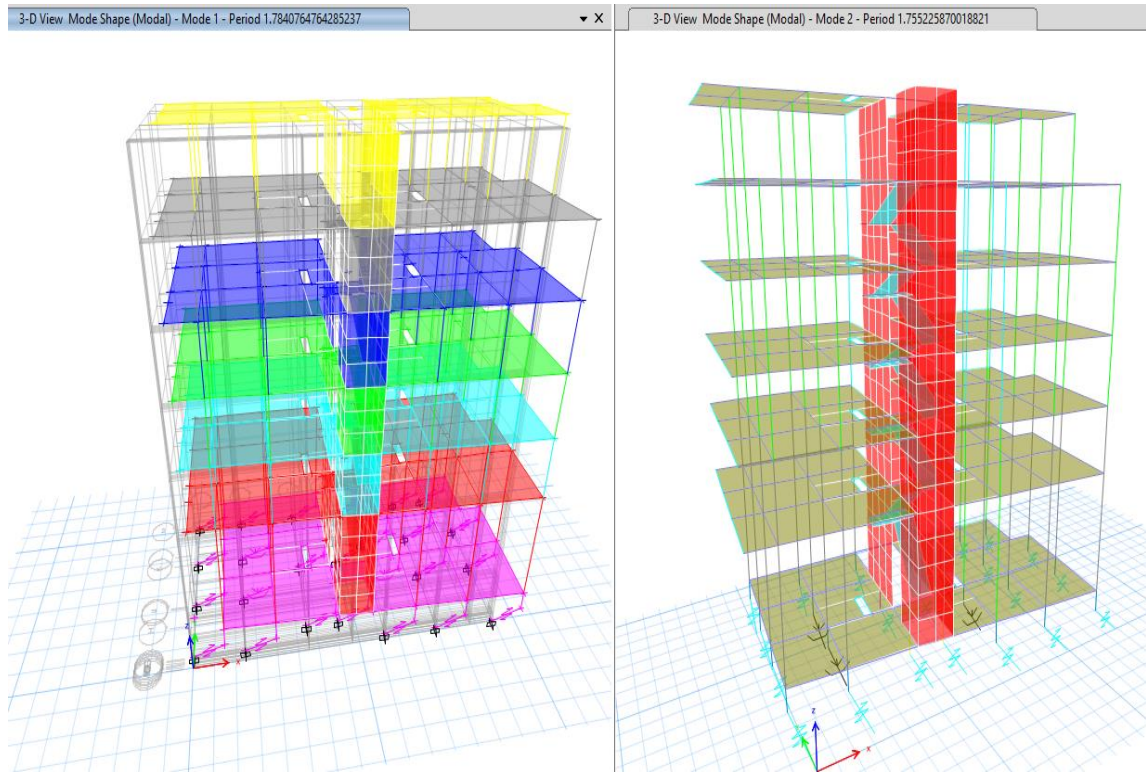
**FIGURA 30**

*Espectro según norma E.031*



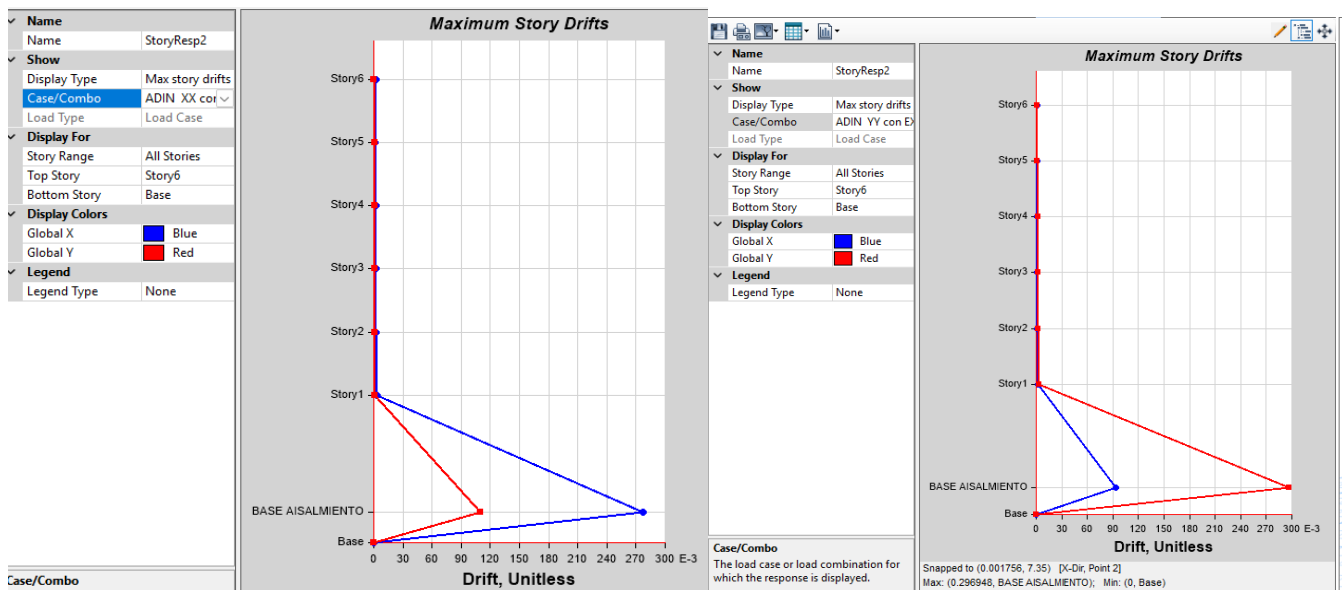
**FIGURA 31**

*Periodos de la estructura con base asilada*



**FIGURA 32**

*Derivas según norma E.031*



Máximos desplazamientos del edificio con dispositivos -Análisis Estático -con propiedades lineales

### Desplazamiento total DTM

$$T_{rot} := 1.7 \text{ s} \quad \rho := \frac{Tb}{T_{rot}} = 1.003$$

$$a := 13.3 \text{ m} \quad b := 60.00 \text{ m} \quad y := \frac{b}{2} = 30 \text{ m} \quad e := 0.05 \cdot b = 3 \text{ m}$$

$$DTM := DM \cdot \left( 1 + \left( \frac{y}{\rho^2} \right) \cdot \left( \frac{12 \cdot e}{b^2 + a^2} \right) \right) = 0.479 \text{ m} \quad \text{desplazamiento considerando excentricidad}$$

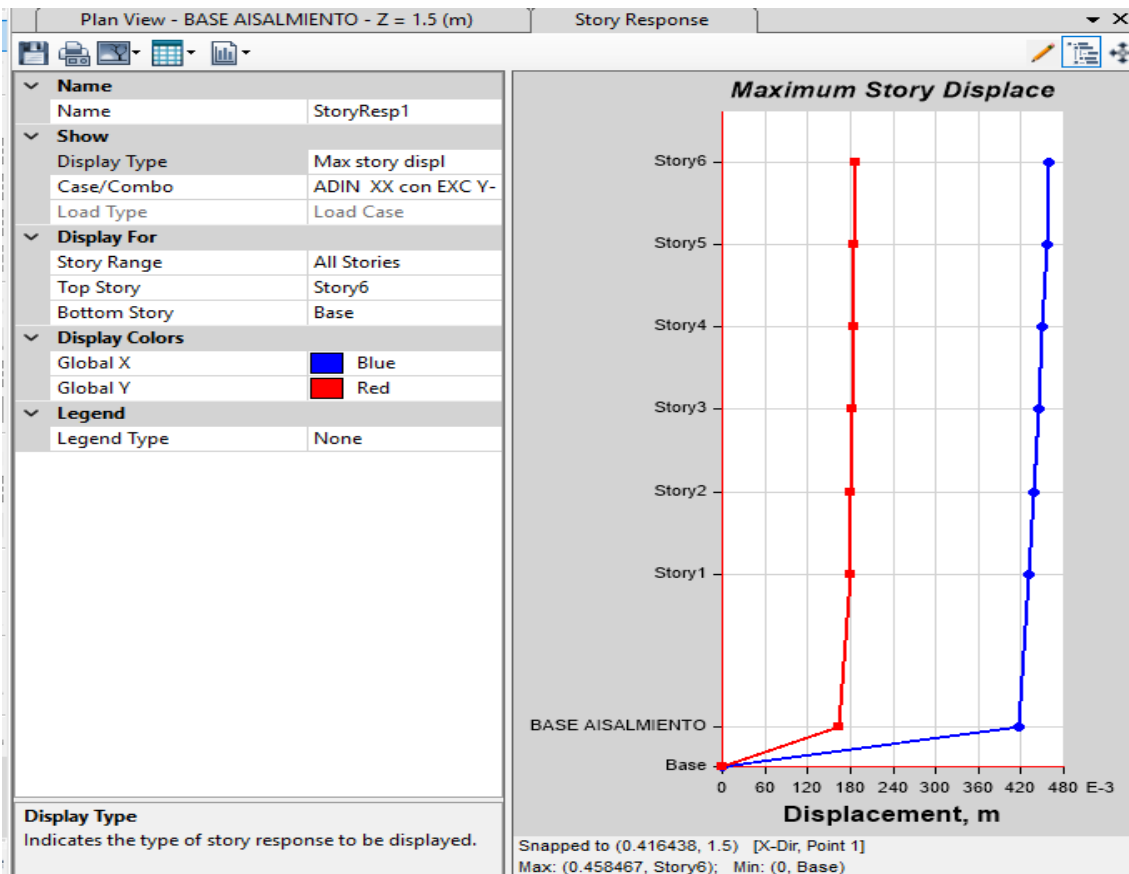
$$T_f := T_s = 0.55 \text{ s} \quad T_M := T_b = 1.705 \text{ s}$$

$$DM' := \frac{DM}{\sqrt{1 + \left( \frac{T_f}{T_M} \right)^2}} = 0.355 \text{ m}$$

$$DTM := DM' \cdot \left( 1 + \left( \frac{y}{\rho^2} \right) \cdot \left( \frac{12 \cdot e}{b^2 + a^2} \right) \right) = 0.456 \text{ m}$$

FIGURA 33

Máximos desplazamientos de la estructura con dispositivos -Análisis Dinámico -con propiedades lineales



**FIGURA 34**

*Masas participativas de la estructura con dispositivos -Análisis Dinámico -con propiedades lineales*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	1.784	0.9983	1.428E-05	0	0.9983	1.428E-05	0	0
Modal	2	1.755	0.0001	0.9388	0	0.9984	0.9389	0	0.0036
Modal	3	1.616	0.0002	0.0608	0	0.9986	0.9997	0	0.0001
Modal	4	0.279	0.001	2.807E-05	1.737E-06	0.9996	0.9997	1.772E-06	0.0126
Modal	5	0.248	0.0003	0.0001	4.784E-06	0.9999	0.9998	6.556E-06	0.062

**FIGURA 35**

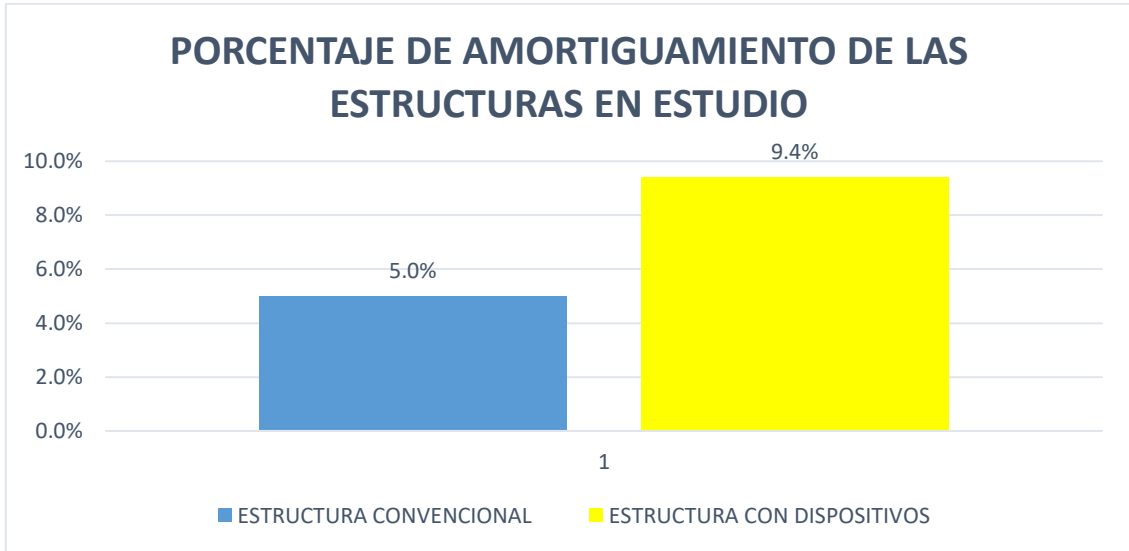
*Porcentaje de amortiguamiento en los 3 primeros modos de la estructura con dispositivos -Análisis Dinámico -con propiedades lineales*

SpecCase	ModalCase	Mode	Period sec	DampRatio	U1Acc m/sec²	U2Acc m/sec²	U3Acc m/sec²	U1Amp m	U2Amp m
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	1	1.806	0.0772	5.1534	1.5454	0	35.661441	2.250308
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	2	1.752	0.0834	5.201	1.5597	0	9.092432	-10.465044
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	3	1.602	0.0936	5.4967	1.6483	0	8.709104	2.04459
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	4	0.288	0.0903	14.8276	4.4465	0	-0.088136	0.004696
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	5	0.241	0.0825	15.2174	4.5634	0	-0.036918	-0.005095
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	6	0.187	0.0653	16.226	4.8658	0	-0.002345	0.005325
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	7	0.151	0.0717	15.8233	4.7451	0	0.006218	-0.000351
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	8	0.107	0.0646	15.1946	4.5565	0	-0.00175	-0.000147
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	9	0.091	0.0534	14.6533	4.3942	0	0.000431	-1.9E-05
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	10	0.075	0.0543	13.159	3.9461	0	-0.000157	-8.4E-05
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	11	0.071	0.0573	12.706	3.8103	0	0.000121	-8.7E-05
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	12	0.059	0.0507	12.0318	3.6081	0	9E-06	-6E-06
ADIN XX con ...	Modal EXC Y+	13	0.056	0.0515	11.6929	3.5065	0	-4.9E-05	-5E-06

A continuación, después de presentar los resultados según la norma peruana E.30 y E.031, se presentan la comparación de resultados entre ambos sistemas estructurales como: derivas, periodos y amortiguamientos.

**FIGURA 36**

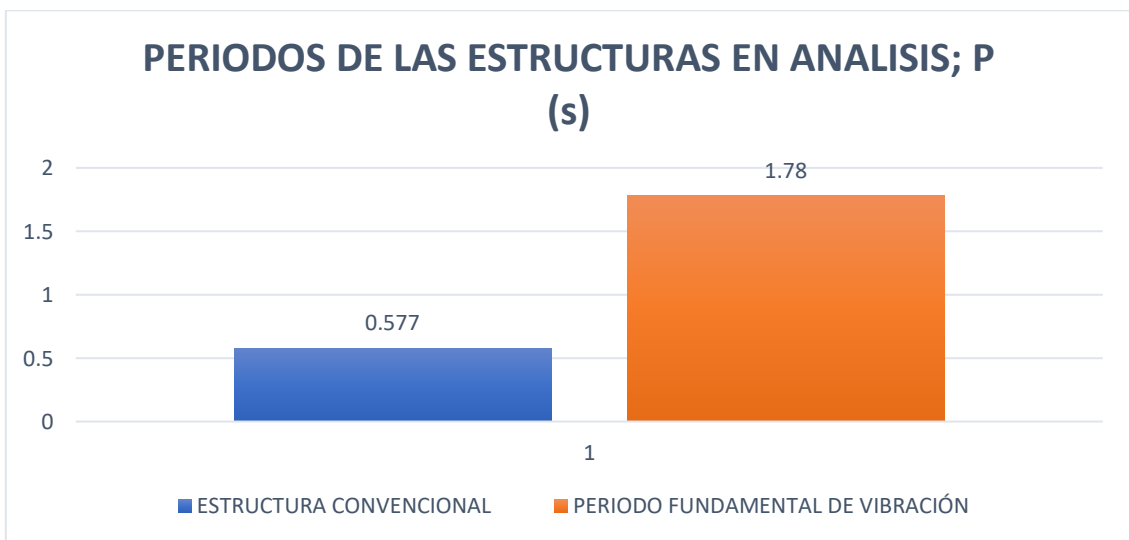
*Porcentaje de amortiguamiento de ambas estructuras en estudio*



En la ilustración N° 42, se muestra la comparación Modos principales para ambas estructuras en estudio.

**FIGURA 37**

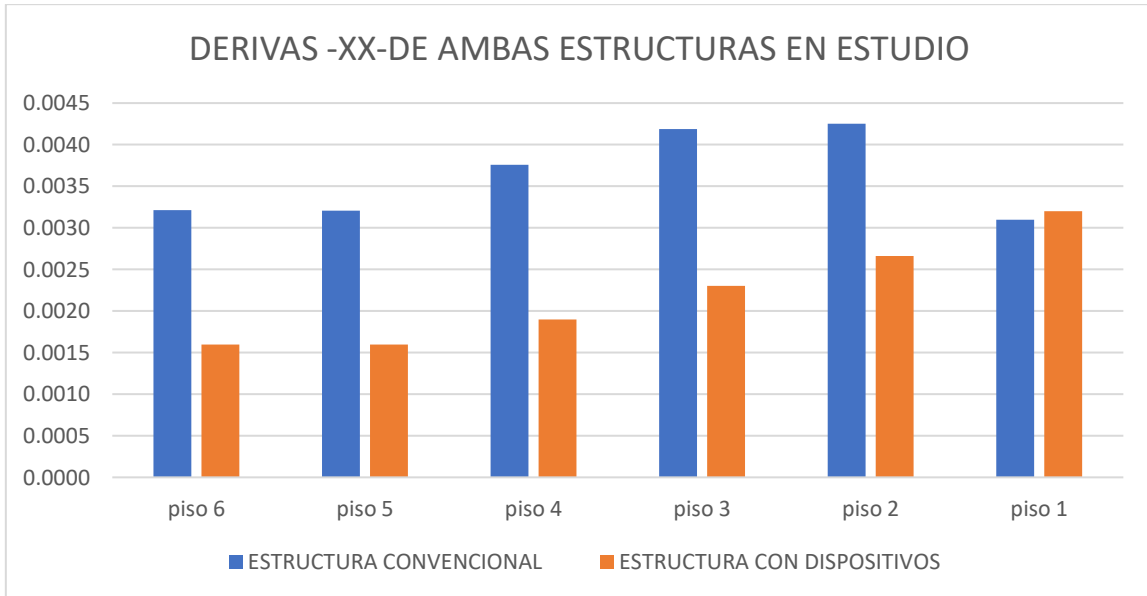
*Primer periodo de ambas estructuras en estudio*



El control de derivas está de acuerdo a las normas, E0.30 y E.031 en donde se aprecia que para el edificio convencional no supera las 7 milésimas es decir 0.007 y para edificaciones con aislamiento sísmico no se debe superar el 3.5 milésimas es decir 0.0035. En las figuras 43 y 44 se muestra los resultados en ambos ejes y nivel tanto para la edificación convencional y para la estructura aislada.

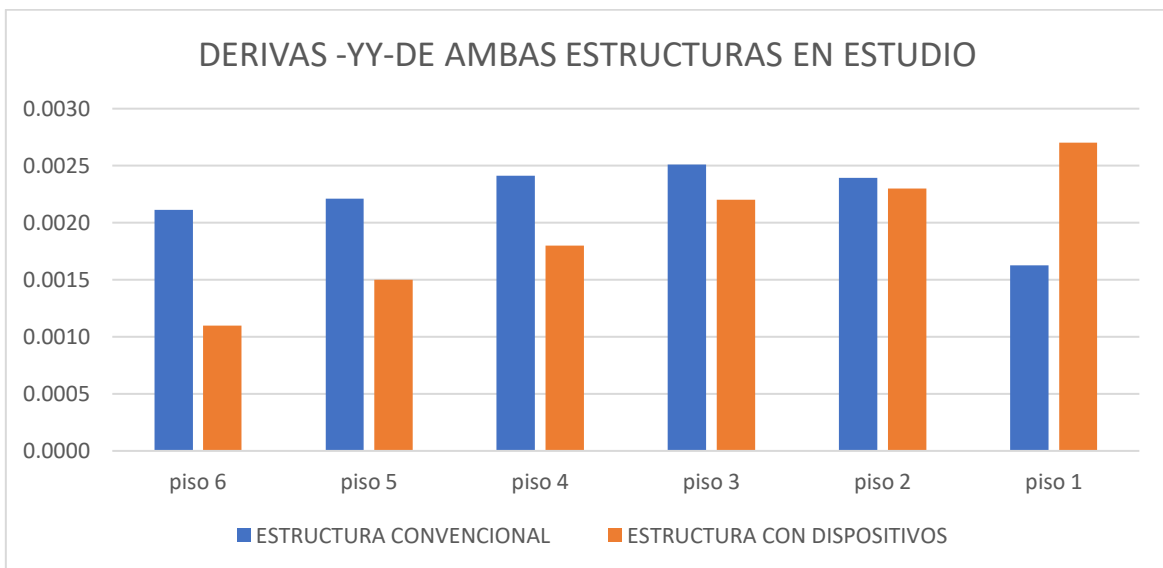
**FIGURA 38**

*Derivas en dirección XX de las estructuras en estudio*



**FIGURA 39**

*Derivas en dirección YY de las estructuras en estudio*



#### IV. DISCUSIÓN

En este estudio, al llevar a cabo el análisis de la superestructura de ambas viviendas, se consideraron las NTP E.030 de sismorresistencia y E.031. A través de la simulación por elementos finitos en el software, se determinó que el período fundamental de vibración para la vivienda con base fija es de 0.57 segundos, mientras que para el sistema con aislamiento sísmico se obtuvo un valor de 1.78 s. Finalmente, las derivas máximas permitidas entre los pisos fueron de 0.0042 para sistema con empotramiento perfecto y 0.0032 para el sistema con aisladores sísmicos. Esto quiere decir que a pesar de que el periodo fundamental del sistema aislado es mucho mayor al del sistema convencional, se debe a que la edificación con aislamiento en la base su estrategia principal es separar el edificio, resultados que coinciden con autores como Dierid. S & Diana. P (2020), Wilmer. S (2020). Que además, el control de las derivas en relación con el material del sistema aislado es inferior al del sistema tradicional, aunque ambos se encuentran dentro de los valores de ratio tal cual nos exige la NTP E.030 y E.031.

En base a lo expuesto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, que sostiene que una edificación analizada tiene un amortiguamiento del 9.4 % con un sistema de aisladores en la base constituye un material beneficioso y eficiente para la humanidad, como se había indicado previamente. Alex .M & Sebastián P. (2022), Jennifer. D & Samir .M (2021), Castillo & Gutiérrez, 2020 y Wilson. S (2020) que concluyen que la incorporación del sistema con aisladores en las edificaciones de diferente tipo, lo cual se resalta una particularidad en el aislador HDRB, ya que este proporciona un alto nivel de amortiguamiento, entre un 8% y 16%, lo cual ayuda a reducir la demanda sísmica y otorga mejor comportamiento ante un evento.

## V. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación del edificio multifamiliar con sistema convencional y el modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR), se concluye lo siguiente:

1. Se determinó un periodo fundamental de La edificación con sistema convencional de 0.57 segundos, así como una deriva de entrepiso máxima de 0.042 y un amortiguamiento de 5%. Resultados que evidencian que el modelo propuesto puede ser construido y habitado en la ciudad de Trujillo la libertad.
2. En el sistema aislado, Se obtuvo un periodo fundamental de La edificación con sistema convencional de 1.78 segundos, así como una deriva de entrepiso máxima de 0.032 y un amortiguamiento de 9.4%, donde se observan menores desplazamientos horizontales relativos entre los pisos, lo que favorece un comportamiento más estable frente a cargas sísmicas, de esta manera el uso de aisladores de base provoca un aumento en los periodos de vibración de la estructura, lo que resulta en una reducción de las aceleraciones sísmicas.
3. Los Dos modelos evaluados cumplen con los requisitos según normas vigentes (E.030 y E 0.31), donde es importante destacar que los resultados demuestran la efectividad de los aisladores, como una solución para mejorar la seguridad sísmica, al proporcionar una mayor protección y estabilidad a las edificaciones, reduciendo al mismo tiempo las cargas y las demandas de diseño sísmico y optimizando el rendimiento ante terremotos, sismo de diseño y el sismo máximo esperado en nuestro país.

## VI. RECOMENDACIONES

Luego de contar con los resultados donde las edificaciones con dispositivos tienen un mejor comportamiento ante eventos, se recomienda realizar una revisión exhaustiva de los anclajes y conexiones que a la vez es fundamental prestar especial atención al diseño e implementación de las uniones del sistema con amortiguamiento del edificio y la base de la estructura. Las conexiones flexibles deben ser dimensionadas adecuadamente para permitir los desplazamientos requeridos durante el sismo más severo previsto en el diseño o sismo máximo que tiene un periodo de retorno de 2500 años. Si estas conexiones no son correctamente dimensionadas o no permiten los movimientos esperados y además que no se cuenta con una junta sísmica entre edificaciones vecinas adecuada, podrían generar fallos estructurales y comprometer la seguridad del edificio, incluso provocando el colapso de la estructura. Es necesario mencionar que Análisis de viabilidad económica y sísmica: Antes de optar por la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en la construcción de un edificio, es esencial llevar a cabo un estudio de viabilidad económica que considere no solo el costo de los aisladores, deslizadores y los componentes adicionales, sino también los factores geológicos y el riesgo sísmico de la región. Este análisis debe incluir estudios geotécnicos para evaluar la capacidad del suelo y las características sísmicas locales, lo cual permitirá tomar decisiones informadas sobre la viabilidad y la eficacia del sistema de aislamiento en función de las condiciones específicas del terreno y la magnitud de los sismos esperados.

La precisión en la modelación estructural y mantenimiento de los aisladores: Es crucial que los parámetros de los aisladores sean correctamente definidos e insertados en los programas de modelación estructural, como el programa de ETABS, para garantizar que el sistema de aislamiento se comporte de manera adecuada durante un evento sísmico. Además, se deben verificar y confirmar la colocación correcta de los aisladores en la base de cada columna. La omisión de detalles como la inclusión de vigas de amarre en el modelo puede comprometer el rendimiento del sistema. También es importante tener en cuenta que los aisladores están diseñados para durar al menos 50 años aproximadamente y al final de su vida útil, pueden ser reemplazados sin afectar el funcionamiento general del edificio. Por lo tanto, se debe planificar su mantenimiento de cada 2 años a lo largo del tiempo.

Asimismo, dado que el suelo de Trujillo por lo general tiene capacidad portante ( $q$  admisible) entre 0.85 a 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y presenta características más blandas o suelos intermedios, se recomienda realizar un estudio geotécnico detallado antes de implementar sistemas con aisladores elastoméricos en la ciudad. Esto permitirá evaluar la capacidad portante del terreno y determinar las características específicas del suelo, lo cual es crucial para garantizar el adecuado funcionamiento de los aisladores. Asimismo, se podrían ser necesarios ajustes en el diseño o el uso de tecnologías adicionales, como la mejora del suelo o la instalación de sistemas de cimentación profunda, para asegurar que los aisladores proporcionen la protección sísmica esperada y optimicen el rendimiento estructural frente a eventos sísmicos en una zona con condiciones de suelo menos favorables.

Dada la creciente actividad del sector inmobiliario en la región Se recomienda considerar la implementación de este sistema constructivo con la implementación de aisladores y el sistema viga acero en la ciudad de Trujillo, así como en los distritos aledaños, particularmente en edificaciones de uso común como las edificaciones multifamiliares ya que según lo investigado en la presente tesis esta adopción de soluciones estructurales permitirá incrementar el nivel de preparación frente al silencio sísmico que atraviesa la zona, reduciendo la vulnerabilidad ante un eventual evento de gran magnitud.

En esta Tesis de posgrado, se está investigando el análisis de aislamiento hasta el análisis dinámico que solo es una pincelada en la rama de cálculo de edificaciones, es por ello que las próximas investigaciones complementen este estudio tomando en cuenta análisis tiempo historia, diseño completo de rascacielos con sótanos, otros tipos de aisladores, combinación de tipos de deslizadores, etc.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldaz.C. (2014). Metodología de investigación.
- Prieto, M., et al. (2020). "Análisis de la vulnerabilidad sísmica en Perú". Revista de Ingeniería Sísmica, 15(2), 45-58.
- Kelly, J. et al. (2018). "Seismic isolation technology: State of the practice review." Earthquake Engineering Research Institute.
- American Society of Civil Engineers (ASCE). (2014). "ASCE/SEI 7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures."
- Danel.O. (2015). Metodología de la investigación Población y Muestra.
- Lopez.E. (2014). Metodología cualitativa.
- Sierra & Páez, 2020. Aisladores Sísmicos de Base: Un Compendio de Alternativas
- Dueñas & Macen, 2021. Análisis sísmico de una edificación de 11 niveles empleando disipadores de energía shear link bozzo en el distrito de Santiago de surco.
- Machuca & Palomino, 2022. Diseño estructural sismorresistente comparando aisladores y disipadores sísmicos en un Centro Salud, Asentamiento Humano Virgen Guadalupe, Callao 2022.
- Salvatierra, 2020. "Análisis comparativo del comportamiento sismorresistente entre una estructura convencional versus otra con aisladores elastoméricos, Lima 2020"
- Castillo y Gutiérrez, 2020. Diseño sísmico estructural de un edificio multifamiliar de 12 niveles con aisladores sísmicos, urbanización San Andrés – Trujillo – La Libertad.
- Pecchillo, G. (2018). 3D seismic base isolation of large structures using curved surface sliding and elastomeric bearings (Master's thesis, Politecnico di Milano).
- Rodrigues, A. (20XX). Pre-design of friction pendulum bearings as a seismic isolation device (MSc dissertation, Instituto Superior Técnico, Univ. of Lisbon).
- Zheng, J. (2021). Research on 3-D vibration and seismic isolation structure of large-scale complex buildings (Master's thesis).
- Márquez, J. F. (2021). Modeling of lead rubber bearings at large strains and their seismic performance (Thesis).
- Iliadis, C. (2011). Friction-based control system for seismic energy dissipation (Master's thesis, MIT).

- Ocak, A. (2022). Optimization of seismic base isolation system using performance-based criteria (Master's thesis, Temple University).
- Pourmasoud, M. M. (2022). Investigation of influential factors on yield strength of lead cores for lead rubber bearings (MSc/PhD thesis/report).
- Sun, W. (2011). Performance assessment and design of lead rubber seismic isolators (Master's thesis).
- Ezazi, A. (2017). Dual isolation for enhanced seismic protection (MAsc thesis, McMaster University).
- Becker, T. C. (2011). Seismic isolation with friction pendulum bearings — modeling and case studies (PhD/Thesis, UC Berkeley).
- Bertoglia, M. (2025). Modeling and control of active seismic isolation systems with non-minimum phase zeros (Master's thesis).
- Kelly, J. P. (2001). The installation of a seismic isolation system for building retrofit (Thesis/report).
- Figueiredo, F. R. (2007). Dimensionamento de sistemas de isolamento de base de edificios (MSc dissertation — English summaries / widely cited in FPS literature). Politecnico di Torino — (Pendulum thesis)
- Pendulum, F. (2017). Evaluation of friction pendulum isolators and seismic reliability of isolated structures (Master's thesis, Politecnico di Torino).
- Giulia Pecchillo (another record) — 3-D modelling and application of seismic base isolation to large structures (Master thesis, Politecnico di Milano).
- Islam, M. T. (2017). Application of seismic isolation system for retrofitting of an existing building in Bangladesh (Master's thesis).
- Vilca, F. (Year). Friction pendulum bearing subjected to multiple component excitations (Master's thesis — Universidad Católica de Chile).
- Lalwani, D. S. (2017). Mechanistic model for lead rubber bearings (Thesis/technical report).
- MacSphere / Sun W. (2011). Performance assessment and design of lead rubber seismic isolation devices (Master thesis repository entry).
- Politecnico / other webtheses collection — Study on 3-D seismic base isolation devices combining LRB and disc springs (Master's thesis).
- Hart / University theses collection — Comparative seismic performance of base-isolated vs. fixed base structures under near-fault excitations (Master's thesis)

Various institutional MSc theses compiling FPS/LRB comparisons (multiple authors),  
useful como anexos: (examples and repositories cited

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

**TABLA 16**

*MATRIZ DE CONSISTENCIA*

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Comportamiento sísmico de una edificación convencional respecto a una con dispositivos	La fuerza que afronta un edificio depende del movimiento de la superficie y el comportamiento del la edificación. (Vásquez, 2015)	Es cualquier componente que cumple con el reglamento nacional de edificaciones y se puede emplear como insumo estructural.	Desplazamientos máximos en (m) Derivas máximas en ( $\Delta$ /altura entrepiso) Fuerzas cortantes en la base en (Tonf) Periodos de Vibración en (segundos)	Simulación dinámica en los ejes “X” y “Y” mediante El método de elementos finitos, Fuerza cortante, momento flector y momento torsor mediante El método de elementos finitos. % de amortiguamiento mediante El método de elementos finitos Periodos de todos los modos de Vibración mediante El método de elementos finitos

## Anexo 2: Cuadro de operacionalización

**TABLA 17**

*Matriz operacionalización*

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Aisladores de alto amortiguamiento HDR	“Los aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) están compuestos por capas de goma con láminas de acero intercaladas. El uso de estas láminas incrementa la rigidez vertical de apoyo, lo que permite controlar las cargas gravitacionales generadas por la superestructura.” (Carmona Ramírez, P., & Rosas Fetta, A. J. (2015).	uso de un compuesto especial de goma, al que se agregan aditivos como carbono extrafino, aceite negro o resinas, lo que incrementa sus capacidades de amortiguamiento	Características físicas del aislador.  % de amortiguamiento  Propiedades mecánicas	Sección del dispositivo (profesional encarado del diseño e instalación)  Resistencia a la compresión (laboratorio especializado)

**TABLA 18**

*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN - MUESTRA
¿De qué manera la evaluación del desempeño sísmico de una estructura convencional al establece diferencias con respecto a una	La edificación con aisladores sísmicos presenta un mejor desempeño sísmico que la estructura convencional, evidenciado en una reducción significativa de las derivas	<p>GENERAL:</p> <p>Evaluar el comportamiento sísmico de una estructura con sistema convencional en comparación con una edificación que incorpora aisladores sísmicos.</p> <p>ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el cálculo de los periodos, derivas y amortiguamientos de la estructura en estudio con sistema convencional mediante la NTP-E.030</li> <li>- Realizar la verificación de los periodos, derivas, amortiguamiento, utilizando dispositivos HDR en el modelo con sistema aislado según la NTP-E.031</li> </ul>	Aisladores HDR de alto amortiguamiento	El enfoque considerado para la investigación es el cuantitativo, ya que según (Lopez.E, 2014) Los investigadores desarrollan conceptos y comprensiones partiendo de pautas de los	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>En la presente investigación se considerará como población de todos los modelos de Edificaciones con dispositivos en la base.</p>

<p>edificación con aisladores sísmicos, Trujillo 2025?</p>	<p>entrepiso, fuerzas internas y daño estructural ante eventos sísmicos representativos en la ciudad de Trujillo.</p>	<p>- Validar los parámetros sísmicos de ambos sistemas con base a las normativas vigentes E.030 y E.031</p>	<p>datos sin medición numérica para descubrir diferentes variables.</p> <p>Comportamiento sísmico de una edificación convencional al respecto a una con dispositivos</p>	<p><b>MUESTRA</b></p> <p>se modelaron ambas edificaciones con la misma arquitectura, para evaluar su comportamiento frente a eventos en la ciudad de Trujillo-La Libertad 2025.</p>
--	---	---	--	---

### **Anexo 3: Consentimiento informado (MAYORES DE EDAD)**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Título de la investigación:** EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025

**Investigador/es:** WINSTON JARDIEL ROJAS GUTIERREZ;

**Institución:** Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

Estimado/a participante,

Usted ha sido invitado(a) a participar en la investigación titulada: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025.

Antes de decidir participar, es importante que lea detenidamente la siguiente información para asegurarse de que comprende el propósito, los procedimientos, los beneficios y los posibles riesgos de este estudio.

Este estudio tiene como objetivo (descripción breve del propósito de la investigación). Si decide participar, se le solicitará que (descripción de las actividades a realizar, duración y frecuencia de participación). Los resultados de esta investigación pueden contribuir a (explicación de los beneficios esperados, tanto individuales como colectivos). Su participación en este estudio no implica riesgos significativos; sin embargo, podrían presentarse (mencionar posibles riesgos si los hubiera).

Toda la información proporcionada será tratada con estricta confidencialidad. Los datos recopilados serán almacenados de manera segura y solo serán accesibles para los investigadores involucrados en el estudio. Sus respuestas se utilizarán exclusivamente con fines académicos y serán presentadas de forma anónima.

Su participación es completamente voluntaria. Puede retirarse en cualquier momento sin necesidad de justificar su decisión y sin que esto implique ninguna consecuencia para usted.

Si, después de leer esta información, está de acuerdo en participar, por favor firme a continuación:

Declaro que he leído y comprendido la información anterior y que acepto participar en este estudio de manera voluntaria.

**Nombre del participante:** WINSTON JARDIEL ROJAS GUTIERREZ;

**Firma:**

**Fecha:** 4/12/2025



WINSTON JARDIEL  
ROJAS GUTIERREZ

## Anexo 4: Declaración jurada

### DECLARACIÓN JURADA

El/la/los abajo firmantes, autores del trabajo de investigación titulado: **(EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA ESTRUCTURA CONVENCIONAL RESPECTO A UNA EDIFICACION CON AISLADORES SÍSMICOS TRUJILLO 2025)**, egresados del programa de estudios de la **maestría en INGENIERÍA CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS** de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, declaramos bajo juramento lo siguiente:

Que, conforme a los lineamientos éticos y metodológicos establecidos por la Universidad, y en cumplimiento de las disposiciones establecidas para la presentación de trabajos de investigación, manifestamos que en el presente estudio no se consigna en el título el nombre específico de la institución, empresa u organización en la que se ha desarrollado el estudio de caso o recojo de información.

Por tal motivo, no resulta necesario adjuntar el modelo de consentimiento/asentimiento informado porque el hacerlo público o el presentarlo con los nombres y datos de los participantes delataría la institución/empresa donde se realizó la institución. Sin embargo, declaro que se contó con el consentimiento o asentimiento de todos los participantes, y de esta manera respetamos así el principio de confidencialidad y anonimato de las instituciones o participantes involucrados indirectamente.

Nos comprometemos a mantener la reserva de la información obtenida, utilizándola únicamente con fines académicos y de acuerdo con los principios éticos de la investigación científica establecidos por la UCT.

En constancia de lo declarado, firmo/firmamos la presente en la ciudad de Trujillo, a los (días cuatro) del mes de diciembre del 2025.

(Nombre completo del primer autor) DNI N.º Firma:



WINSTON JARDIEL  
ROJAS GUTIERREZ

## Anexo 5: Reporte de Turnitin

# WINSTON ROJAS GUTIERREZ

## ROJAS GUTIÉRREZ, WINSTON JARDIEL

 FASE INFORME 2026

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:561761688

Fecha de entrega

27 feb 2026, 16:09 GMT-5

Fecha de descarga

27 feb 2026, 16:58 GMT-5

Nombre del archivo

ROJAS GUTIÉRREZ, WINSTON JARDIEL.docx

Tamaño del archivo

8.0 MB

84 páginas

14.275 palabras

80.915 caracteres




# 19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)




## Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

<b>1</b>	Internet	repositorio.uct.edu.pe	2%
<b>2</b>	Internet	1library.co	2%
<b>3</b>	Trabajos del estudiante	POSGRADO on 2025-12-09	2%
<b>4</b>	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	1%
<b>5</b>	Trabajos del estudiante	POSGRADO on 2025-11-30	1%
<b>6</b>	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo on 2025-08-01	1%
<b>7</b>	Internet	repositorio.uprit.edu.pe	<1%

## Anexo 6: Reporte de escritura de inteligencia artificial

# WINSTON ROJAS GUTIERREZ

## ROJAS GUTIÉRREZ, WINSTON JARDIEL

 FASE INFORME 2026

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:561761688

Fecha de entrega

27 feb 2026, 16:09 GMT-5

Fecha de descarga

27 feb 2026, 16:59 GMT-5

Nombre del archivo

ROJAS GUTIÉRREZ, WINSTON JARDIEL.docx

Tamaño del archivo

8.0 MB

84 páginas

14.275 palabras

80.915 caracteres

## 21 % detectado como IA

El porcentaje indica la cantidad de texto calificado en la entrega que probablemente se generó usando IA.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

### Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

## Preguntas frecuentes

### ¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (\*\*).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

### ¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

