

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA
FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL
MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE JAÉN”**

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

**Autores : Est. Gladis Lizbeth Olaya Hernández
Bach. Merly Torres Gavidia**

Asesor : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Línea De Investigación

LI_IC_01 - Estructuras

JAÉN – PERÚ

2024

Gladis L. Olaya Hernández; Merly Torres Gavidia

INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE ING...

 Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20206:414983321

202 Páginas

Fecha de entrega

11 dic 2024, 8:46 a.m. GMT-5

33,475 Palabras

Fecha de descarga

11 dic 2024, 8:51 a.m. GMT-5

161,057 Caracteres

Nombre de archivo

Gladis Lizbeth Olaya Hernández y Merly Torres Gavidia_Informe - MERLY TORRES GAVIDIA.pdf

Tamaño de archivo

19.7 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera

Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de diciembre del año 2024, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Marco Antonio Martínez Serrano

Secretario : Mg. Juan Alberto Contreras Moreto

Vocal : Mg. Willam Suarez Peña, para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN”** presentado por los tesistas **Gladis Lizbeth Olaya Hernández y Merly Torres Gavidia**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar

() Desaprobar

(**X**) Unanimidad

() Mayoría

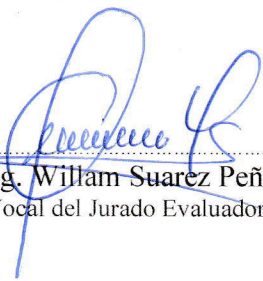
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dr. Marco Antonio Martínez Serrano
Presidente del Jurado Evaluador


Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
Secretario del Jurado Evaluador


Mg. Willam Suarez Peña
Vocal del Jurado Evaluador

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Olaya Hernández Gladis Lizbeth identificado con DNI N° 75769417 y Torres Gavidia Merly identificado con DNI N° 71122566 bachilleres de la Carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, autores de la Tesis:

“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN”

1. El mismo que presento para optar: ☐ Grado Académico de Bachiller ☒ Título Profesional
2. El Trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Trabajo de investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de investigación, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Trabajo de investigación.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

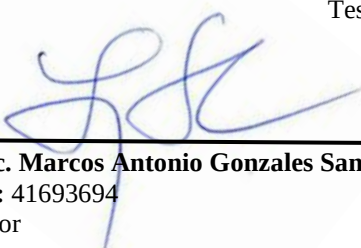
Jaén, 05 de diciembre del 2024



Olaya Hernández Gladis Lizbeth
DNI: 75769417
Tesisista



Torres Gavidia Merly
DNI: 71122566
Tesisista



M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
DNI: 41693694
Asesor

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	8
1.2. Justificación de la Investigación	10
1.3. Hipótesis.....	11
1.4. Objetivos	11
1.5. Antecedentes de la Investigación.....	12
II. MATERIAL Y MÉTODOS	19
2.1. Ubicación Geográfica	19
2.2. Materiales.....	19
2.3. Población, Muestra y Muestreo	20
2.4. Variables de Estudio.....	20
2.5. Tipo de Investigación.....	22
2.6. Fuentes de Información.....	22
2.7. Métodos.....	22
2.8. Técnicas	23
2.9. Instrumentos de Recolección de Datos	23
2.10. Procedimiento de Recolección de Datos.....	24
2.11. Matriz de Consistencia Metodológica.....	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1. Análisis Sísmico Dinámico Lineal Sin Disipadores	26
3.2. Análisis Sísmico Dinámico Lineal Con Disipadores	33

3.3. Análisis Sísmico Tiempo Historia Sin Disipadores	40
3.4. Análisis Sísmico Tiempo Historia Con Disipadores.....	47
IV. DISCUSIÓN.....	64
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. Conclusiones	75
5.2. Recomendaciones.....	78
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
DEDICATORIA.....	84
AGRADECIMIENTO	85
ANEXOS	86
Anexo A. Matriz de Consistencia.....	86
Anexo B. Panel Fotográfico	88
Anexo C. Eventos Sísmico Reportados Cerca de la Zona de Estudio 2021 – 2024.....	92
Anexo D. Ficha de Recolección de Datos	94
Anexo E. Análisis de Irregularidades Bloque I	105
Anexo F. Análisis Sísmico Norma E.030	111
Anexo G. Análisis Sísmico Con Disipadores Fluido Viscoso	141
ANEXO H. Análisis No Lineal Tiempo Historia Sin Disipadores.....	151
ANEXO I. Análisis No Lineal Tiempo Historia Con Disipadores	168
ANEXO J. Planos.....	189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables	21
Tabla 2 Tipo de Investigación	22
Tabla 3 Parámetros de Diseño Sismorresistente para el Bloque I de Ingeniería Civil.....	27
Tabla 4 Masas y Pesos del Bloque I.....	27
Tabla 5 Desplazamientos Máximos Absolutos	32
Tabla 6 Desplazamiento Relativo (Derivas) en dirección XX y YY	32
Tabla 7 Cortante Estática y Dinámica	32
Tabla 8 Cálculo de Disipadores para el Bloque I.....	33
Tabla 9 Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía.....	37
Tabla 10 Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía.....	38
Tabla 11 Casos de Carga Sísmica.....	42
Tabla 12 Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021	43
Tabla 13 Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024	43
Tabla 14 Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023	43
Tabla 15 Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021	46
Tabla 16 Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024.....	46
Tabla 17 Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023.....	47
Tabla 18 Elección de la Deriva Objetivo, según Norma HAZUS.....	48
Tabla 19 Cálculo de Disipadores No Lineales del Bloque I	48
Tabla 20 Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021	52
Tabla 21 Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024	52
Tabla 22 Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023	53
Tabla 23 Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021.....	55
Tabla 24 Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024	55
Tabla 25 Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023	56
Tabla 26 Balance Energético Sismo Cajamarca 2021	58
Tabla 27 Balance Energético Sismo Cajamarca 2021	60
Tabla 28 Balance Energético Sismo Cajamarca 2021	62
Tabla 29 Registros sísmicos reportados próximos a la provincia de Jaén, 2021 - 2024	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica del Objeto de Estudio	19
Figura 2 Diseño Descriptivo en Línea o Sucesión.....	25
Figura 3 Edificación de Análisis.....	26
Figura 4 Modelo en Planta, Bloques.....	26
Figura 5 Vista 3D del Bloque I de Ingeniería Civil	28
Figura 6 Desplazamientos Máximos Absolutos en X del Bloque I	29
Figura 7 Desplazamientos Máximos Absolutos en X del Bloque I	30
Figura 8 Desplazamientos Máximos Absolutos en Y del Bloque I	30
Figura 9 Derivas máximas en X del Bloque I.....	31
Figura 10 Derivas máximas en Y del Bloque I.....	31
Figura 11 Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección XX	34
Figura 12 Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección YY	35
Figura 13 Parámetros en el Modelado	36
Figura 14 Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía Eje XX.....	37
Figura 15 Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía Eje YY	38
Figura 16 Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía Eje XX.....	39
Figura 17 Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía Eje YY	39
Figura 18 Sismo Corregido en el SeismoSignal versión 4.3.0	40
Figura 19 Importación de los Sismos Corregidos a ETABS	40
Figura 20 Escalamiento al Espectro de Diseño $R=1$	41
Figura 21 Escalamiento al Espectro de Diseño $R=1$	41
Figura 22 Derivas Sin Disipadores de Energía en la Dirección XX.....	44
Figura 23 Derivas Sin Disipadores de Energía en la Dirección YY	45
Figura 24 Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección XX	48
Figura 25 Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección YY	50
Figura 26 Ingreso de los Parámetros en el Modelado.....	51
Figura 27 Derivas Con Disipadores de Energía en la Dirección XX	53
Figura 28 Derivas Con Disipadores de Energía en la Dirección YY.....	54
Figura 29 Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de Cajamarca 2021-1EW y 1NS.....	57
Figura 30 Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de Loreto 2024-2EW y 2NS	57

Figura 31 Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de San Martín 2023-3EW y 3NS.....	57
Figura 32 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Cajamarca 2021 EW.....	59
Figura 33 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Cajamarca 2021 NS.....	59
Figura 34 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Loreto 2024 EW	61
Figura 35 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Loreto 2024 NS	61
Figura 36 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo San Martín 2023 EW	63
Figura 37 Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo San Martín 2023 NS.....	63
Figura 38 Comparativa Cortante Basal en la Dirección XX con y sin Disipadores	64
Figura 39 Comparativa Cortante Basal en la Dirección YY con y sin Disipadores	65
Figura 40 Comparativa Cortante en la Dirección XX para cada Registro Sísmico.....	66
Figura 41 Comparativa Cortante en la Dirección YY para cada Registro Sísmico	66
Figura 42 Derivas en la Dirección XX para cada Registro Sísmico.....	67
Figura 43 Derivas en la Dirección YY para cada Registro Sísmico	67
Figura 44 Desplazamientos en la Dirección XX para cada Registro Sísmico.....	68
Figura 45 Desplazamientos en la Dirección YY para cada Registro Sísmico	68
Figura 46 Derivas en la Dirección XX para cada Registro Sísmico.....	69
Figura 47 Derivas en la Dirección YY para cada Registro Sísmico	70
Figura 48 Rotación Máxima de Columnas en dirección XX para cada Registro Sísmico	71
Figura 49 Rotación Máxima de Columnas en dirección YY para cada Registro Sísmico	71
Figura 50 Rotación Máxima de Muros en dirección XX para cada Registro Sísmico.....	72
Figura 51 Rotación Máxima de Muros en dirección YY para cada Registro Sísmico	72
Figura 52 Rotación Máxima de Vigas en dirección XX para cada Registro Sísmico	73
Figura 53 Rotación Máxima de Vigas en dirección YY para cada Registro Sísmico.....	73
Figura 54 Verificación de las dimensiones de las columnas con respecto a los planos.....	89
Figura 55 Verificación de las dimensiones de las placas con respecto a los planos.	89
Figura 56 Módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.....	90
Figura 57 Bloque de estudio del módulo de Ingeniería Civil	90
Figura 58 Evidencia 1 de avance del informe por parte del personal investigador.....	91
Figura 59 Evidencia 2 de avance del informe por parte del personal investigador	91

RESUMEN

El módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén (UNJ), al ser una estructura esencial debe estar diseñada para soportar un evento sísmico máximo, por ello, el informe tuvo como objetivo determinar de qué manera los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ. Se empleó una metodología basada en el diseño de la estructura con y sin disipadores, para el posterior análisis dinámico lineal y no lineal Tiempo-historia. Se obtuvo como resultados la distribución de 16 disipadores fluido viscoso en disposición diagonal, obteniendo que las derivas máximas se redujeron de 0.0052, 0.0046 y 0.0053 a 0.0037, 0.0034 y 0.0032 en los tres registros para la dirección XX; y en la dirección YY se redujeron de 0.0064, 0.0059 y 0.0058 a 0.0029, 0.0035 y 0.0034 en los mismos registros. Concluyendo que la incorporación de disipadores es altamente efectiva para reducir derivas, disminuyéndolas en un máximo de 39.62% y 64.69% en la dirección X e Y respectivamente, siendo la deriva máxima de la Norma E.030(2018) igual a 0.007 y la deriva límite de 0.0056 de la Norma Internacional HAZUS. Además, se logró disipar la energía generada en un 48.79% y 68.17% para cada eje, mejorando la capacidad del edificio para soportar eventos sísmicos sin comprometer su integridad estructural.

Palabras claves: Desempeño Sísmico, disipadores de energía, modal espectral, Tiempo-historia.

ABSTRACT

The Civil Engineering module of the National University of Jaen (UNJ), being an essential structure, must be designed to withstand a maximum seismic event, therefore, the report aimed to determine how viscous fluid energy dissipaters improve the seismic performance of the Civil Engineering module of the UNJ. A methodology based on the design of the structure with and without dissipaters was used for the subsequent linear and nonlinear dynamic Time-History analysis. The results obtained were the distribution of 16 viscous fluid dissipaters in diagonal arrangement, obtaining that the maximum drifts were reduced from 0.0052, 0.0046 and 0.0053 to 0.0037, 0.0034 and 0.0032 in the three records for the XX direction; and in the YY direction they were reduced from 0.0064, 0.0059 and 0.0058 to 0.0029, 0.0035 and 0.0034 in the same records. Concluding that the incorporation of dissipaters is highly effective in reducing drifts, reducing them by a maximum of 39.62% and 64.69% in the X and Y direction respectively, being the maximum drift of the E.030(2018) Standard equal to 0.007 and the limit drift of 0.0056 of the HAZUS International Standard. In addition, the energy generated was dissipated by 48.79% and 68.17% for each axis, improving the building's capacity to withstand seismic events without compromising its structural integrity.

Keywords: Seismic performance, energy dissipaters, spectral modal, time-history.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

A nivel internacional, muchos países tal como Ecuador, diseñan edificaciones que carecen de una planificación y construcción adecuada, reflejando que dichas estructuras no se ajustan a las exigencias mínimas de las normativas sismorresistentes, aumentando el nivel de vulnerabilidad de la estructura (Malavé Laínez, 2022). La vulnerabilidad sísmica es un problema que presentan la mayoría de los países del mundo, debido a las pérdidas de vidas humanas y económicas que se generan, tal es el caso de los sismos ocurridos en California, Estados Unidos; Kobe, Japón; Ciudad de México, México; en los años 1994, 1995 y 1985, respectivamente (Gaxiola-Camacho, 2022). En respuesta a los grandes terremotos registrados en los lugares antes mencionados, diversas naciones desarrollaron estándares de diseño sismorresistente, centrándose en gran medida en los edificios cuya falla representan un riesgo para la seguridad pública. Dichas políticas de modernización actualmente tienen un impacto significativo en el desempeño de las estructuras, siendo los daños por terremotos menores a los esperados (Zhang et al., 2022).

A nivel nacional, el Perú se encuentra ubicado en una zona de subducción, en el Cinturón de Fuego del Pacífico, región con alto riesgo sísmico, que ha presentado a lo largo de la historia terremotos y tsunamis de gran magnitud (Villegas Lanza, 2020). En el Perú, la mayoría de edificaciones son vulnerables ante sismos de diferentes magnitudes, esto se evidencia en los sismos ocurridos en Arequipa del 2001, Pisco 2007 y Loreto 2019 que ocasionaron importantes vibraciones del suelo y como consecuencia trajeron un considerables número de víctimas mortales y daños materiales (Wong Rafael & Wong Rafael, 2021). Por lo tanto, es necesario que, según la importancia, magnitud y alcance de las edificaciones, estas deban presentar en su concepción y diseño un desempeño sísmico que asegure su completa

funcionalidad antes, durante y después de un movimiento telúrico de gran magnitud, salvaguardando la vida de las personas que habitan en ellas (Oviedo Gutiérrez, 2022).

En este sentido, al estar el distrito de Jaén ubicado en la zona sísmica 2 según Norma E.030 – 2018 Diseño Sismorresistente, y teniendo en cuenta que las estructuras esenciales soportan gran carga viva; por lo tanto, al ser el módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, una de estas estructuras y estar conformada por un sistema dual según expediente técnico, en el marco de sus funciones y utilidad la edificación debe estar diseñada para soportar un evento sísmico máximo con periodo de retorno (T_r = de 2500 años). No obstante, el proyecto fue diseñado en base a la Norma Técnica Peruana E.030 – 2016 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), donde se optó por no considerar algún sistema moderno de protección sísmica a dicha estructura, sin prever que en caso de sismos de gran magnitud la edificación será más vulnerable a sufrir daños estructurales, por ende, tendrá una elevada inversión en mantenimiento. Para evitar daños, existen sistemas modernos de protección sísmica, siendo uno de ellos el sistema de disipación de energía Fluido Viscoso. Al incorporar estos disipadores la respuesta telúrica y estructural de una edificación mejoran, logrando un comportamiento eficiente y notable (Pérez & Barboza, 2022).

Por lo expuesto, es conveniente analizar el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, insertando disipadores de energía Fluido Viscoso, considerando las Normas correspondientes para su análisis.

Interrogante: ¿De qué manera los disipadores de energía fluido viscoso influyen en el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén?

1.2. Justificación de la Investigación

1.2.1. Teórica

La presente investigación se realizó con la finalidad de verificar el desempeño sísmico del pabellón de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén, considerando que se trata de una estructura diseñada y construida con la NTP E.030 – 2016 que no cumple con las exigencias para el diseño sismorresistente de la NTP E.030 – 2018, dado que al observar los planos del expediente técnico se ha evidenciado que la estructura no respetó los parámetros especificados en la Norma antes mencionada, considerando valores que varían considerablemente los resultados de los parámetros sísmicos, por ello, se realizó la evaluación del desempeño sísmico estructural de la edificación con y sin disipadores de energía fluido viscoso.

1.2.2. Metodológica

Según Cabrera Medina (2022) “la investigación de los resultados obtenidos permite demostrar si el uso de disipadores es o no una solución técnica y socialmente viable, a partir del modelamiento estructural de la edificación”. Los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico de una estructura al disipar la energía a través del flujo forzado de un fluido, en esta investigación se trabajó específicamente con los disipadores fluido viscoso, ya que se encuentran dentro del mercado peruano. Ante ello, la investigación realizada permitió verificar mediante métodos y fórmulas la confiabilidad de los resultados, comprobando si el uso de disipadores influye favorablemente en el desempeño sísmico de estructuras esenciales, para que la información pueda ser usada por otros investigadores.

1.2.3. Económica

La inversión para la implementación de disipadores de energía tipo fluido viscoso no van a tener un amplio costo adicional, puesto que, después de un terremoto la estructura estará exenta de necesitar mantenimiento o reemplazo. Por esta razón, es necesario utilizar un sistema de protección estructural sencillo y económico para reducir la vulnerabilidad sísmica de los edificios, principalmente las edificaciones esenciales.

1.2.4. Social

La investigación busca salvaguardar la vida de las personas, proteger las estructuras esenciales y aumentar la vida útil de la misma, por ello, se propuso reducir el nivel de vulnerabilidad que presenta la edificación en estudio, simulando el comportamiento sísmico con disipadores de energía fluido viscoso. De esta manera garantiza la continuidad y funcionamiento de la estructura antes, durante y después de un sismo.

1.3. Hipótesis

Los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar de qué manera los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Obtener la cortante basal, derivas, desplazamientos; mediante el análisis dinámico lineal y no lineal tiempo-historia.

- Verificar si el módulo de Ingeniería Civil con y sin disipadores cumple con los lineamientos establecidos en las normas nacionales e internacionales.
- Comparar las rotaciones obtenidas con y sin disipadores de energía tipo fluido viscoso.
- Evaluar como influyen los disipadores de energía fluido viscoso en el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil.

1.5. Antecedentes de la Investigación

1.5.1. Internacionales

Según lo afirmado por Tudor & Bratu (2024), en su artículo de conferencia denominado “The Assessment of the Seismic Answer with Viscous Fluid Dissipators Included in the Construction and Functionally” llevado a cabo en la ciudad de Cham - Suiza, en el que tuvo objetivo analizar la capacidad de resistencia que tienen los disipadores fluido viscoso contra los efectos sísmicos, al aumentarle la fracción de amortiguamiento crítico. La metodología que aplicaron se basó en evaluar la respuesta sísmica de las estructuras al insertarles disipadores fluido viscoso, teniendo en cuenta la vulnerabilidad sísmica y las características de ubicación de las estructuras. Dicha metodología les permitió obtener como resultados que los disipadores aumentan el nivel de seguridad tanto de las edificaciones nuevas como de las existentes, además, de que la disipación de energía provocada por sismos a las estructuras se puede calcular mediante varios métodos. Ante ello, los autores concluyeron que insertar disipadores es una buena alternativa de solución para reducir los daños estructurales y absorber la energía generada por los terremotos.

De acuerdo a Moreno et al. (2023), en su investigación “Comparación entre un diseño estructural colombiano tradicional y el uso de disipadores de energía de tipo viscoso” tuvo como objetivo comparar las prestaciones de dos modelos de un mismo edificio, siendo el primer modelo un diseño estructural tradicional colombiano y el segundo modelo la misma estructura pero con disipadores de energía tipo viscoso. Para ello el autor usó una metodología basada en un análisis dinámico no lineal (tiempo-historia) utilizando sismos representativos, empleando además para el diseño y análisis de las estructuras aporticadas del edificio para uso residencial las versiones académicas del software Etabs V18.1 y Safe V16.0.2. Esta investigación evidenció como resultados una reducción del 28.61% en los desplazamientos de la dirección X y de un 27.11% en la dirección Y , además los dispositivos de amortiguación toman el 64.63% de la energía de entrada en comparación con la amortiguación total de la estructura equivalente a 34.84%. Obteniendo como conclusión que la edificación con disipadores de energía de tipo viscoso tiene un mejor comportamiento estructural, ya que se producen menos desplazamientos y tensiones, provocando así una reducción de secciones y materiales.

En este sentido, Ortega Toala (2022), a través de su estudio “Comparación del Punto de Desempeño de un Edificio Convencional Versus un Edificio con Sistema de Disipación de Energía Tipo Added Damping and Stiffness (ADAS), mediante un Análisis Estático No Lineal” realizado en la ciudad de Manabí – Ecuador, planteó como objetivo realizar una comparación entre una edificación convencional frente a una que cuenta con implementación de disipadores tipo ADAS, empleando un análisis no lineal estático, con el propósito de obtener el punto de desempeño y determinar cuál de los dos es más adecuado para su construcción. La metodología permitió comprobar los resultados obtenidos a través del análisis no lineal y el análisis del espectro, de los cuales se obtuvo como resultados la curva de capacidad donde se encuentra el punto de

desempeño, que en base al sismo de diseño el edificio con disipador muestra una reducción de desplazamiento de 1.473 cm con respecto al edificio convencional, a su vez para el sismo máximo el desplazamiento tuvo una reducción de 1.446 cm. El autor concluyó que la implementación de disipadores de energía tipo ADAS en el edificio ayuda a disminuir el desplazamiento y la deformación que tendrá la estructura al ser sometida a cargas horizontales obtenidas de evaluación de sismos de diseño, de servicio y sismo máximo permitiendo que la estructura se encuentre dentro del rango operacional establecido por la norma.

En este orden de ideas, el investigador Guillen (2021), a través de su estudio “Análisis del Desempeño Estructural de la Tipología Edificios Públicos con el Uso de Amortiguadores Viscoelásticos” ejecutado en la ciudad de Ambato – Ecuador, planteó el objetivo de evaluar el desempeño estructural de los edificios públicos al incorporar amortiguadores viscoelásticos. Para ello, el autor utilizó una metodología basada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además empleó un análisis no lineal estático y dinámico a edificios mayores a ocho niveles en la Sierra Central del Ecuador. Esta investigación obtuvo como resultados que para llegar al punto de desempeño se tuvo un decrecimiento mínimo en el corte, alcanzando un cambio máximo de 5.97%, sin embargo, se observó también la mayor influencia que tuvieron los amortiguadores en los desplazamientos de la estructura, disminuyendo considerablemente en un 23.62%. obteniendo como conclusión que, al incluir los amortiguadores en los edificios, los niveles de desempeño mejoraron significativamente.

Según lo expresado por Kookalani & Shen (2020), a través de su estudio “Effect of Fluid Viscous Damper Parameters on the Seismic Performance” llevado a cabo en la ciudad de Shanghai – China, plantearon como objetivo comparar el impacto de varios

parámetros del amortiguador fluido viscoso en las estructuras bajo influencia de un terremoto, con el fin de mejorar el desempeño sísmico de estas. La metodología se basó en la simulación y método de análisis de tiempo-historia de una estructura de marco de acero de siete pisos con diferentes parámetros de amortiguadores fluido viscoso no lineal puede reducir significativamente la respuesta sísmica mediante la selección de parámetros de amortiguación asequibles, tales como la rigidez, el coeficiente de amortiguación y el exponente de velocidad. Concluyó que para el análisis tiempo-historia, la respuesta de la estructura, como la deriva y el desplazamiento del piso, se redujo más al cambiar los parámetros del amortiguador en comparación con la fuerza de corte.

1.5.2. Nacionales

En este orden de ideas, Del Carpio Gavidia & Tanta Gomez (2023), en su investigación “Evaluación del Desempeño Sísmico de los planos Modificados del Hospital Luis Negreiros Vega – Callao, aplicando disipadores de Fluido Viscoso en Disposición Diagonal y Chevron”, plantearon como objetivo evaluar la correlación de los disipadores fluido viscoso tanto en configuración chevron como en diagonal. La metodología que empleó se basó en evaluar los parámetros más significativos e implementar los disipadores usando como criterio los desplazamientos máximos. El análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el software ETABS 18 les permitió verificar la reducción de derivas y amortiguamiento similares en ambas configuraciones, además, la irregularidad torsional en disposición chevron se redujo aproximadamente un 0.2594 con un coeficiente de disipación equivalente a 330 T.s/m, y en disposición diagonal se redujo un aproximado de 0.2267 con un coeficiente de disipación equivalente a 230 T.s/m. De los resultados, concluyeron que insertar disipadores en pórticos en disposición chevron es más eficaz que insertarlos en

diagonal, esto en términos de distorsiones en la estructura; por otro lado, los amortiguadores tipo fluido viscoso disminuyen notablemente las irregularidades torsionales si son colocados en los nodos que presentan mayor desplazamiento en la edificación.

De acuerdo a Campos-Vasquez et al.,(2022), en su investigación denominada “Influence of dissipating elements on the effect of earthquakes on buildings, Trujillo 2021” tuvo como objetivo reconocer los componentes que pueden amortiguar el impacto del sismo en estructuras, con el propósito de reforzarlas frente a riesgos y prevenir posibles tragedias principalmente en viviendas vulnerables. La metodología estuvo basada en la revisión sistemática para la cual se observaron 23 artículos de diferentes fuentes. La investigación obtuvo como resultados que las estructuras con protección sísmica representan un plan seguro, preventivo y beneficiario, asimismo, empleando el software ETABS, se puede calcular la incidencia del módulo de elasticidad en los datos de las derivas de las estructuras de concreto armado. Finalmente, los autores concluyeron que los disipadores de energía tipo fluido viscoso son los más utilizados en la construcción, diseño y reforzamiento de edificaciones resistentes a los sismos, estos amortiguadores se ubican en puntos clave para reducir al mínimo los efectos de los movimientos sísmicos.

En este orden de ideas, Pérez & Barboza (2022), autores del proyecto investigativo “Uso de Disipadores de Fluido Viscoso como Medida de Reforzamiento Estructural” ejecutado en la ciudad de Chiclayo, tuvieron como objetivo estimar si los disipadores de fluido viscoso son aptos para su uso como medida de reforzamiento estructural, ante ello en la investigación utilizaron métodos de análisis estático y análisis tiempo-historia. Dichos métodos les permitieron obtener como resultados que la energía

disipada fue de un 85% debido a que se presentó un amortiguamiento viscoso mayor del 15%, también se obtuvo reducción entre 50% - 80% de los desplazamientos laterales y esfuerzos internos en las columnas y muros de corte. Los autores concluyeron que se requerirá menos proporción de acero en los elementos estructurales, facilitando su incorporación a diferencia de los empleados tradicionalmente, confirmando que los disipadores fluido viscoso son adecuados para uso como medida de reforzamiento.

Así mismo, Perez Julca (2022), a través de su investigación “Diseño por Desempeño Sísmico de un Edificio Aporticado de siete Niveles con y sin Disipadores de Fluido Viscoso en la Ciudad de Nueva Cajamarca - 2020”, planteó como objetivo evaluar el desempeño sísmico de un edificio aporticado en un grado no lineal, insertándole disipadores tipo fluido viscoso. Para ello, usó una metodología basada en los parámetros de los reglamentos Nacionales e Internacionales, y los procedimientos del análisis por espectro de capacidad apoyado del software ETABS para el modelamiento. Obtuvo como resultado que, incorporando los disipadores de fluido viscoso a la estructura, la deriva máxima en el eje “Y” se reduce en 49.38%. concluyendo que es necesaria la incorporación de disipadores de fluido viscoso para que la estructura en estudio pueda alcanzar un nivel de funcionalidad.

Según lo afirmado por Principe Quiñones (2020), en su trabajo de estudio “Influencia de los Disipadores de Fluido Viscoso en el Comportamiento Sísmico de una Edificación Aporticada, Trujillo 2020”, tuvo como objetivo analizar el impacto que tienen los amortiguadores tipo fluido viscoso en una estructura convencional de 8 niveles. Con ese fin, el investigador empleó un diseño experimental con muestreo no probabilístico. Esta investigación evidenció como resultados la reducción de 40% a 65% de los esfuerzos dinámicos y entre 30% a 70% de energía disipada. Obteniendo

como conclusión que, los sistemas estructurales que inserten disipadores de energía fluido viscoso presentan un mejor comportamiento estructural en comparación con el modelo convencional del sistema tradicional.

1.5.3. Regionales y Locales

Con respecto a los antecedentes a nivel regional y local, como tesis se realizó la búsqueda e indagación, habiendo encontrado información de carácter de antigüedad mayor a 5 años, las cuales no son relevantes para la investigación, no obstante, se ha considerado como único antecedente una referencia actualizada.

Al respecto Cabrera Medina (2022), en su investigación “Evaluación del Comportamiento Estructural con Disipadores de Energía de Fluido Viscoso del Edificio de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota”, tuvo como fin determinar el desempeño estructural de un módulo de enfermería insertando disipadores de energía tipo fluido viscoso, según normas nacionales como la E.030 e internacionales como ATC-40, SEAOC, FEMA 356. Para ello, empleó una metodología enfocada en análisis estático no lineal (PUSHOVER) para calcular la curva de capacidad, espectro de capacidad y demanda, punto de desempeño, rótulas plásticas, amortiguamiento y energía disipada y el análisis tiempo-historia para calcular los desplazamientos y derivas inelásticas; teniendo como resultado que el módulo 1 logró reducir los desplazamientos absolutos en la dirección X e Y en un 80% y 51% respectivamente, así mismo, para el módulo 2, se logró disminuir los desplazamientos en X e Y en 78% y 79%. Obteniendo como conclusión que, al emplear disipadores sísmicos en el módulo de enfermería, se aumenta el desempeño sísmico, se reducen derivas, desplazamientos y se mejora la rigidez estructural.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento Cajamarca, donde el objeto de estudio es el bloque I y V del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Figura 1

Ubicación Geográfica del Objeto de Estudio



Nota. Obtenido de Google Earth.

2.2. Materiales

Para realizar esta investigación se utilizaron las siguientes normas:

- Norma Técnica Peruana E.020 – 2018 Cargas del RNE
- Norma Técnica Peruana E.030 – 2018 Diseño Sismorresistente del RNE
- Norma Técnica Peruana E.060 – 2009 Concreto Armado del RNE
- ASCE 41 – 17 Seismic Evaluation and Retrofit of Existing
- ASCE 7 – 16 Minimum Design Load and Associated Criteria for Building and Other Structures.
- HAZUS Hazards United States
- FEMA 274 Nchp Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings

Se emplearon los siguientes programas:

- ETABS V21.2.0
- Excel versión 16.0
- SeismoSignal y SeismoMatch

2.3. Población, Muestra y Muestreo

2.3.1. Población

La población de estudio fueron todos los módulos de la Universidad Nacional de Jaén.

2.3.2. Muestra

La muestra de la investigación fue el bloque I y V del módulo de la Escuela de Ingeniería Civil.

2.3.3. Muestreo

El muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia, el cual es definido por Otzen & Manterola (2017) como aquel muestreo que “posibilite elegir casos característicos de una población restringiendo la muestra solo a estos”. En tal sentido, se escogió el módulo de ingeniería civil, debido a que tiene características que lo diferencian de los otros edificios, tal como el número de niveles, teniendo un total de 4 pisos, lo que ocasiona modificaciones en las dimensiones de sus elementos estructurales; siendo estos aspectos convenientes y favorables para cumplir con los objetivos de investigación.

2.4. Variables de Estudio

2.4.1. Variable Dependiente

Desempeño Sísmico

2.4.2. Variable Independiente

Disipadores de Energía Fluido Viscoso

Tabla 1*Operacionalización de Variables*

Variables		Dimensiones	Indicadores	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumentos de Recolección de Datos
Tipo	Descripción				
Independiente	Disipadores de Energía Fluido Viscoso	Disipador Fluido viscoso Tipo Diagonal	Características de fábrica	Observación	Ficha de Recolección de Datos
		Funcionalidad Estructural	Trabajo de la estructura		
		Coeficiente de Amortiguamiento	Amortiguamiento (c)		
Dependiente	Desempeño Sísmico	Objetivo de Desempeño	Buen nivel de desempeño	Software ETABS	Plantillas de Excel
		Deriva Objetiva	Derivas $E.030 < 0.007$; $E.030 < 0.00875$; $HAZUS < 0.0056$		
		Curva Histerética	Degradación de la Rigidez		
		Respuesta en el Tiempo	Energía disipada entre 20 - 40 (%)		

Nota. Elaboración propia.

2.5. Tipo de Investigación

Se empleó una investigación no experimental, de diseño cuantitativa, con alcance aplicativa – evaluativa. No experimental debido a que los datos se tomaron de la realidad, para después analizarlos; cuantitativa puesto que los datos se recopilaron y analizaron por medio de un modelado matemático; aplicativa – evaluativa, en función a que se buscó dar solución a un problema a través de conocimiento e información previa, midiendo la eficiencia de los resultados en cuanto a los objetivos planteados.

Tabla 2

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de Investigación
Finalidad	Aplicativa – Evaluativa
Enfoque	Cuantitativo
Objetivos	Descriptiva
Fuente	Mixta
Diseño	No experimental

Nota. Elaboración propia.

2.6. Fuentes de Información

En la investigación, para la recolección de datos, formulación del problema, antecedentes y ejecución, se emplearon como fuentes: artículos, libros, fichas técnicas, investigaciones relacionadas al tema, normas vigentes nacionales e internacionales, expediente técnico de la estructura en estudio.

2.7. Métodos

La metodología se subdividió en método general y específico; utilizando el método aplicativo – evaluativo y el método cuantitativo, respectivamente. Debido a que la variable independiente se evaluó de acuerdo a sus características, lo cual permitió determinar la influencia generada en la variable dependiente.

2.8. Técnicas

En la investigación se utilizaron las técnicas de:

- **Observación Documental:** Proceso que se basó en la recolección de información del expediente técnico, para identificar el tipo de sistema y elementos estructurales que conforman el Bloque I y V del módulo de Ingeniería Civil, además, se revisó bibliografía alineada al tema de estudio.
- **Modelamiento Estructural:** Consistió en el modelamiento tridimensional del Bloque I para evaluar el desempeño sísmico, usando el software Etabs V21.2.0.
- **Análisis Sísmico:** Se empleó el análisis dinámico espectro de diseño y tiempo-historia, con el fin de obtener la cortante basal, derivas, curva histerética y respuesta en el tiempo de la edificación con y sin disipadores.

2.9. Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Normativas nacionales (E.030, E.020, E.060) e internacionales (ASCE 7-16, ASCE 41-17, FEMA 274, ATC 40, HAZUS) vigentes.
- Formato de ficha de recolección de datos, para los elementos estructurales, y obtención de resultados del análisis sísmico y disipadores.
- Software Etabs V21.2.0, para modelamiento y obtención de resultados de los análisis sísmicos del Bloque I de Ingeniería Civil; y el programa Excel V.21 para dar respuesta a los objetivos planteados a través del procesamiento de resultados.

2.10. Procedimiento de Recolección de Datos

2.10.1. Obtención de Información

Para el modelamiento estructural del Bloque I del módulo de Ingeniería Civil, se muestra el procedimiento detallado con y sin disipadores en el apartado de anexos. Cabe precisar que para la obtención e interpretación de información solamente se tuvo en cuenta el Bloque I, ya que al ser igual al bloque V, se obtienen los mismos resultados para ambos bloques.

2.10.2. Procesamiento de la Información

Para la obtención de resultados a partir del modelamiento estructural se emplearon softwares en versión estudiante, siendo los siguientes:

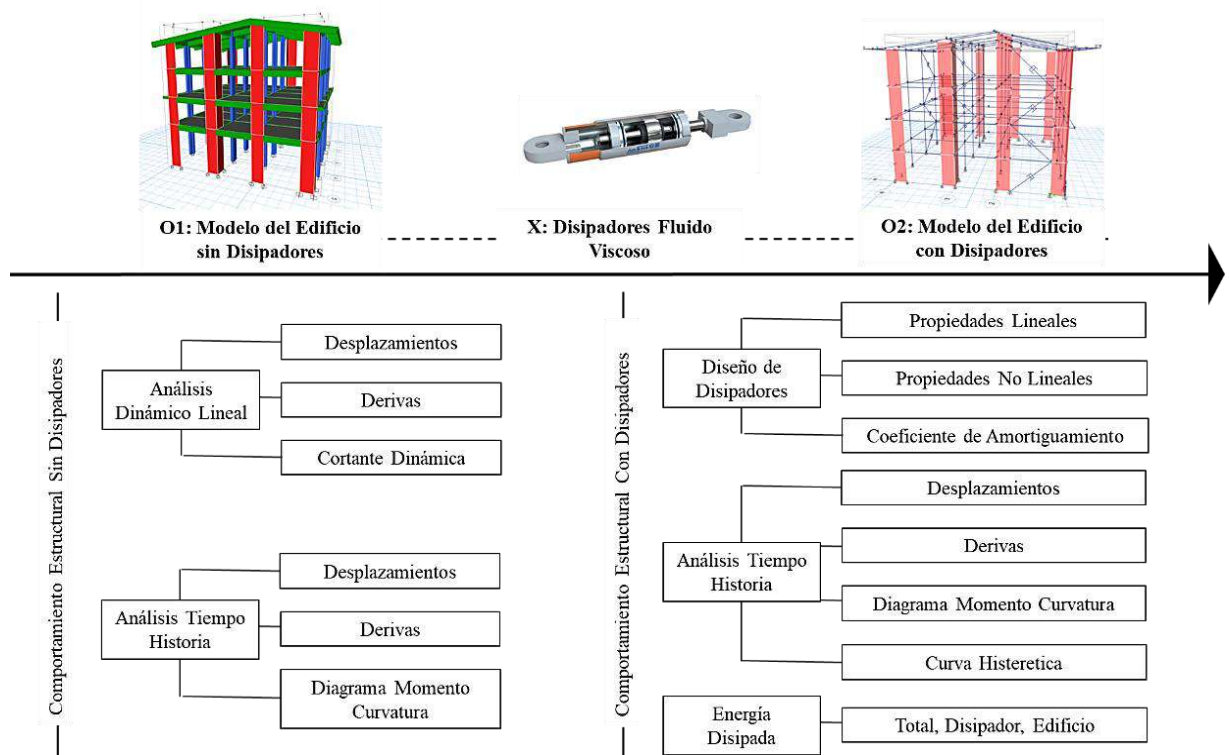
- Google Earth Pro, para la realización de la ubicación geográfica del objeto de estudio.
- AutoCAD 2023, para conseguir información de los planos, principalmente las dimensiones, características y cantidad de materiales de los elementos estructurales de la edificación; además para editarlos y laminarlos para la presentación.
- ETABS versión 21, para realizar el modelado estructural y el análisis dinámico lineal y no lineal tiempo historia.
- Microsoft Excel 2021, para el procesamiento de los resultados y tabulación de datos obtenidos.
- SeismoSignal 2021, para el tratamiento de señales, el filtrado de registros, la realización de espectro compatibles a nivel de intensidad de diseño, de los tres registros por dirección.
- Python versión 3.13: para la obtención de imágenes más nítidas de los resultados y también realizar la comparación de estos.

2.10.3. Análisis de la Información

Para el análisis se han empleado las normas nacionales (E.030), e internacionales (ASCE 7-16, ASCE 41-17) vigentes, con el fin de comprobar que el Bloque I con disipadores de energía se encuentre dentro de los parámetros establecidos en la normativa.

Figura 2

Diseño Descriptivo en Línea o Sucesión



Nota. Elaboración propia.

2.11. Matriz de Consistencia Metodológica

Anexo A.

Tabla 3*Parámetros de Diseño Sismorresistente para el Bloque I de Ingeniería Civil*

Parámetro	Símbolo	Valor		Observación
		X	Y	
Zona	Z	0.25	0.25	Jaén
Uso	U	1.5	1.5	A2
Suelo	S	1.2	1.2	S2
Coeficiente de Reducción Inicial	Ro	7	7	Sistema Dual
Irregularidad	Altura	Ia	1	Sin irregularidad
	Planta	Ip	1	Sin irregularidad
Coeficiente de Reducción Final	R	6	6	Muros Estructurales
Gravedad	g	9.81	9.81	m/s ²
Periodo de la zona del espectro	TL	2	2	Segundos
Periodo del Espectro	TP	0.6	0.6	Segundos
Periodo Fundamental	T	0.319	0.112	Segundos
Coeficiente para evaluar el periodo	CT	60	60	
Elevación	Hn	16.63	16.63	Desde el nivel 0+000

Nota. Elaboración propia

Análisis de datos. En la Tabla 03 se evidencia que según expediente técnico la estructura presenta un sistema dual con R igual a 7, sin embargo, en el análisis se obtuvo que es un sistema de muros estructurales en el que R equivale a 6, siendo este valor considerado para posteriores análisis; además, se observa que al ser una edificación esencial A2 no presenta irregularidades.

Tabla 4*Masas y Pesos del Bloque I*

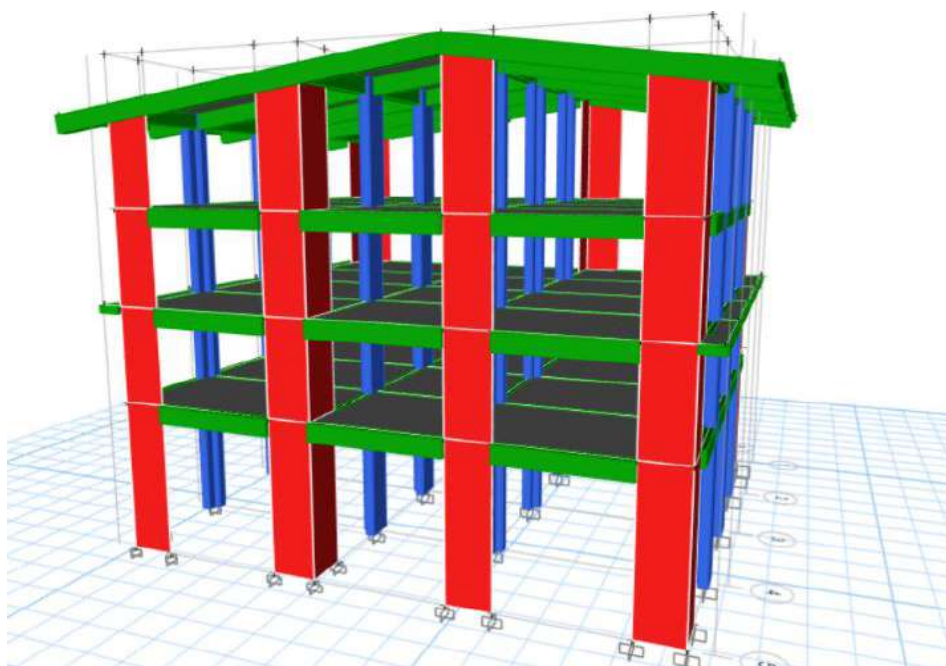
Story	UX	UY	UZ
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m
Fin de Techo	6.85	6.85	0.00
Inicio de Techo	2.31	2.31	0.00
Nivel 4	7.98	7.98	0.00
Nivel 3	40.05	40.05	0.00
Nivel 2	42.66	42.66	0.00
Nivel 1	40.97	40.97	0.00
Base	0.21	0.21	0.00
PESO TOTAL (ton)	1406.75	1406.75	0.00

Nota. Elaboración propia

Análisis de datos. De la Tabla 04 se concluye que los pesos de los niveles son similares entre sí, y la masa generada por el techo a dos aguas es significativo con un total de 17.14 tonf-s²/m, de esto se obtiene que el peso total que ejerce el bloque I es de 1406.75 toneladas.

Figura 5

Vista 3D del Bloque I de Ingeniería Civil



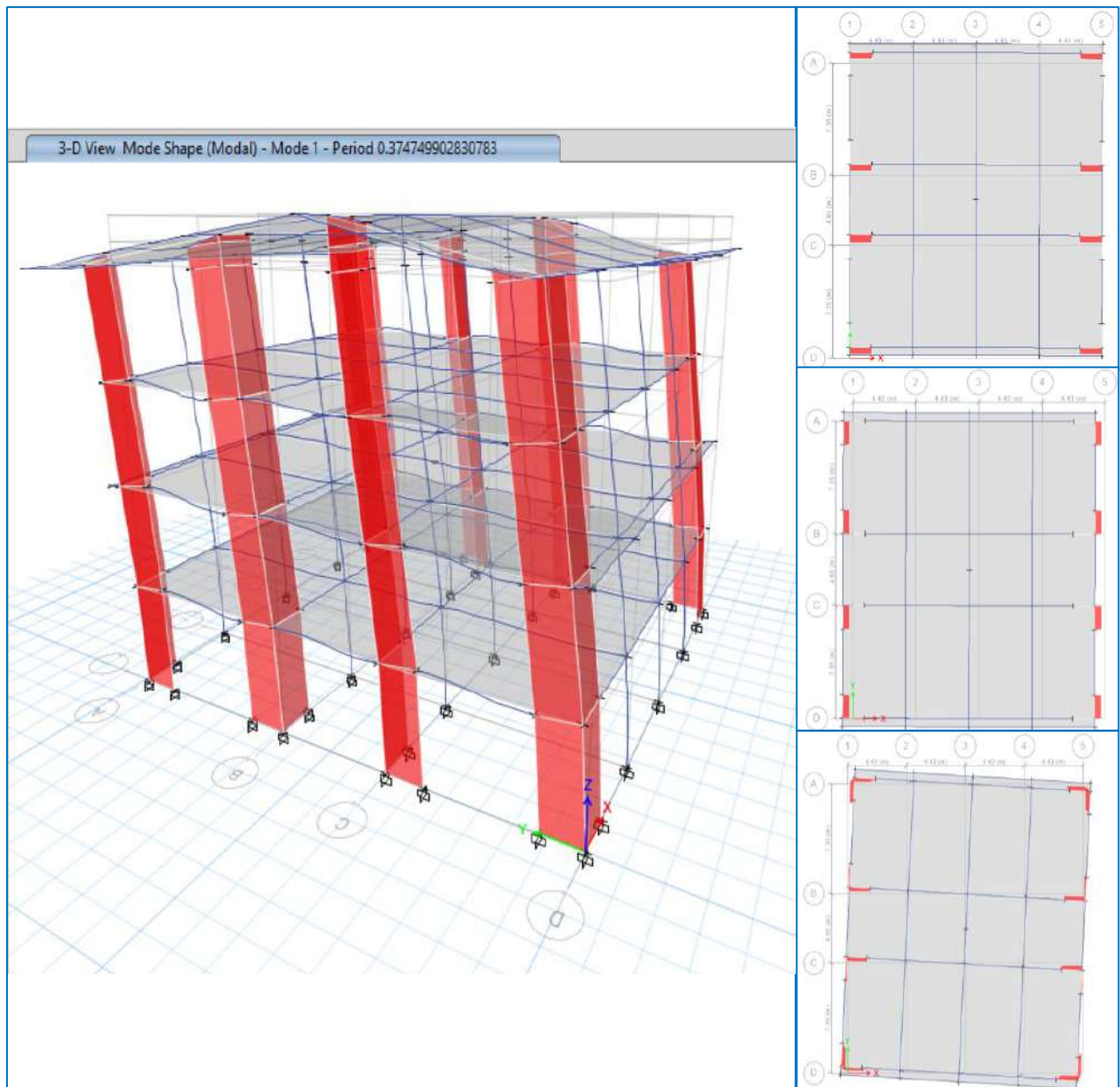
Nota. Tomado del Software Etabs.

En el Bloque I, se obtuvo que el primer modo de vibración muestra un periodo de 0.375 segundos, siendo este de traslación pura; el segundo modo muestra un periodo de 0.348 segundos, presentando una traslación pura; por último, el tercer modo de vibración muestra un periodo de 0.3 segundos, en el que se presenta rotación. Además, se realizó la verificación de irregularidades del sistema, en la que se comprobó que el Bloque 1 no tiene irregularidad tanto en planta como en elevación.

Se comprobó también que la fuerza cortante dinámica no cumple con lo mínimos establecido en la Norma E.030, ya que es menor al 80% de la fuerza cortante estática, siendo la cortante en el eje X de 239.145 tonf equivalente al 73.14% y en el eje Y de 239.736 tonf equivalente a 73.57%, los cuales fueron afectados por un factor de amplificación; de igual manera, se obtuvo que las derivas fueron menores a 0.007, cumpliendo los parámetros de diseño para una estructura de concreto armado.

Figura 6

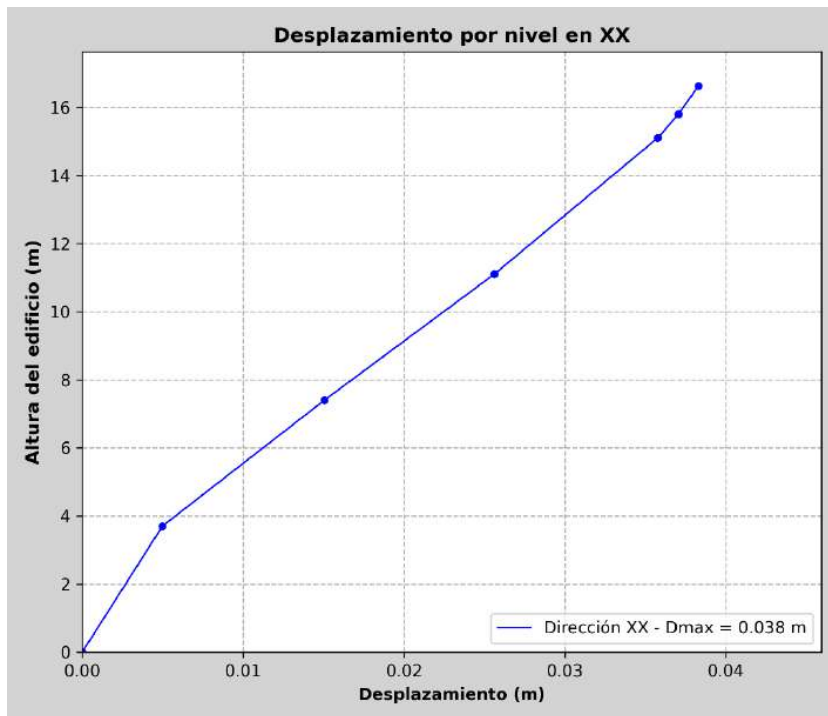
Desplazamientos Máximos Absolutos en X del Bloque I



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 7

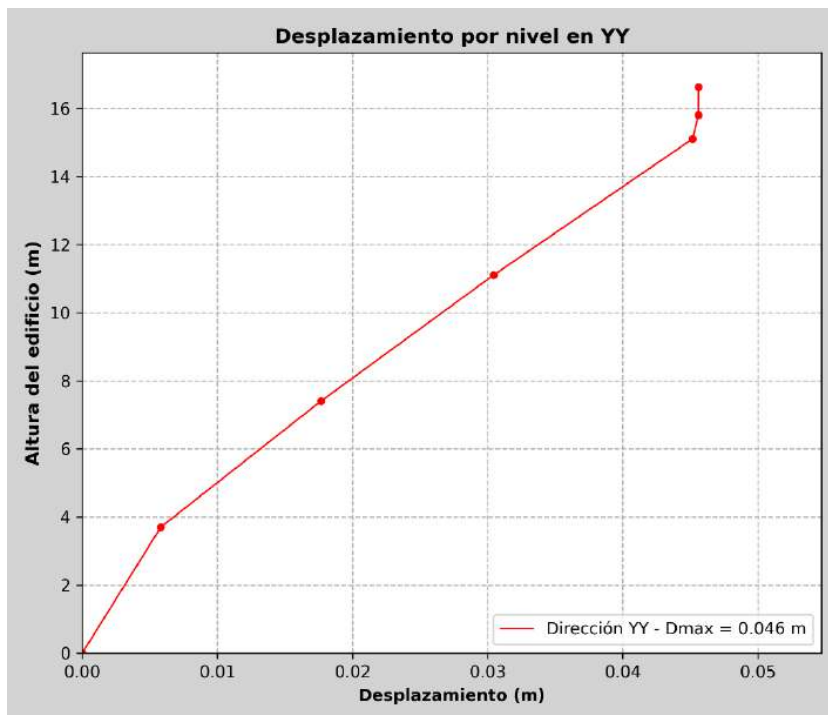
Desplazamientos Máximos Absolutos en X del Bloque I



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 8

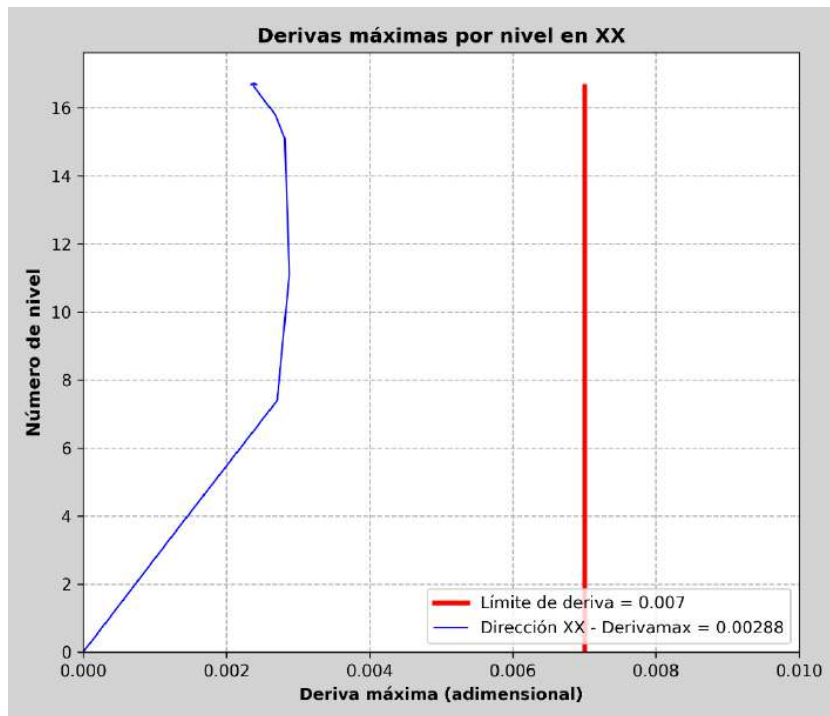
Desplazamientos Máximos Absolutos en Y del Bloque I



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 9

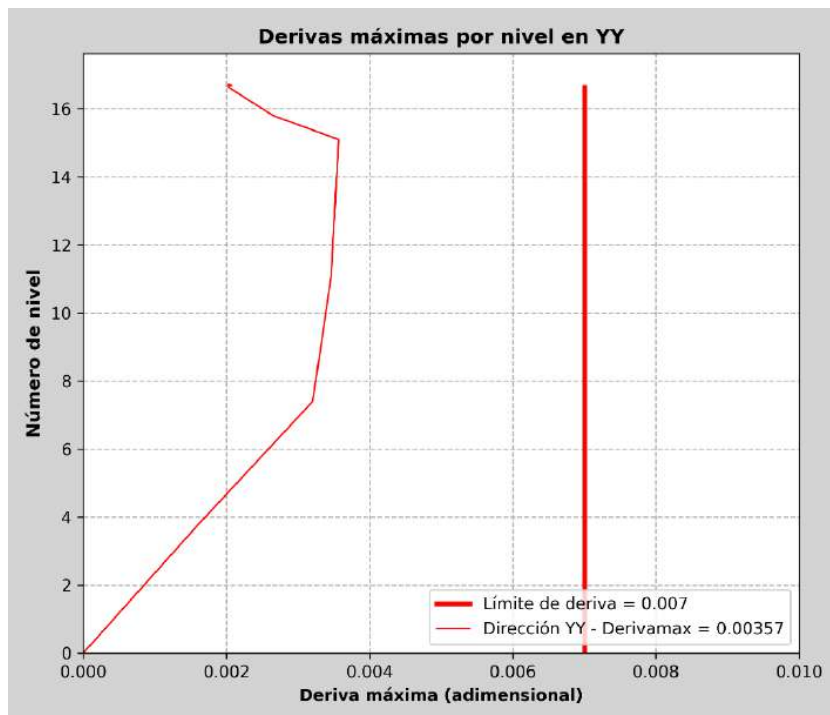
Derivas máximas en X del Bloque I



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 10

Derivas máximas en Y del Bloque I



Nota. Tomado del Software Etabs.

Tabla 5*Desplazamientos Máximos Absolutos*

MÓDULO	DIRECCIÓN	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (MM)
1	X	38
	Y	46

Nota. Elaboración propia

Análisis de datos. En la Tabla 05 se evidencia que el bloque I de la edificación presenta un mayor desplazamiento en la dirección Y con una diferencia de 8 mm.

Tabla 6*Desplazamiento Relativo (Derivas) en dirección XX y YY*

PISOS	DIRECCIÓN	DERIVA (Deriva*0.75*R<0.007)	NIVEL DE ACEPTACIÓN
Deriva máxima por piso en la dirección X			
4	X	0.00282	Si
3	X	0.00288	Si
2	X	0.00271	Si
1	X	0.00135	Si
Deriva máxima por piso en la dirección Y			
4	Y	0.00357	Si
3	Y	0.00347	Si
2	Y	0.00321	Si
1	Y	0.00157	Si

Nota. Elaboración propia

Análisis de datos. De la tabla 06 se concluye que todas las derivas máximas por piso cumplen con lo establecido en la norma, ya que son menores al límite de deriva de 0.007.

Tabla 7*Cortante Estática y Dinámica*

DIRECCIÓN	CORTANTE	F (TON)	$V_{DIN} \geq 80\% V_{EST}$	NIVEL DE ACEPTACIÓN	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN
X	Estática	299.97	73.14	No cumple	1.09
X	Dinámica	219.40			
Y	Estática	299.97	73.57	No cumple	
Y	Dinámica	220.70			

Nota. Elaboración propia

Análisis de datos. En la tabla 07 se observa que la cortante dinámica no cumple con el requisito de ser mayor al 80% de la cortante estática, es por ello que se aplica un factor de amplificación igual a 1.09 para modificar la cortante dinámica y cumpla así con el requerimiento.

3.2. Análisis Sísmico Dinámico Lineal Con Disipadores

Para diseñar los disipadores de energía se consideró un valor α de 0.25 y un parámetro λ igual a 3.7, obtenido de las tablas de la Norma Internacional FEMA 274. Se consideró los disipadores en disposición diagonal, siendo su longitud mínima de 5.60 m, de esta manera se logró determinar el coeficiente de amortiguamiento, el amortiguamiento efectivo, la rigidez del brazo metálico y la cantidad de disipadores necesarios en cada dirección del bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ (consultar anexo para más información).

Tabla 8

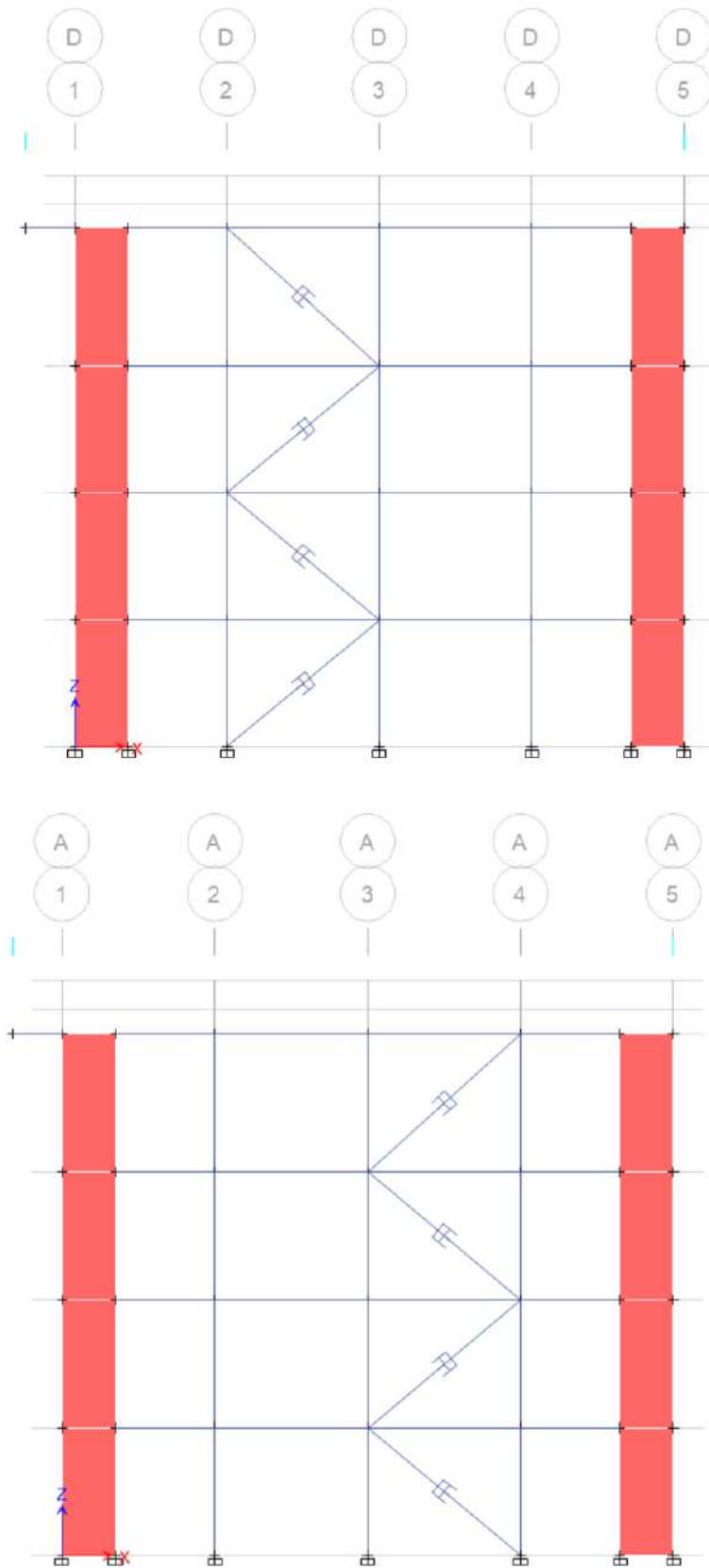
Cálculo de Disipadores para el Bloque I

		X-X	Y-Y
Periodo	T (s)	0.348	0.375
Amortiguamiento del sistema	ξ_o (%)	5	5
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{eff} (%)	12.123	12.123
Amortiguamiento viscoso	ξ_v (%)	7.123	7.123
Coeficiente C por piso	C piso	1135.339	825.016
# Disipadores por piso	n	2	2
Coeficiente C de disipadores	C (ton.s/m)	567.670	412.508

Nota. Elaboración propia

Figura 11

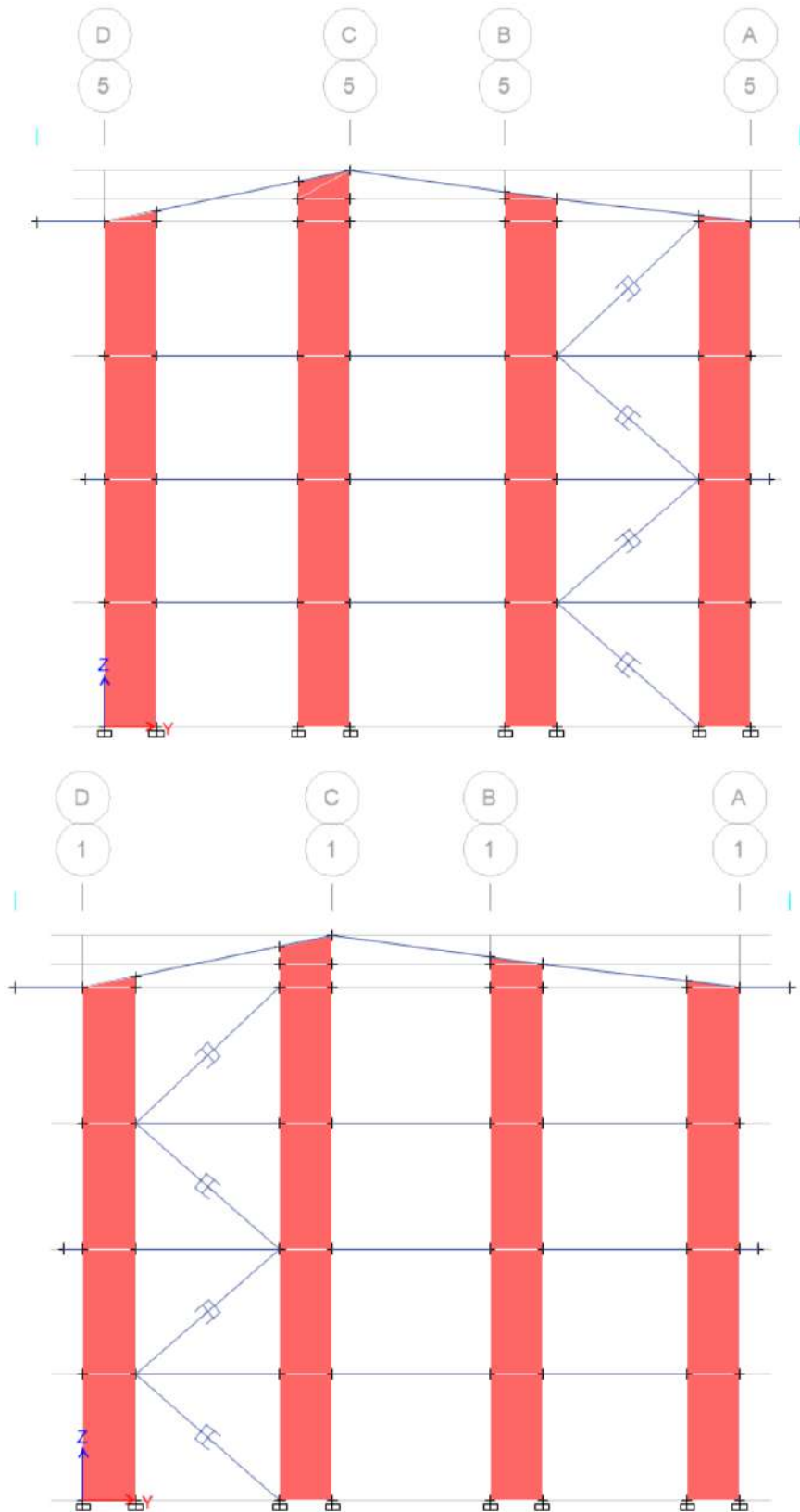
Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 12

Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección YY



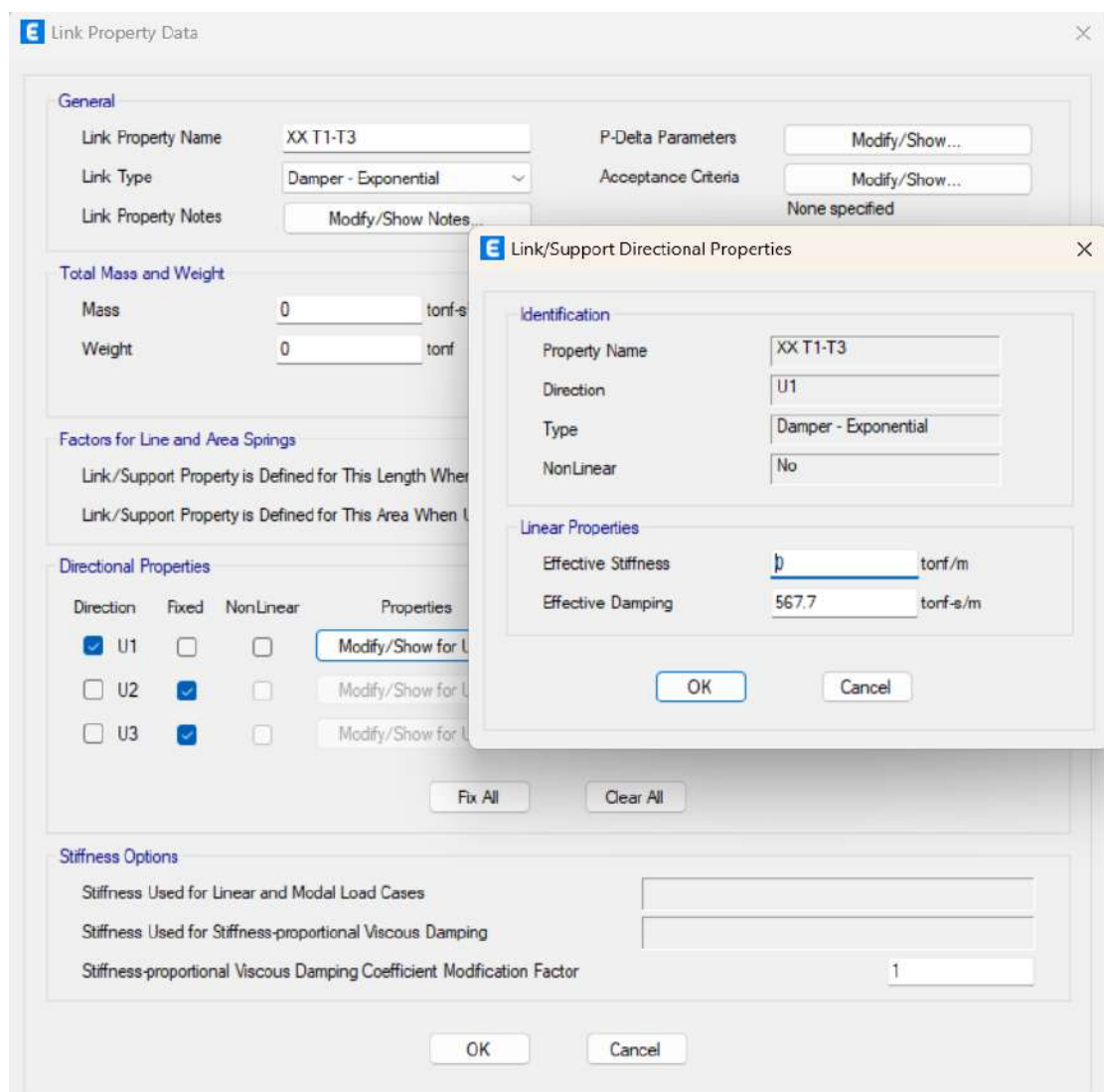
Nota. Tomado del Software Etabs.

3.2.1. Desplazamientos y Derivas de la Edificación con Disipadores de Energía

En el Software ETABS, se insertaron los parámetros del modelo para evaluar los desplazamientos y derivas en el eje XX y YY del Bloque I del módulo de Ingeniería Civil, el cual se equipó con disipadores, cumpliendo con los requisitos establecidos en la Norma E.030, cuyo límite es de 0.007.

Figura 13

Parámetros en el Modelado



Nota. Tomado del Software Etabs.

Tabla 9

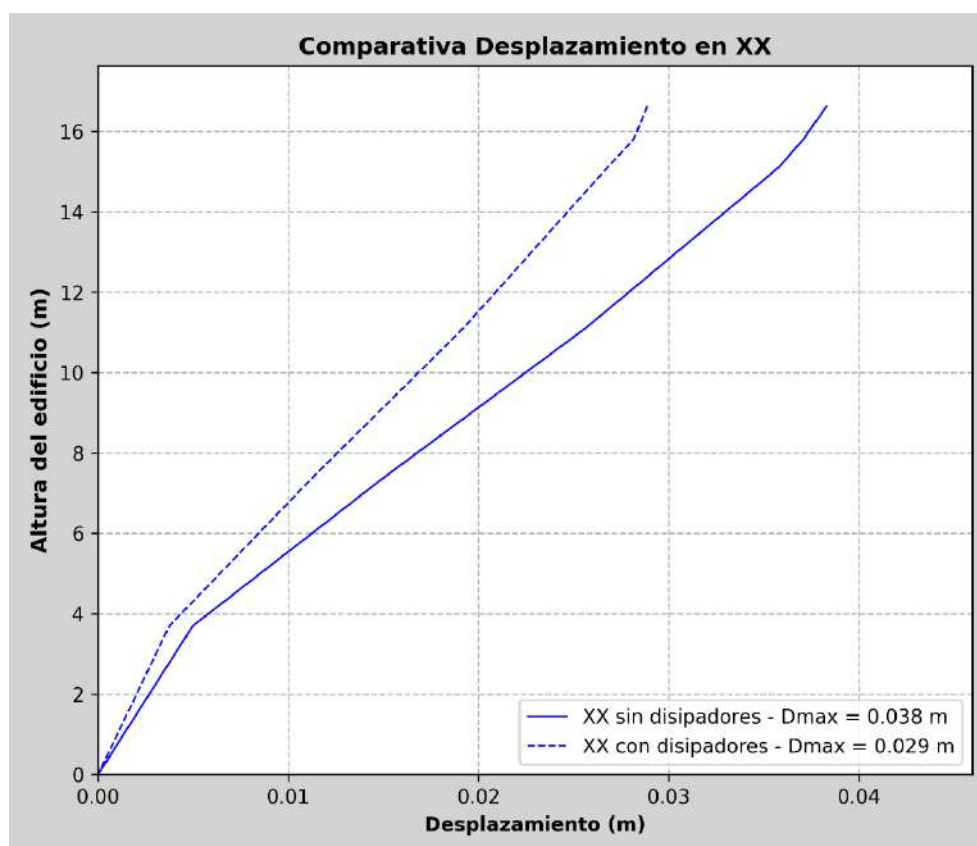
Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía

PISO	ELEVACIÓN (M)	LOCACIÓN	X-DIR	Y-DIR
Fin techo	16.63	Top	0.02887	0.03081
Inicio techo	15.80	Top	0.02815	0.03085
Nivel 4	15.10	Top	0.02678	0.03052
Nivel 3	11.10	Top	0.01919	0.02069
Nivel 2	7.40	Top	0.01130	0.01205
Nivel 1	3.70	Top	0.00375	0.00398
Base	0.00	Top	0	0

Nota. Elaboración propia

Figura 14

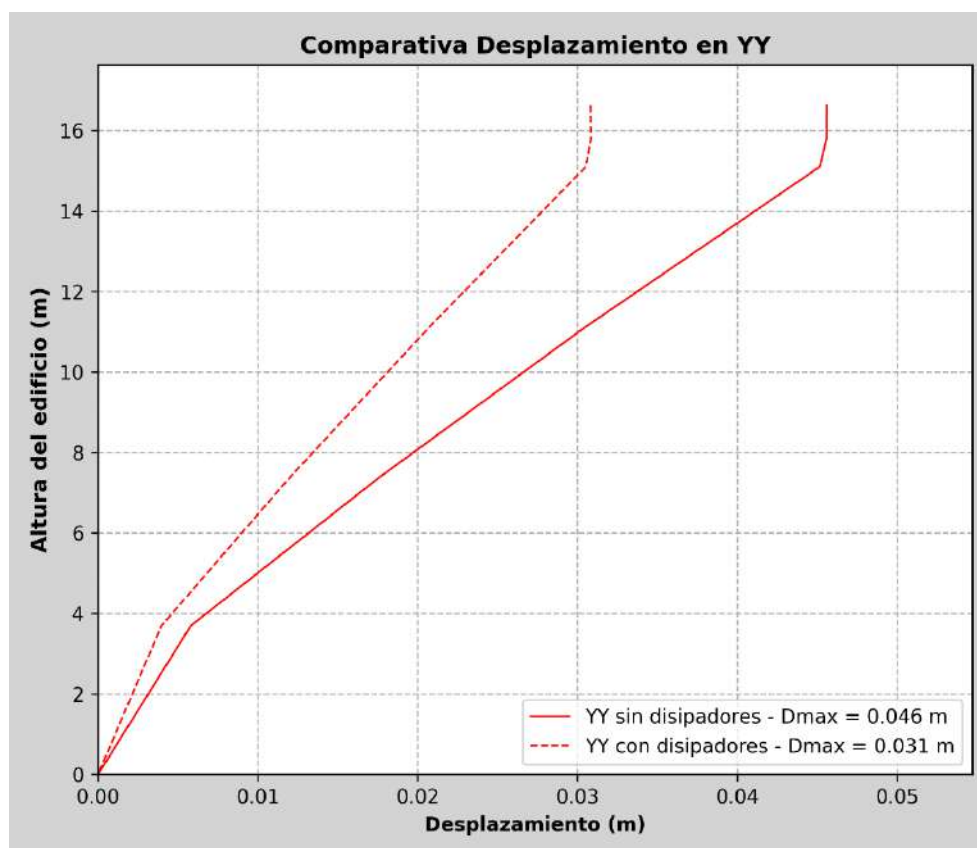
Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía Eje XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 15

Desplazamientos del Bloque I con Disipadores de Energía Eje YY



Nota. Tomado del Software Etabs.

Tabla 10

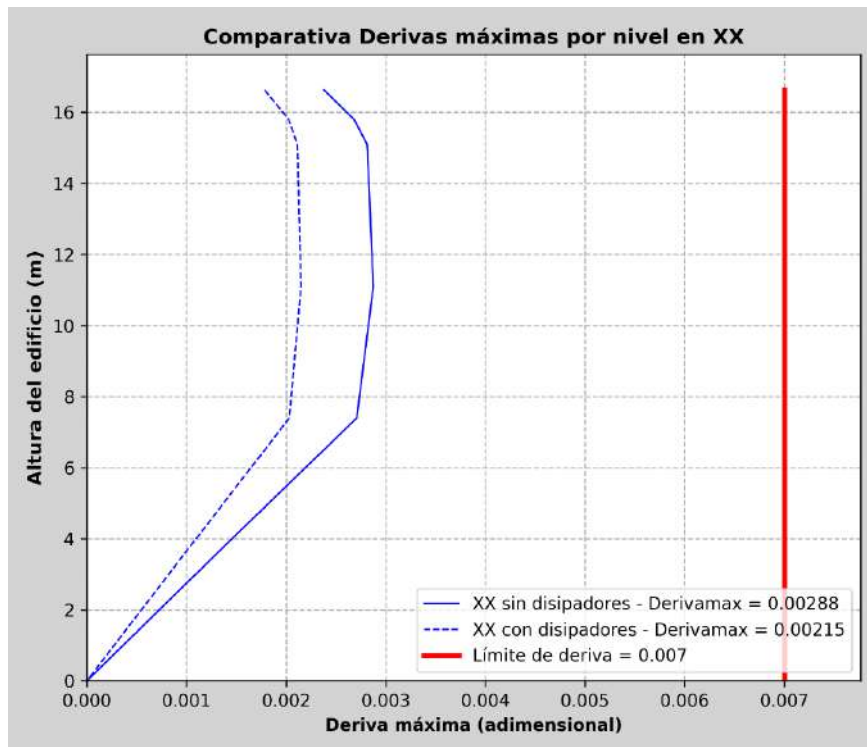
Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía

PISO	ELEVACIÓN (M)	LOCACIÓN	X-DIR	Y-DIR	E-030 $\leq$ 0.007
Fin techo	16.63	Top	0.00178	0.00136	Cumple
Inicio techo	15.80	Top	0.00203	0.00177	Cumple
Nivel 4	15.10	Top	0.00211	0.00239	Cumple
Nivel 3	11.10	Top	0.00215	0.00235	Cumple
Nivel 2	7.40	Top	0.00203	0.00218	Cumple
Nivel 1	3.70	Top	0.00101	0.00108	Cumple
Base	0.00	Top	0	0	Cumple

Nota. Elaboración propia

Figura 16

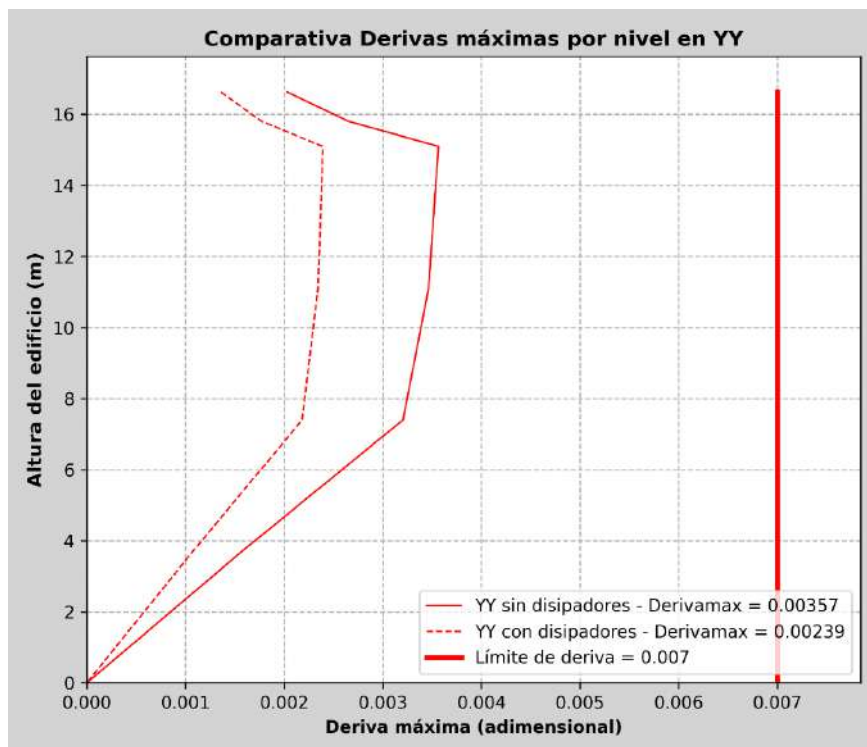
Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía Eje XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 17

Derivas del Bloque I con Disipadores de Energía Eje YY



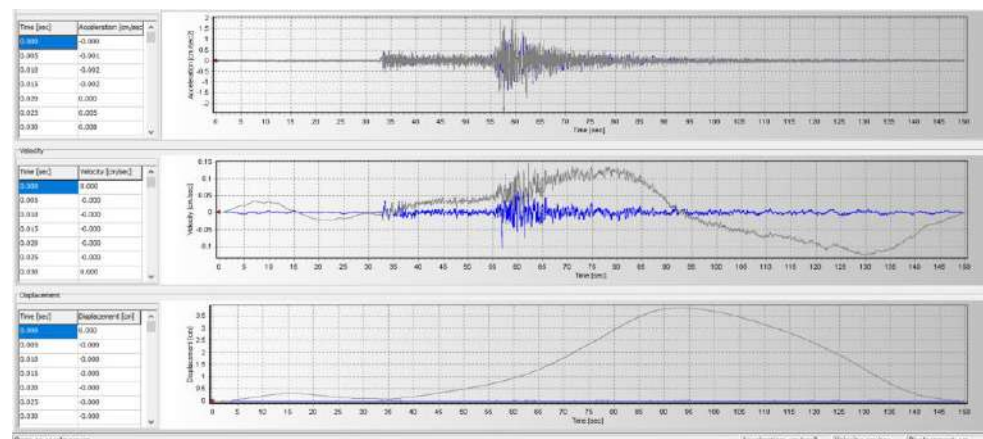
Nota. Tomado del Software Etabs.

3.3. Análisis Sísmico Tiempo Historia Sin Disipadores

En el programa SeismoSignal versión 4.3.0., se realizó el filtrado de ruido y la corrección por línea base de tres registros sísmicos obtenidos del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), para luego importarlos al Software ETABS.

Figura 18

Sismo Corregido en el SeismoSignal versión 4.3.0



Nota. Tomado del Programa SeismoSignal.

Figura 19

Importación de los Sismos Corregidos a ETABS

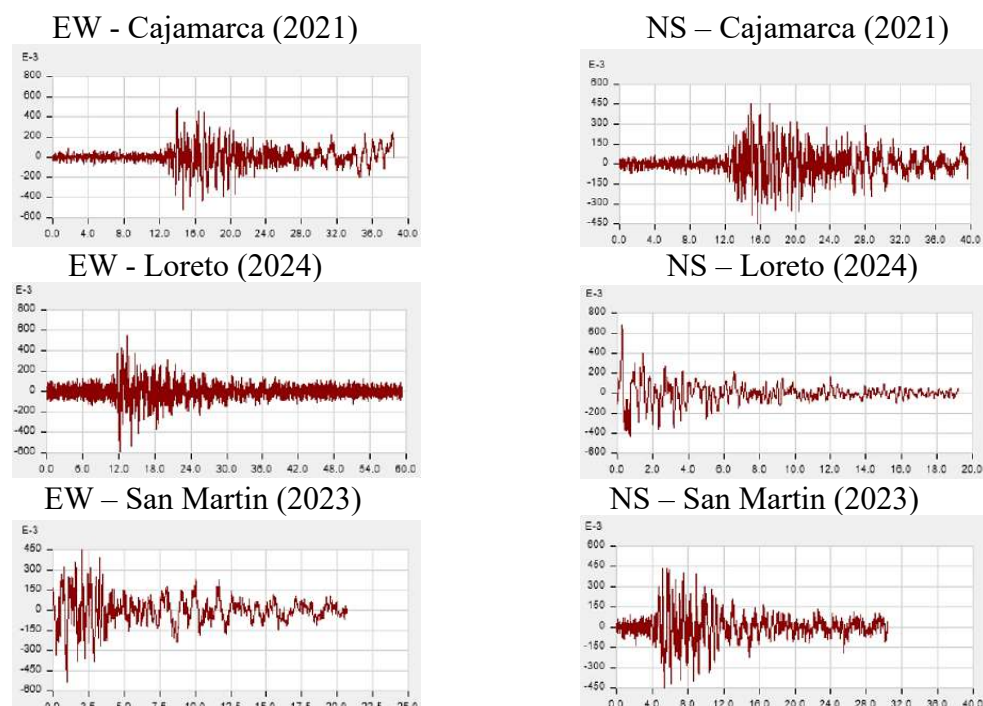
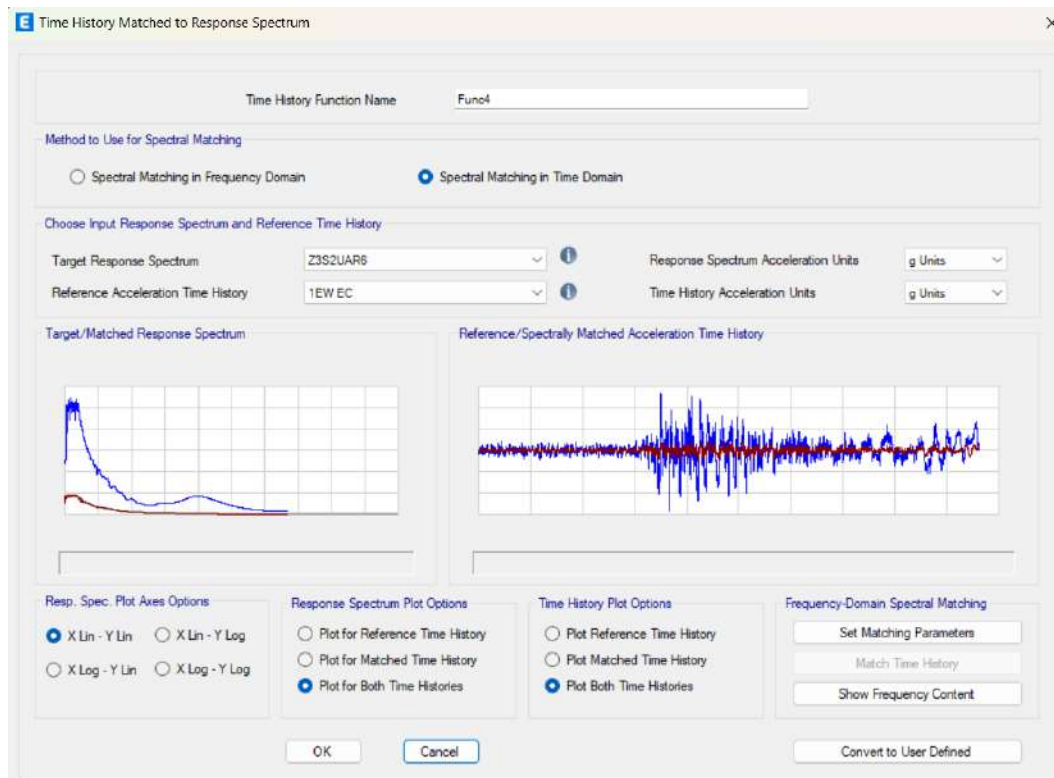


Figura 20

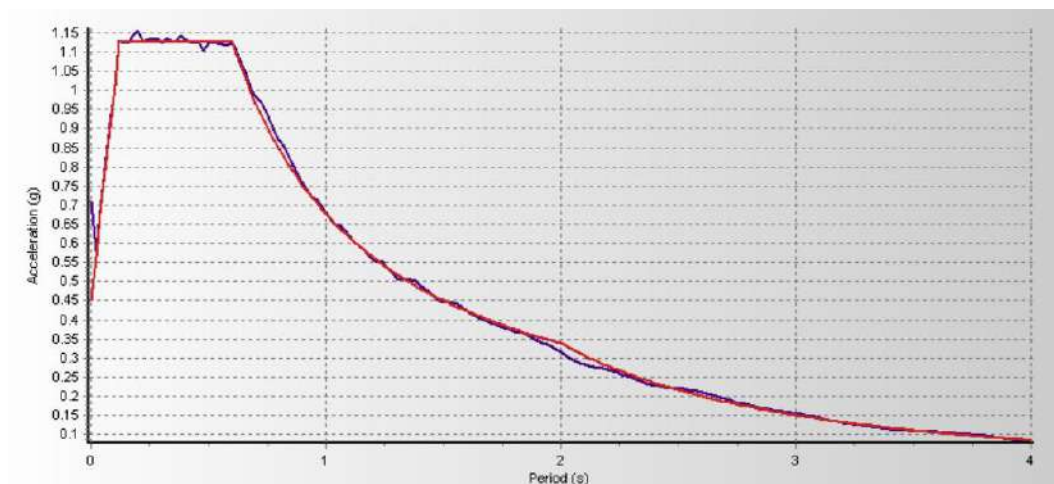
Escalamiento al Espectro de Diseño $R=1$



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 21

Escalamiento al Espectro de Diseño $R=1$



Nota. Tomado del Software Etabs.

Se analizaron los sismos de Cajamarca (2021), Loreto (2024) y San Martín (2023), en el Software ETABS 2021, corroborando que las derivas tanto en X como en Y, cumplen con lo establecido en la Norma E.030, de 0.007, y no cumplen con la Normativa internacional HAZUS de 0.0056 como distorsión límite del estado de daño.

Tabla 11

Casos de Carga Sísmica

SISMOS	CASOS	X	Y	Nº DE PUNTOS	INTERVALO DE TIEMPO
Cajamarca, 21 de Julio del 2021	1	EW	-	7773	0.005
	2	-	NS	7934	0.005
Loreto, 10 de Enero del 2024	1	EW	-	11852	0.005
	2	-	NS	3836	0.005
San Martín, 09 de noviembre del 2023	1	EW	-	4267	0.005
	2	-	NS	6077	0.005

Nota. Elaboración propia

El Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, para el Sismo de Cajamarca 2021-EW, en el eje X cumplen con las derivas límite; mientras que para el Sismo Cajamarca 2021-NS en el eje Y, en el piso 2, 3 y 4 presentan derivas mayores a 0.0056. Para el Sismo Loreto 2024-EW en el eje X las derivas cumplen con el límite, sin embargo, para el Sismo Loreto 2024-NS, en el eje Y el piso 4 presenta deriva mayor a 0.0056. Para el Sismo San Martín 2023-EW en la dirección X presenta derivas dentro del límite HAZUS, asimismo las derivas del Sismo San Martín 2023-NS en el eje Y.

Tabla 12*Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021*

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A. Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva máxima por piso en la dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.00281	0.83	0.00411	Pasa
Inicio Techo	X	0.00143	0.70	0.00491	Pasa
Nivel 4	X	0.02000	4.00	0.00523	Pasa
Nivel 3	X	0.01936	3.70	0.00523	Pasa
Nivel 2	X	0.01864	3.70	0.00504	Pasa
Nivel 1	X	0.00928	3.70	0.00251	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.00009	0.83	0.00348	Pasa
Inicio Techo	Y	0.00005	0.70	0.00468	Pasa
Nivel 4	Y	0.00019	4.00	0.00639	No pasa
Nivel 3	Y	0.00029	3.70	0.00613	No pasa
Nivel 2	Y	0.00027	3.70	0.00588	No pasa
Nivel 1	Y	0.00013	3.70	0.00292	Pasa

*Nota. Elaboración propia***Tabla 13***Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024*

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A. Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva máxima por piso en la dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.001982	0.83	0.00365	Pasa
Inicio Techo	X	0.001726	0.70	0.00442	Pasa
Nivel 4	X	0.100492	4.00	0.00455	Pasa
Nivel 3	X	0.016637	3.70	0.0045	Pasa
Nivel 2	X	0.017129	3.70	0.00463	Pasa
Nivel 1	X	0.008862	3.70	0.0024	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.000088	0.83	0.00327	Pasa
Inicio Techo	Y	0.000048	0.70	0.00439	Pasa
Nivel 4	Y	0.000193	4.00	0.00592	No pasa
Nivel 3	Y	0.000294	3.70	0.00558	Pasa
Nivel 2	Y	0.000272	3.70	0.00536	Pasa
Nivel 1	Y	0.000131	3.70	0.00275	Pasa

Nota. Elaboración propia

Tabla 14

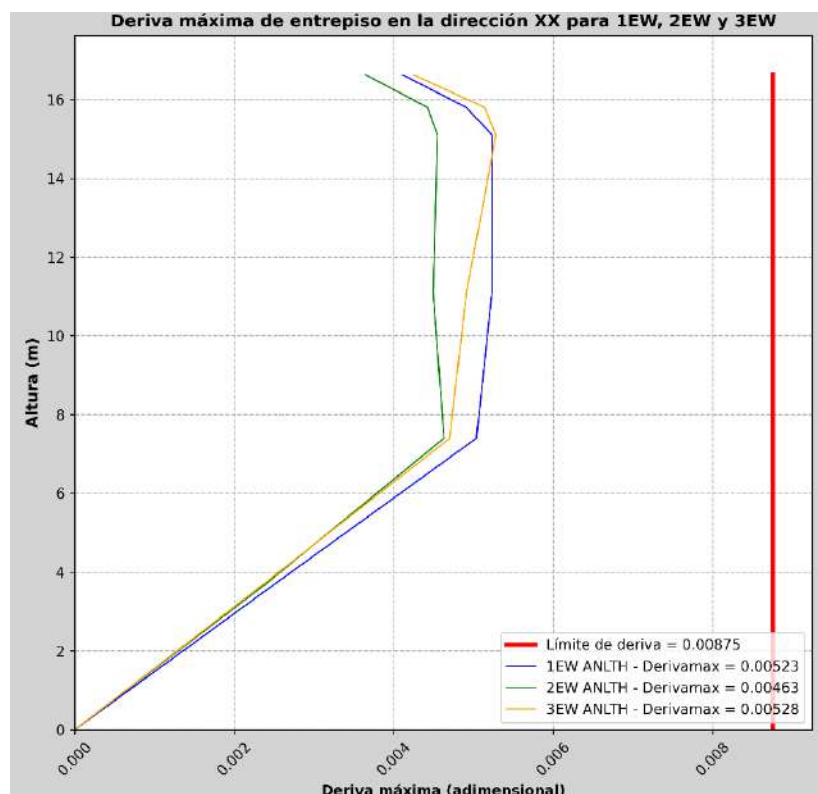
Derivas en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva Máxima Por Piso En La Dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.00234	0.83	0.00425	Pasa
Inicio Techo	X	0.00198	0.70	0.00514	Pasa
Nivel 4	X	0.01960	4.00	0.00528	Pasa
Nivel 3	X	0.01766	3.70	0.00491	Pasa
Nivel 2	X	0.01739	3.70	0.0047	Pasa
Nivel 1	X	0.00876	3.70	0.00237	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.00009	0.83	0.00206	Pasa
Inicio Techo	Y	0.00005	0.70	0.00258	Pasa
Nivel 4	Y	0.00019	4.00	0.00356	Pasa
Nivel 3	Y	0.00029	3.70	0.00342	Pasa
Nivel 2	Y	0.00027	3.70	0.00338	Pasa
Nivel 1	Y	0.00013	3.70	0.00172	Pasa

Nota. Elaboración propia

Figura 22

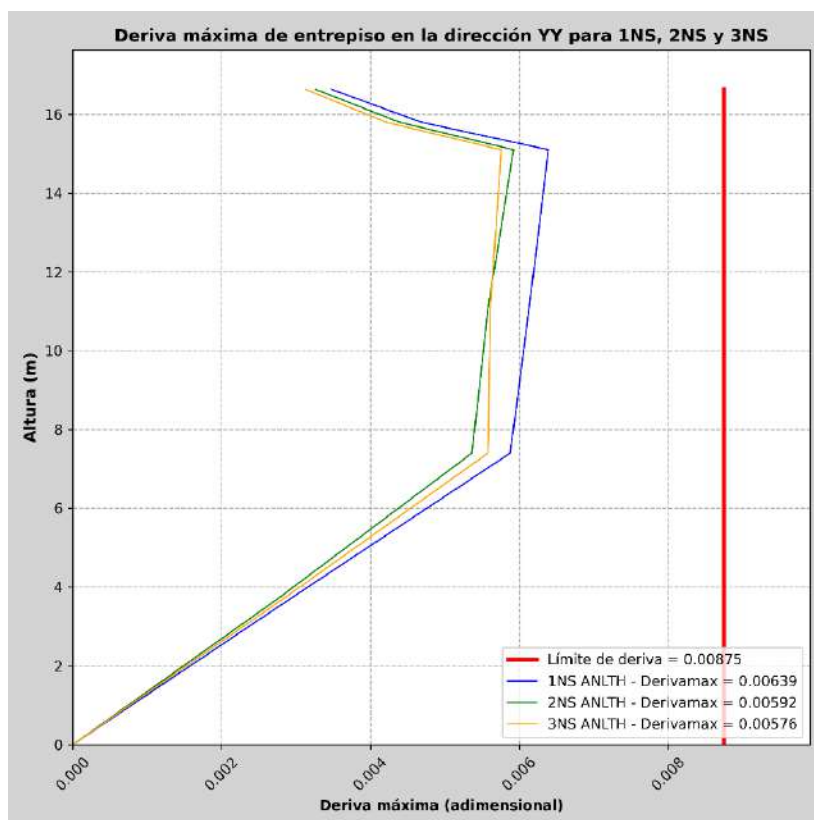
Derivas Sin Disipadores de Energía en la Dirección XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 23

Derivas Sin Disipadores de Energía en la Dirección YY



Nota. Tomado del Software Etabs.

Las rotaciones de columnas, muros y vigas, para el Sismo de Cajamarca 2021-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0013, en muros de 0.0046 y en vigas de 0.0060, por lo cual tanto para muros como vigas no cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo Cajamarca 2021-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0025, en muros de 0.0054 y en vigas de 0.0074, por lo cual tanto para muros como vigas no cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 15*Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021*

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0013	0.0050	Cumple
	Muros	0.0046	0.0030	No Cumple
	Vigas	0.0060	0.0050	No Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0025	0.0050	Cumple
	Muros	0.0054	0.0036	No Cumple
	Vigas	0.0074	0.0050	No Cumple

Nota. Elaboración propia

Las rotaciones de columnas, muros y vigas, para el Sismo de Loreto 2024-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0011, en muros de 0.0042 y en vigas de 0.0049, por lo cual para muros no cumple con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo Loreto 2024-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0023, en muros de 0.0049 y en vigas de 0.0061, por lo cual tanto para muros como vigas no cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 16*Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024*

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0011	0.0050	Cumple
	Muros	0.0042	0.0030	No Cumple
	Vigas	0.0049	0.0050	Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0023	0.0050	Cumple
	Muros	0.0049	0.0036	No Cumple
	Vigas	0.0061	0.0050	No Cumple

Nota. Elaboración propia

Las rotaciones de columnas, muros y vigas, para el Sismo de San Martín 2023-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0012, en muros de 0.0046 y en vigas de 0.0041, por lo cual para muros no cumple con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo San Martín 2023-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0024, en muros de 0.0050 y en vigas de 0.0069, por lo cual tanto para muros como vigas no cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 17

Rotaciones en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0012	0.0050	Cumple
	Muros	0.0046	0.0030	No Cumple
	Vigas	0.0041	0.0050	Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0024	0.0050	Cumple
	Muros	0.0050	0.0036	No Cumple
	Vigas	0.0069	0.0050	No Cumple

Nota. Elaboración propia

3.4. Análisis Sísmico Tiempo Historia Con Disipadores

Se ha considerado un Sismo máximo, con un periodo de retorno de 1000 años, y una probabilidad de excedencia del 5% en 50 años, para el análisis estructural con disipadores. En este contexto, la incorporación de disipadores fluido viscoso buscó asegurar que, tras el evento sísmico, el bloque I mantuviera un nivel de desempeño de ocupación inmediata. Además, para definir la deriva objetivo se optó por el valor de distorsión límite de 0.0056 indicado en la tabla de la Norma Internacional HAZUS, para un sistema de muros estructurales de concreto armado.

Tabla 18*Elección de la Deriva Objetivo, según Norma HAZUS*

Propiedades De La Edificación			Distorsión Limite Según El Estado De Daño			
Edificación	Tipo	Altura (M)	Leve	Moderado	Extenso	Completo
Muros de	Bajo	6	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600
Concreto	Medio	15	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400
Armado	Alto	36	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300

*Nota. Elaboración propia***3.4.1. Diseño de Disipadores de Energía**

Para diseñar los disipadores de energía se consideró un valor α de 0.25 y un parámetro λ igual a 3.7, obtenido de las tablas de la Norma Internacional FEMA 274. Se consideró los disipadores en disposición diagonal, siendo su longitud mínima de 5.60 m, de esta manera se logró determinar el coeficiente de amortiguamiento, el amortiguamiento efectivo, la rigidez del brazo metálico y la cantidad de disipadores necesarios en cada dirección del bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ (consultar anexo para más información).

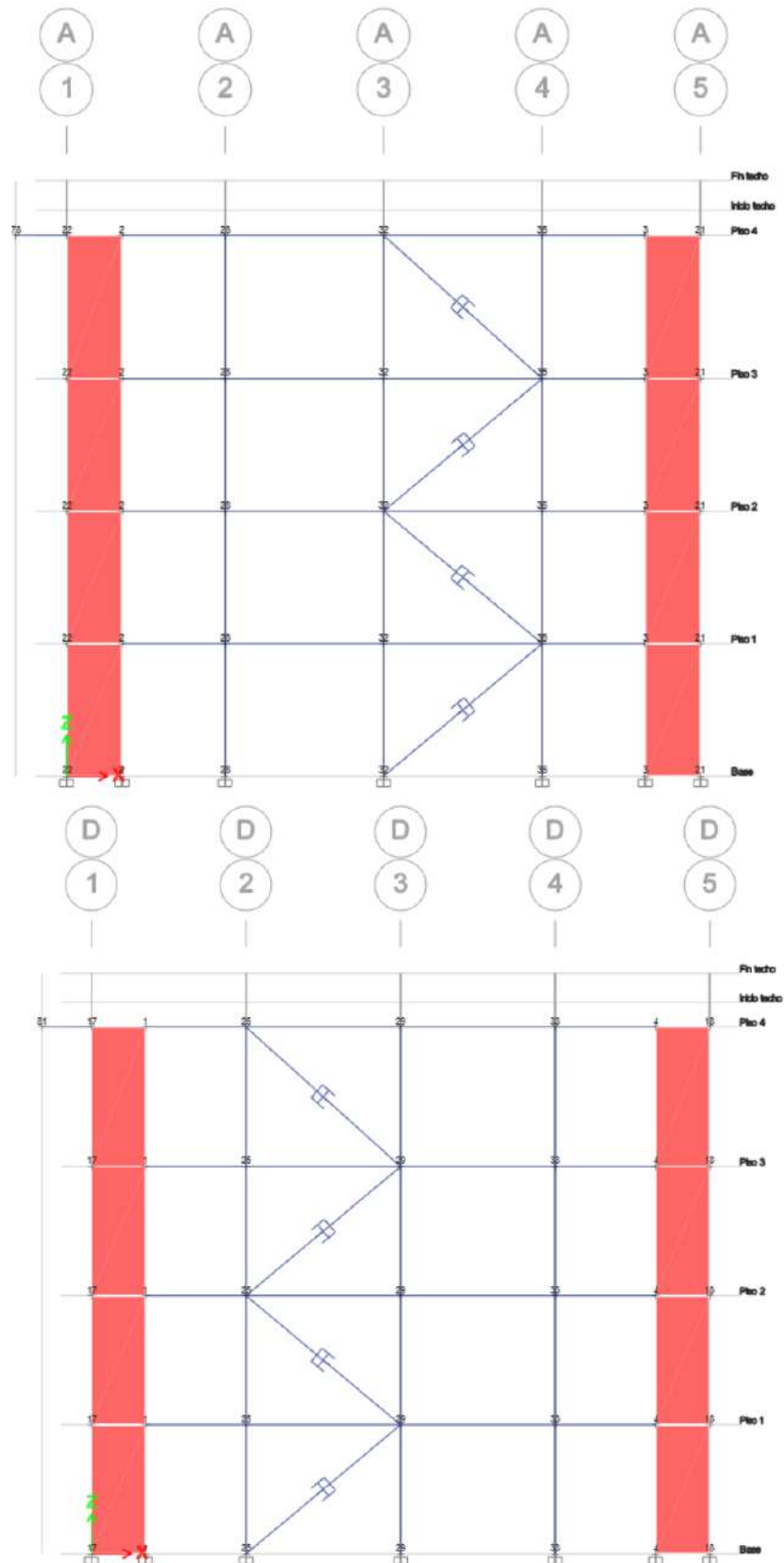
Tabla 19*Cálculo de Disipadores No Lineales del Bloque I*

		X-X	Y-Y
Exponente	α	0.250	0.250
	λ	3.700	3.700
Desplazamiento Azotea	A s/d (cm)	3.830	4.559
	A (cm)	0.851	1.013
	$A^{(1-\alpha)}$	0.087	0.099
Periodo	T (s)	0.348	0.375
Frecuencia Natural	ω (Hz)	18.055	16.755
	$\omega^{(2-\alpha)}$	158.143	138.759
Amortiguamiento del Sistema	ξ_o	5	5
Amortiguamiento Efectivo Total	ξ_{eff} (%)	12.123	12.123
Coeficiente de Amortiguamiento por Piso	C piso (ton.s/m)	219.044	188.079
Numero de Disipadores por Piso	n	2	2
Coeficiente C de Disipadores	C (ton.s/m)	109.522	94.040

Nota. Elaboración propia

Figura 24

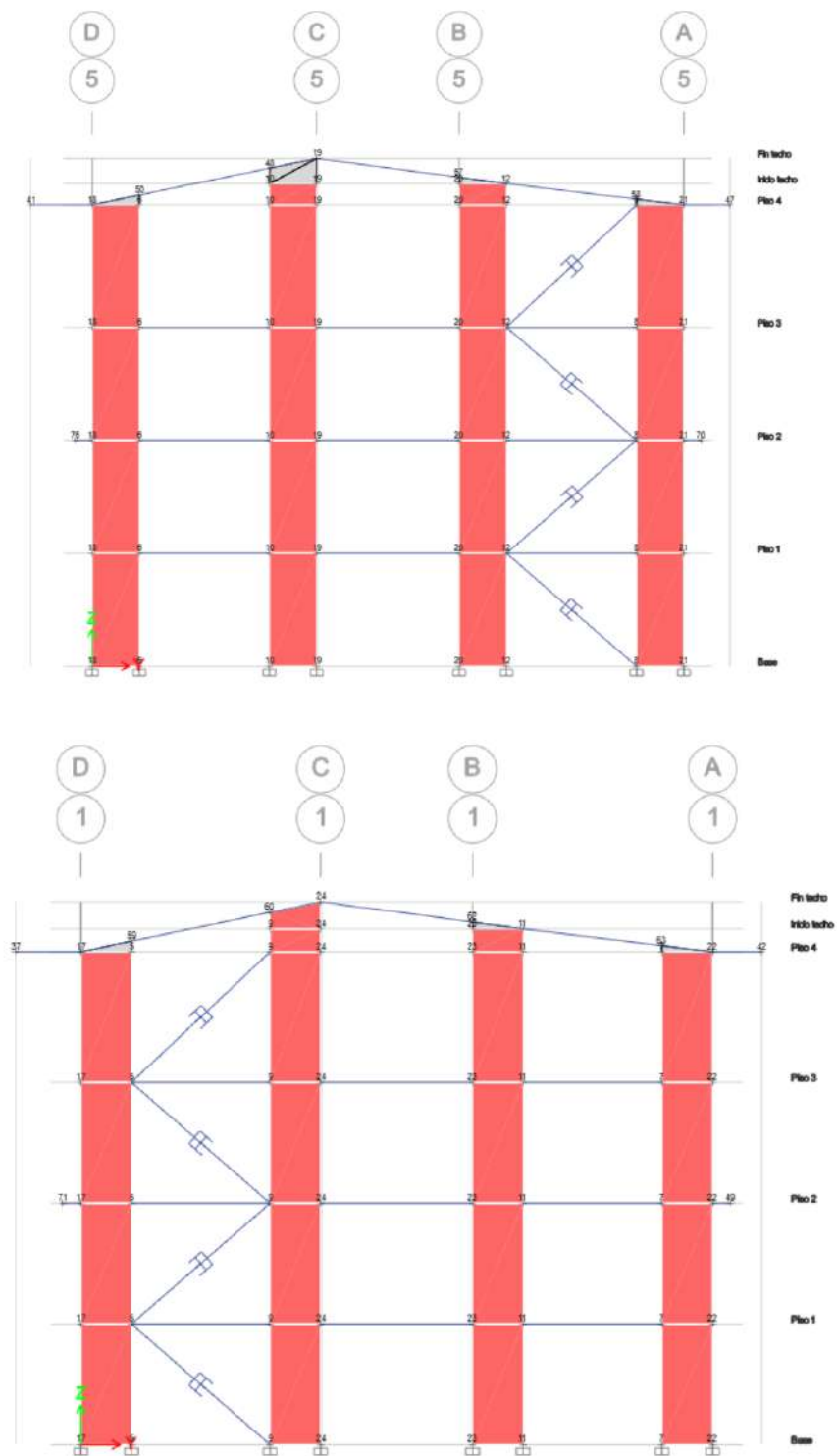
Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 25

Disposición de los Disipadores, Arreglo Diagonal, Bloque I Dirección YY



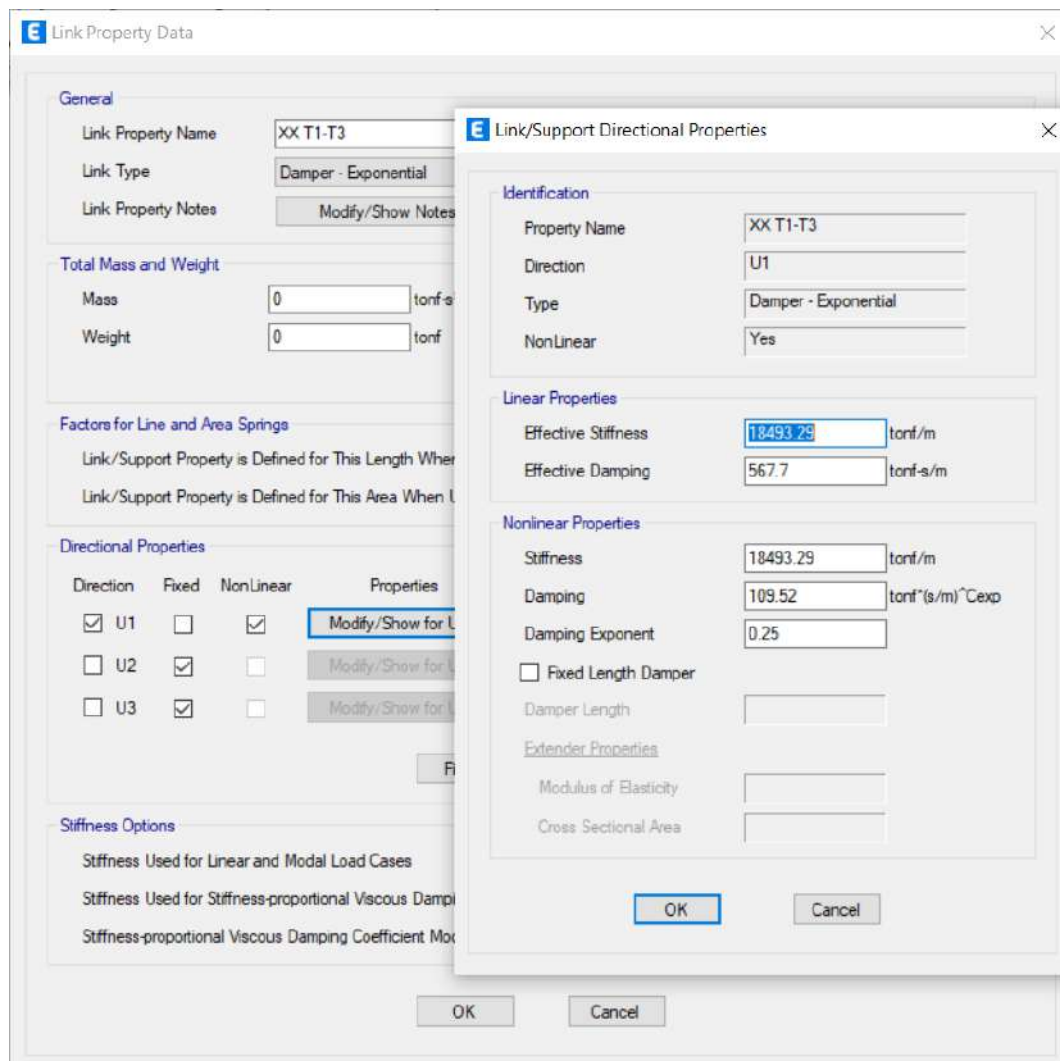
Nota. Tomado del Software Etabs.

3.4.2. Desplazamientos y Derivas de la Edificación con Disipadores de Energía

En el Software ETABS, se insertaron los parámetros del modelo para evaluar los desplazamientos y derivas en el eje XX y YY del Bloque I del módulo de Ingeniería Civil, el cual se equipó con disipadores, determinando así que, tanto las derivas en X como en Y, si cumplieron con los requisitos establecidos en la Norma E.030, cuyo límite es de 0.007; y con la HAZUS de 0.0056.

Figura 26

Ingreso de los Parámetros en el Modelado



Nota. Tomado del Software Etabs.

Tabla 20*Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021*

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A. Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva máxima por piso en la dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.00269	0.83	0.00324	Pasa
Inicio Techo	X	0.00067	0.70	0.00341	Pasa
Nivel 4	X	0.01489	4.00	0.00388	Pasa
Nivel 3	X	0.01300	3.70	0.00351	Pasa
Nivel 2	X	0.01278	3.70	0.00345	Pasa
Nivel 1	X	0.00652	3.70	0.00176	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.00024	0.83	0.00179	Pasa
Inicio Techo	Y	0.00012	0.70	0.00230	Pasa
Nivel 4	Y	0.01172	4.00	0.00294	Pasa
Nivel 3	Y	0.01017	3.70	0.00277	Pasa
Nivel 2	Y	0.00976	3.70	0.00264	Pasa
Nivel 1	Y	0.00502	3.70	0.00136	Pasa

*Nota. Elaboración propia***Tabla 21***Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024*

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A. Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva máxima por piso en la dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.00251	0.83	0.00307	Pasa
Inicio Techo	X	0.00064	0.70	0.00322	Pasa
Nivel 4	X	0.01363	4.00	0.00363	Pasa
Nivel 3	X	0.01207	3.70	0.00328	Pasa
Nivel 2	X	0.01195	3.70	0.00324	Pasa
Nivel 1	X	0.00616	3.70	0.00167	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.00022	0.83	0.00206	Pasa
Inicio Techo	Y	0.00068	0.70	0.00258	Pasa
Nivel 4	Y	0.01412	4.00	0.00356	Pasa
Nivel 3	Y	0.01264	3.70	0.00342	Pasa
Nivel 2	Y	0.01249	3.70	0.00338	Pasa
Nivel 1	Y	0.006358	3.70	0.00172	Pasa

Nota. Elaboración propia

Tabla 22

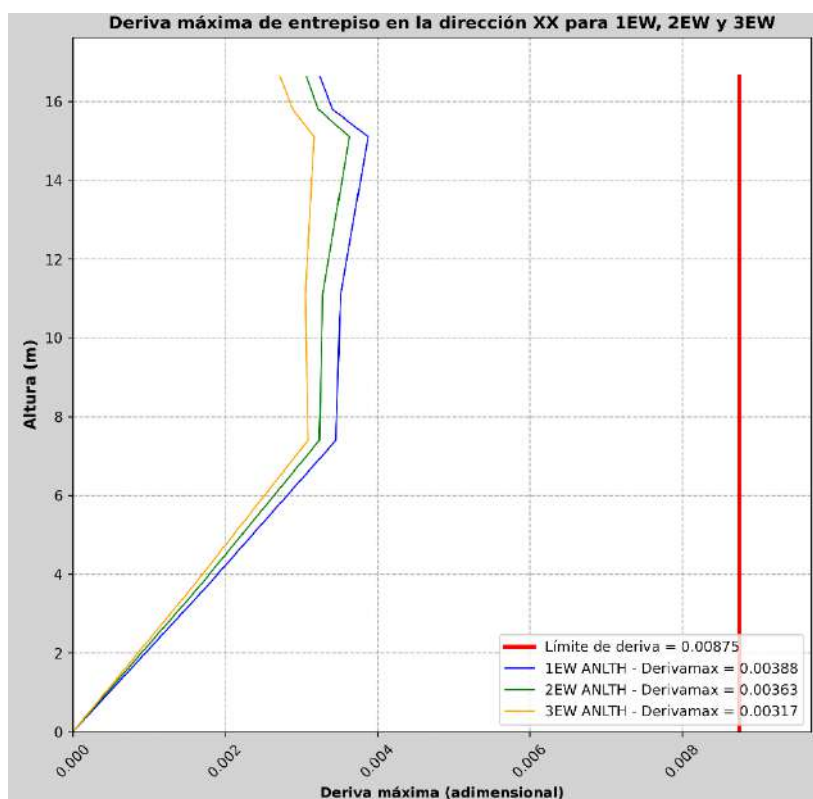
Derivas Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023

Pisos	Dirección	Deriva Relativa (M)	A. Entrepiso (M)	Derivas Inelásticas	Nivel De Cumplimiento (Control E.030 < 0.00875, Hazus < 0.0056)
Deriva máxima por piso en la dirección X (EW)					
Fin techo	X	0.00112	0.83	0.00272	Pasa
Inicio Techo	X	0.00147	0.70	0.00289	Pasa
Nivel 4	X	0.01110	4.00	0.00317	Pasa
Nivel 3	X	0.01129	3.70	0.00305	Pasa
Nivel 2	X	0.01142	3.70	0.00309	Pasa
Nivel 1	X	0.00585	3.70	0.00158	Pasa
Deriva máxima por piso en la dirección Y (NS)					
Fin techo	Y	0.00022	0.83	0.00206	Pasa
Inicio Techo	Y	0.00068	0.70	0.00258	Pasa
Nivel 4	Y	0.01412	4.00	0.00356	Pasa
Nivel 3	Y	0.01264	3.70	0.00342	Pasa
Nivel 2	Y	0.01249	3.70	0.00338	Pasa
Nivel 1	Y	0.00636	3.70	0.00172	Pasa

Nota. Elaboración propia

Figura 27

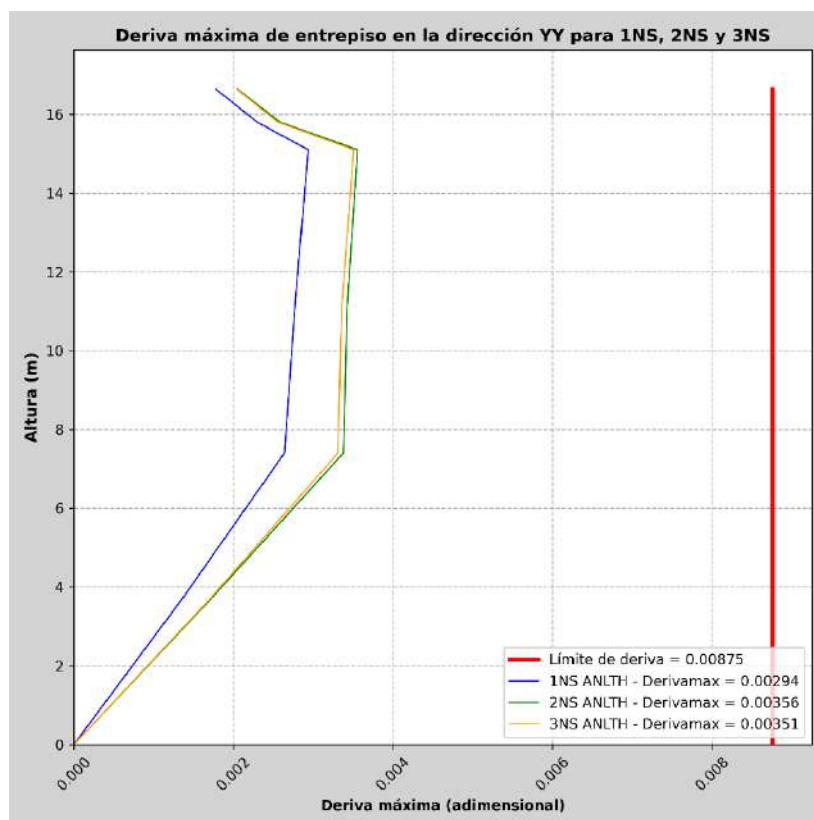
Derivas Con Disipadores de Energía en la Dirección XX



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 28

Derivas Con Disipadores de Energía en la Dirección YY



Nota. Tomado del Software Etabs.

3.4.3. Nivel de Desempeño de los Elementos estructurales

Las rotaciones de columnas, muros y vigas con disipadores de energía, para el Sismo de Cajamarca 2021-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0006, en muros de 0.0030 y en vigas de 0.0020, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo Cajamarca 2021-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0008, en muros de 0.0023 y en vigas de 0.0027, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 23*Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Cajamarca 2021*

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0006	0.0050	Cumple
	Muros	0.0030	0.0030	Cumple
	Vigas	0.0020	0.0050	Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0008	0.0050	Cumple
	Muros	0.0023	0.0036	Cumple
	Vigas	0.0027	0.0050	Cumple

Nota. Elaboración propia

Las rotaciones de columnas, muros y vigas con disipadores de energía, para el Sismo de Loreto 2024-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0005, en muros de 0.0030 y en vigas de 0.0019, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo Loreto 2024-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0008, en muros de 0.0023 y en vigas de 0.0027, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 24*Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo Loreto 2024*

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0005	0.0050	Cumple
	Muros	0.0030	0.0030	Cumple
	Vigas	0.0019	0.0050	Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0008	0.0050	Cumple
	Muros	0.0023	0.0036	Cumple
	Vigas	0.0027	0.0050	Cumple

Nota. Elaboración propia

Las rotaciones de columnas, muros y vigas con disipadores de energía, para el Sismo de San Martín 2023-EW, en el eje X considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.003 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0006, en muros de 0.0029 y en vigas de 0.0018, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa. Asimismo, para el Sismo San Martín 2023-NS, en el eje Y considerando los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41, los cuales son de 0.005, 0.0036 y 0.005 respectivamente, se obtuvo como resultados que, en las columnas las rotaciones máximas son de 0.0012, en muros de 0.0030 y en vigas de 0.0030, por lo cual cumplen con las restricciones establecidas dentro de la Normativa.

Tabla 25

Rotaciones Con Disipadores en X (EW) e Y (NS), Sismo San Martín 2023

DIRECCIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ROTACIÓN (rad)	LÍMITE OCUPACIÓN INMEDIATA	ESTADO
EW (X-X)	Columnas	0.0006	0.0050	Cumple
	Muros	0.0029	0.0030	Cumple
	Vigas	0.0018	0.0050	Cumple
NS (Y-Y)	Columnas	0.0012	0.0050	Cumple
	Muros	0.0030	0.0036	Cumple
	Vigas	0.0030	0.0050	Cumple

Nota. Elaboración propia

3.4.4. Comportamiento Histerético de los Disipadores

A continuación, se muestra las curvas histeréticas del disipador K1.

Figura 29

Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de Cajamarca 2021-1EW y 1NS

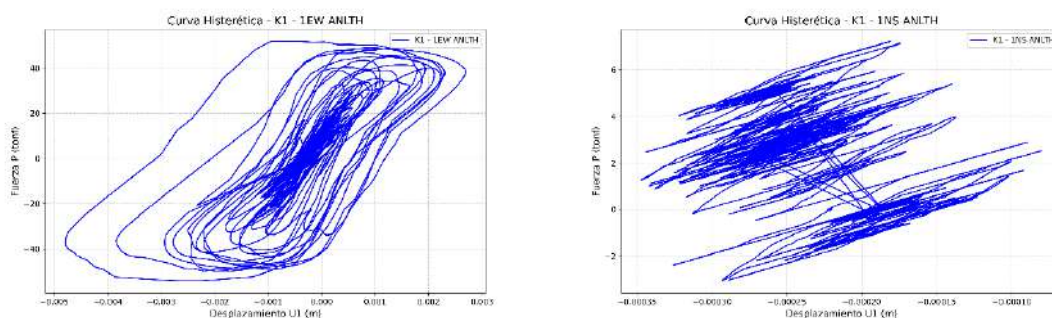


Figura 30

Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de Loreto 2024-2EW y 2NS

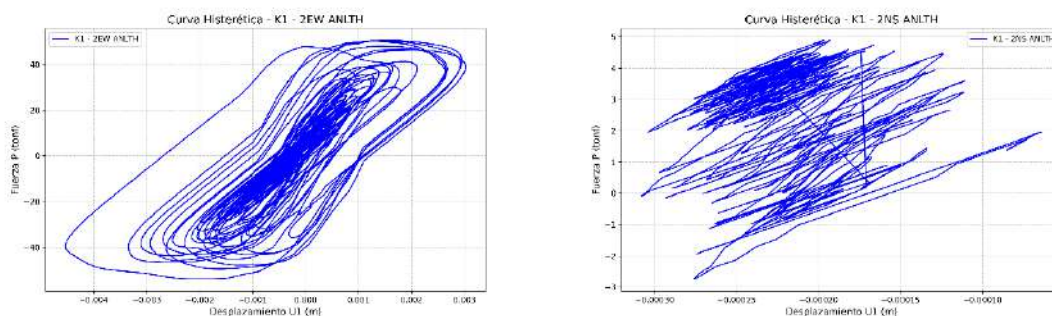
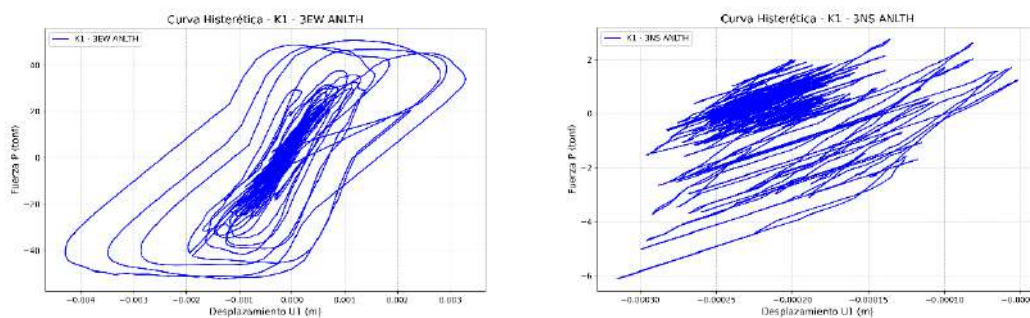


Figura 31

Comportamiento Histerético de los Disipadores K1 para el Sismo de San Martín 2023-3EW y 3NS



Y de la misma forma, se obtiene las curvas hasta el disipador K16 para cada sismo en cada dirección.

3.4.5. Balance Energético

Para el Sismo de Cajamarca 2021 aplicado al Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, se ha efectuado el análisis del balance energético, obteniendo que, la energía de entrada de la estructura en la dirección EW (XX) es de 95.18ton*m, lo cual hace referencia al 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 46.23 ton*m, siendo 48.57% de la energía, por lo que la energía que soporta la edificación es de 42.03, equivalente al 44.16% de la energía de entrada del sismo. Así también, para la dirección NS (YY), se ha determinado que, la energía de entrada de la estructura es de 134.87 ton*m, lo cual representa el 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 89.27 ton*m, equivalente a 66.19%; por lo tanto, la energía que soporta el edificio es de 40.01 ton*m, siendo el 29.66% de la energía de entrada total.

Tabla 26

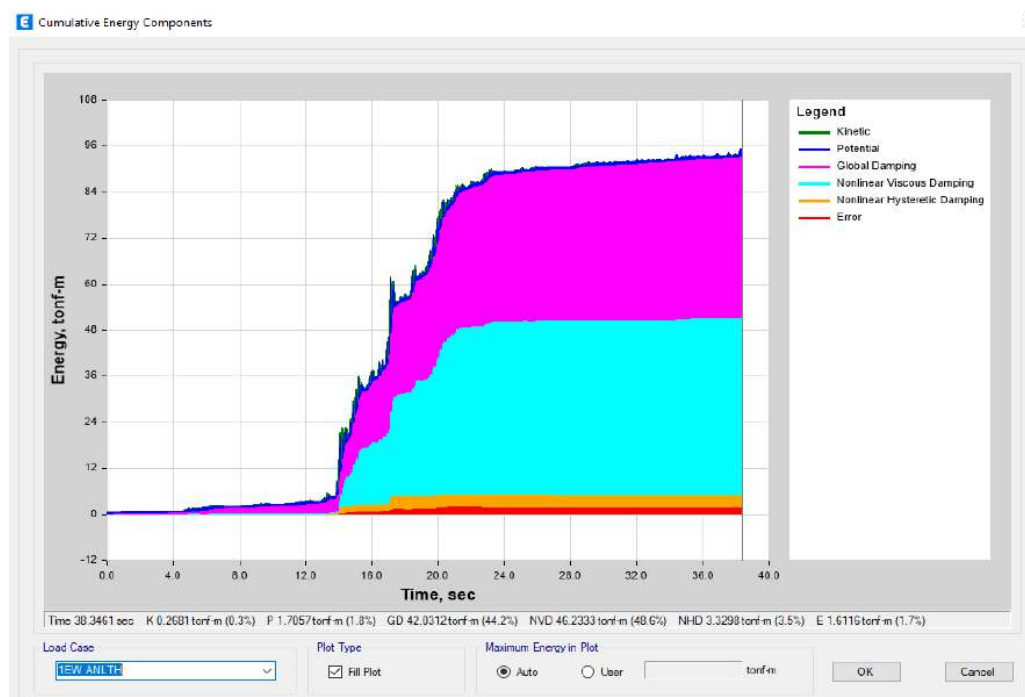
Balance Energético Sismo Cajamarca 2021

Dirección	Energía	Energía (Ton*M)	Porcentaje (%)
EW (X-X)	Entrada	95.18	100
	Disipador	46.23	48.57
	Edificio	42.03	44.16
NS (Y-Y)	Entrada	134.87	100
	Disipador	89.27	66.19
	Edificio	40.01	29.66

Nota. Elaboración propia

Figura 32

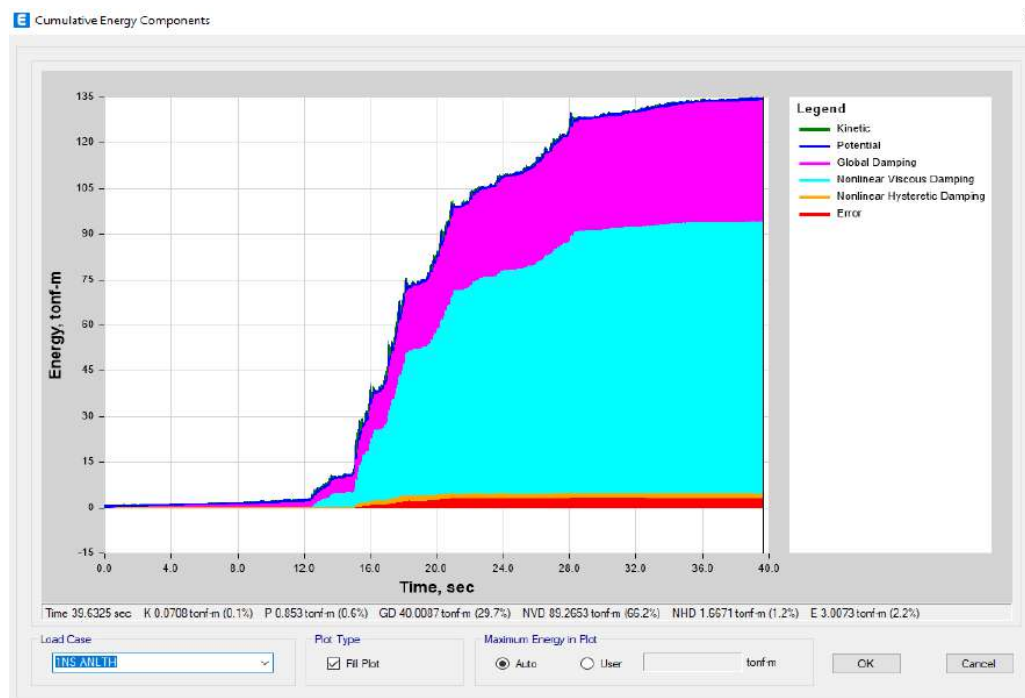
Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Cajamarca 2021 EW



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 33

Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Cajamarca 2021 NS



Nota. Tomado del Software Etabs.

Para el Sismo de Loreto 2024 aplicado al Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, se ha efectuado el análisis del balance energético, obteniendo que, la energía de entrada de la estructura en la dirección EW (XX) es de 134.84 ton*m, lo cual hace referencia al 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 60.44 ton*m, siendo 44.83% de la energía, por lo que la energía que soporta la edificación es de 68.09, equivalente al 50.50% de la energía de entrada del sismo. Así también, para la dirección NS (YY), se ha determinado que, la energía de entrada de la estructura es de 86.67 ton*m, lo cual representa el 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 59.08 ton*m, equivalente a 68.17%; por lo tanto, la energía que soporta el edificio es de 22.35 ton*m, siendo el 25.78% de la energía de entrada total.

Tabla 27

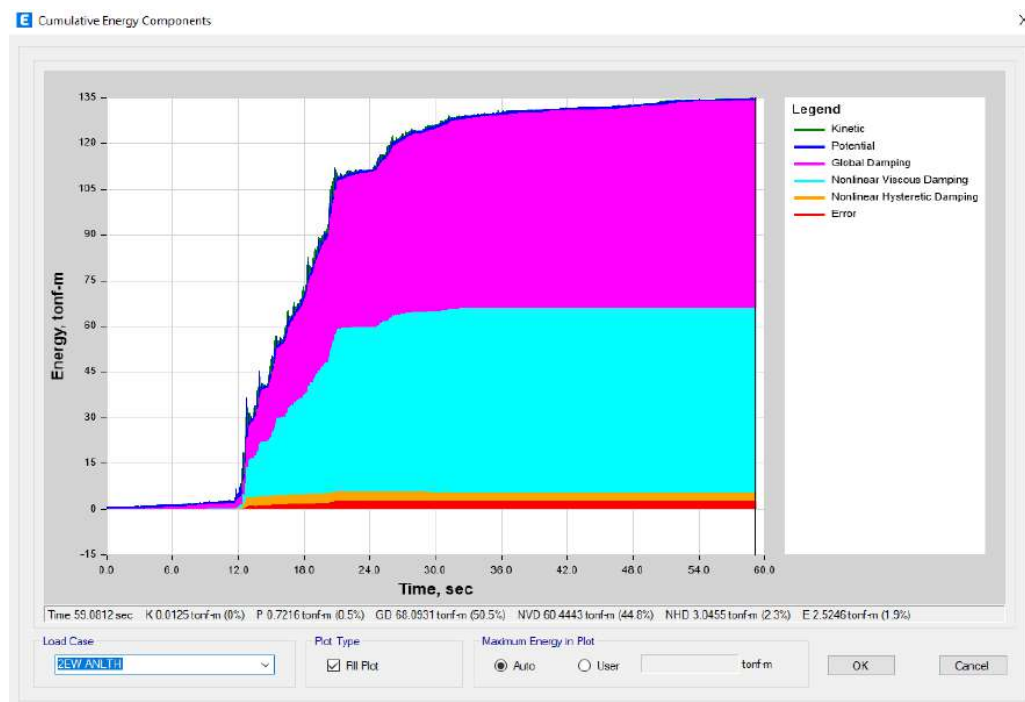
Balance Energético Sismo Loreto 2024

Dirección	Energía	Energía (Ton*M)	Porcentaje (%)
EW (X-X)	Entrada	134.84	100
	Disipador	60.44	44.83
	Edificio	68.09	50.50
NS (Y-Y)	Entrada	86.67	100
	Disipador	59.08	68.17
	Edificio	22.35	25.78

Nota. Elaboración propia

Figura 34

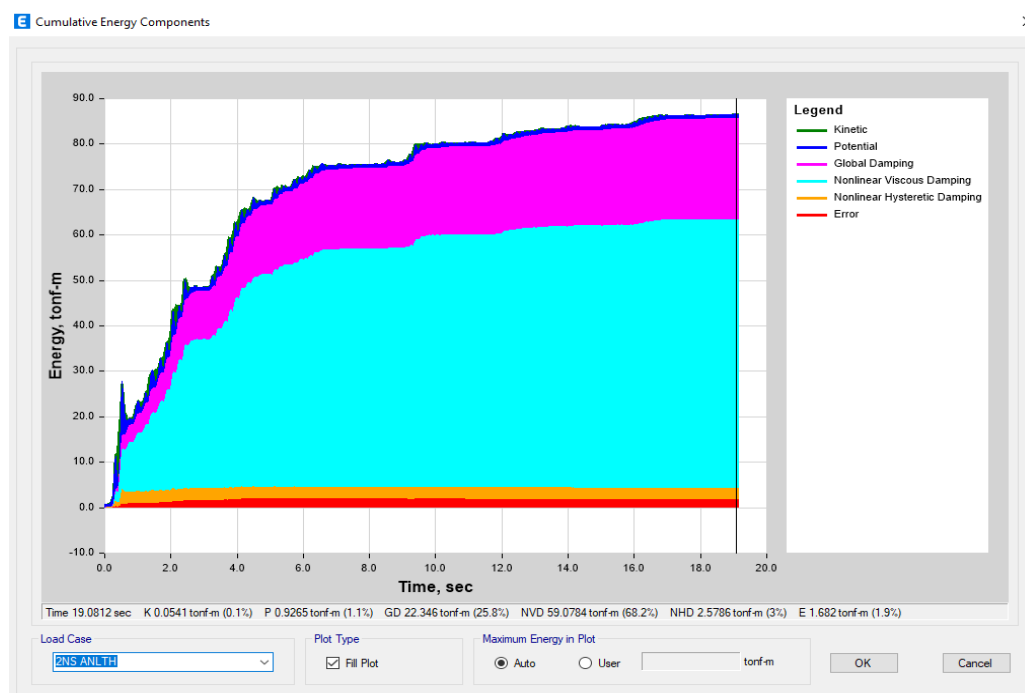
Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Loreto 2024 EW



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 35

Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo Loreto 2024 NS



Nota. Tomado del Software Etabs.

Para el Sismo de San Martín 2023 aplicado al Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, se ha efectuado el análisis del balance energético, obteniendo que, la energía de entrada de la estructura en la dirección EW (XX) es de 61.76 ton*m, lo cual hace referencia al 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 30.13ton*m, siendo 48.79% de la energía, por lo que la energía que soporta la edificación es de 27.17, equivalente al 44.00% de la energía de entrada del sismo. Así también, para la dirección NS (YY), se ha determinado que, la energía de entrada de la estructura es de 82.53 ton*m, lo cual representa el 100% de la energía; el disipador de energía fluido viscoso libera 55.07 ton*m, equivalente a 66.72%; por lo tanto, la energía que soporta el edificio es de 22.88 ton*m, siendo el 27.72% de la energía de entrada total.

Tabla 28

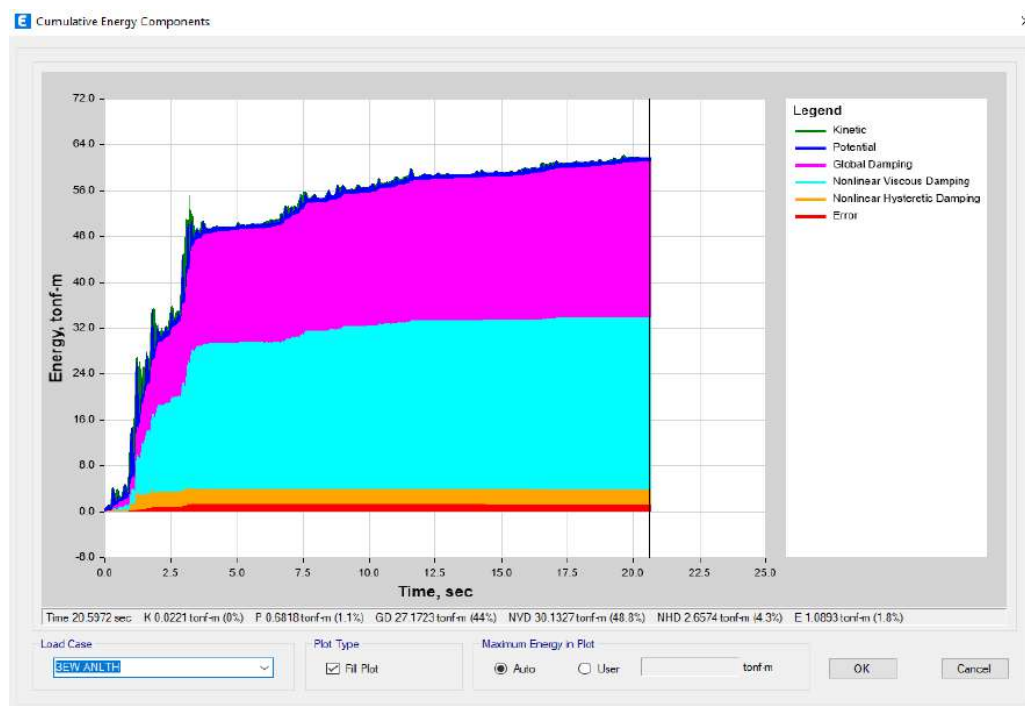
Balance Energético Sismo San Martín 2023

Dirección	Energía	Energía (Ton*M)	Porcentaje (%)
EW (X-X)	Entrada	61.76	100
	Disipador	30.13	48.79
	Edificio	27.17	44.00
NS (Y-Y)	Entrada	82.53	100
	Disipador	55.07	66.72
	Edificio	22.88	27.72

Nota. Elaboración propia

Figura 36

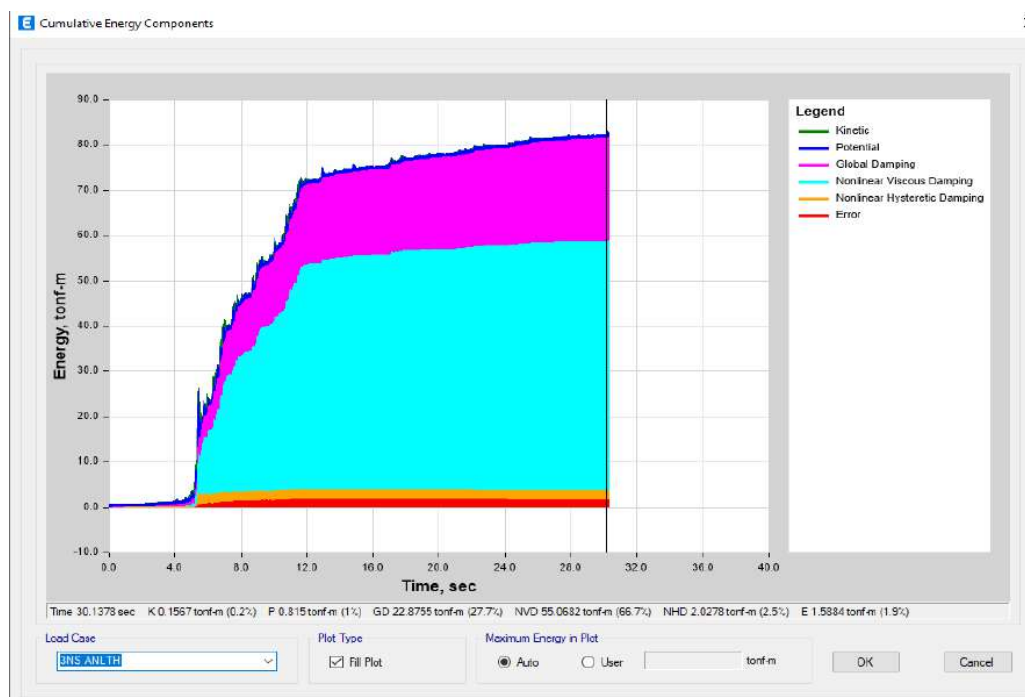
Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo San Martín 2023 EW



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 37

Balance Energético que Libera cada Elemento – Sismo San Martín 2023 NS



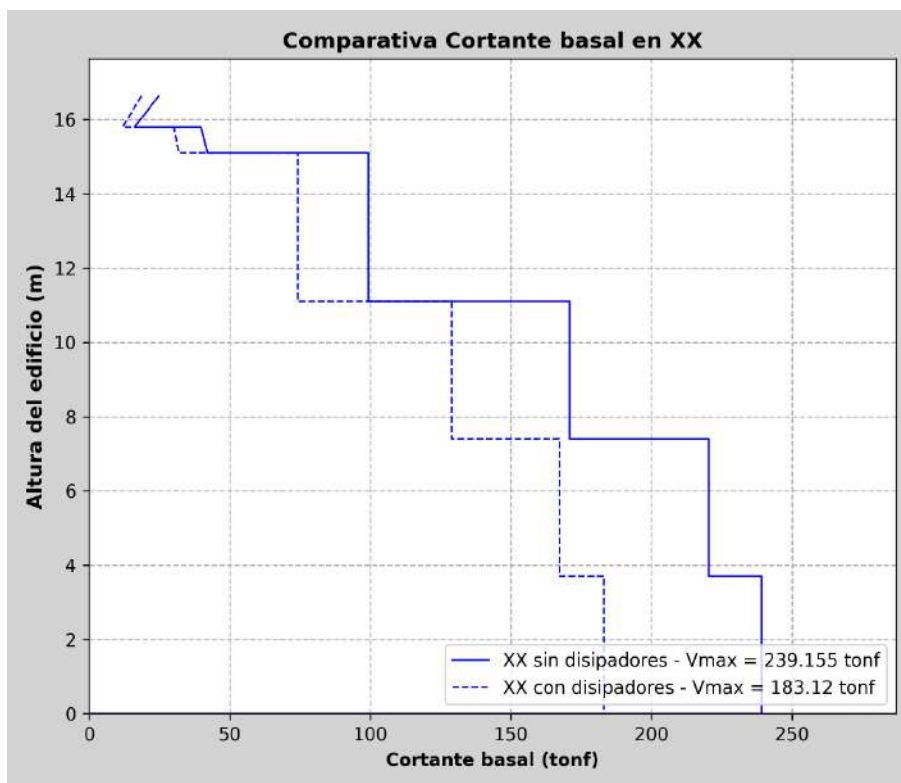
Nota. Tomado del Software Etabs.

IV. DISCUSIÓN

Se realizó el análisis dinámico lineal al Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, comprobando que la edificación sin y con disipadores presenta tanto en la dirección XX como en la dirección YY, valores de desplazamientos y derivas dentro de los límites permisibles en la Norma E.030, las cuales son menores que 0.007. Sin embargo, la fuerza cortante basal dinámica no cumple con los mínimo establecido, ya que es menor al 80% de la fuerza cortante estática, no obstante, Cabrera (2022), en su investigación aplicó un factor de amplificación para que su cortante basal obtenida en el eje X cumpla con los requerimientos normativos.

Figura 38

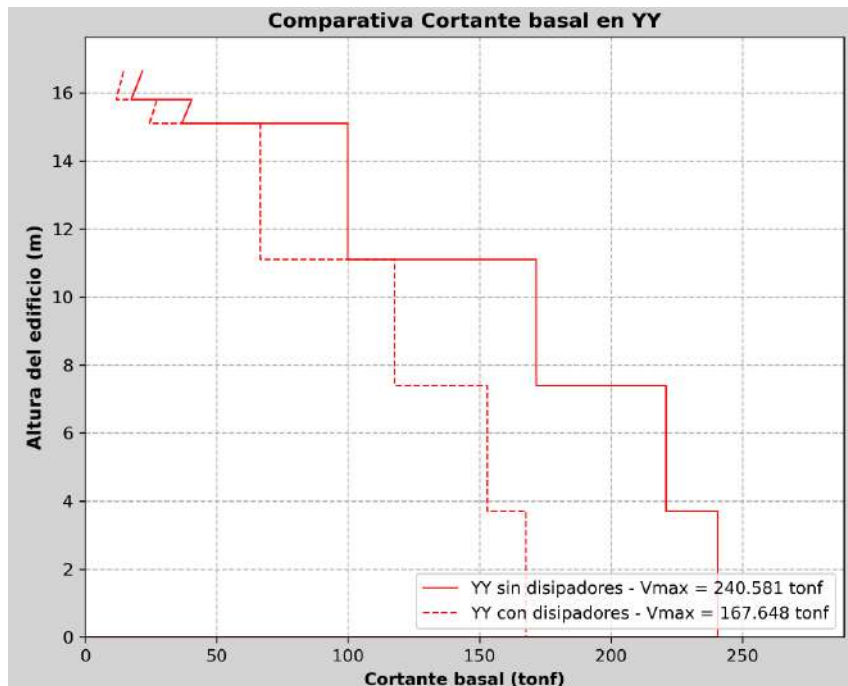
Comparativa Cortante Basal en la Dirección XX con y sin Disipadores



Nota. Tomado del Software Etabs.

Figura 39

Comparativa Cortante Basal en la Dirección YY con y sin Disipadores

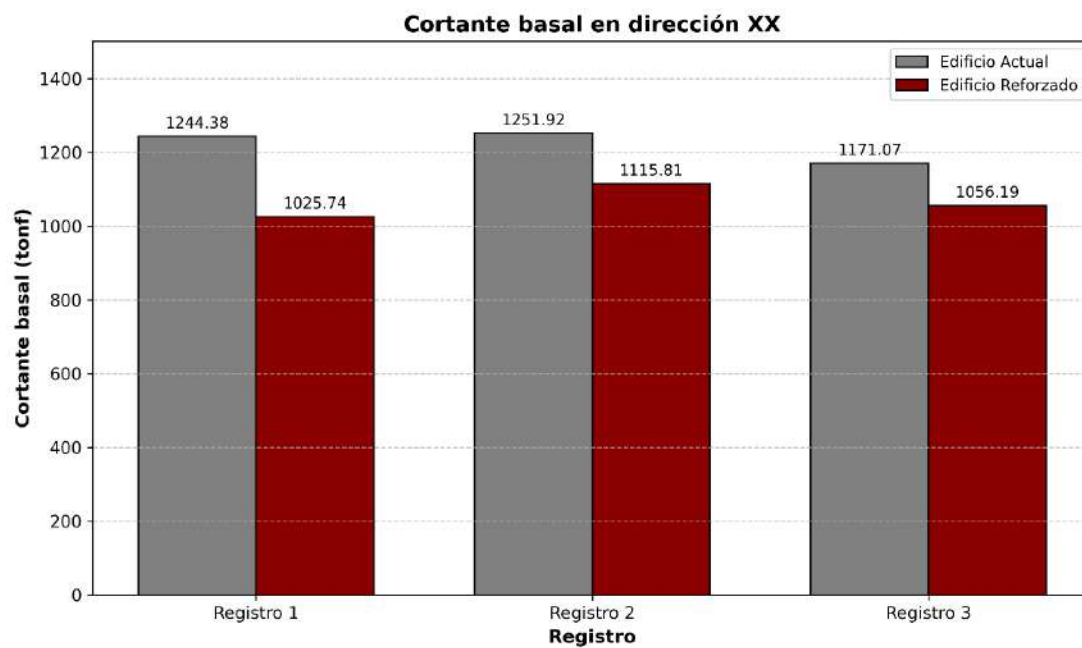


Nota. Tomado del Software Etabs.

Se realizó el análisis dinámico no lineal tiempo - historia al Bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, comprobando que al insertar los disipadores a la edificación la cortante basal en la dirección XX se redujo en un 17.57%, 10.87% y 9.81% en los tres registros. Asimismo, para la dirección YY disminuyó un 16.10%, 18.69% y 19.77% para los tres registros sísmicos. Por otro lado, se logró disminuir las derivas en el eje XX en 28.85%, 24.44% y 39.62%; en el eje YY se redujo en 54.69%, 40.68% y 41.38% para cada registro sísmico. Además, se obtuvo en el eje XX e YY respectivamente una reducción de los desplazamientos de 27.14% y 54.54% en el registro 1, 21.67% y 38.03% en el registro 2, y por último para el registro 3 disminuyó 36.36% y 40.28%; lo cual coincide con Cuyán et al., (2022), que manifiesta que los desplazamientos en la estructura con disipadores se redujeron en un rango del 52.85% al 81.49%, además las derivas en el sistema de muros estructurales cumplen con lo permisible en la Norma E.030, disminuyendo desde el 52.85% al 61.41% en el eje X y 61.13% al 70.26% en el eje Y. Siendo estos, resultados cercanos a los obtenidos en esta investigación.

Figura 40

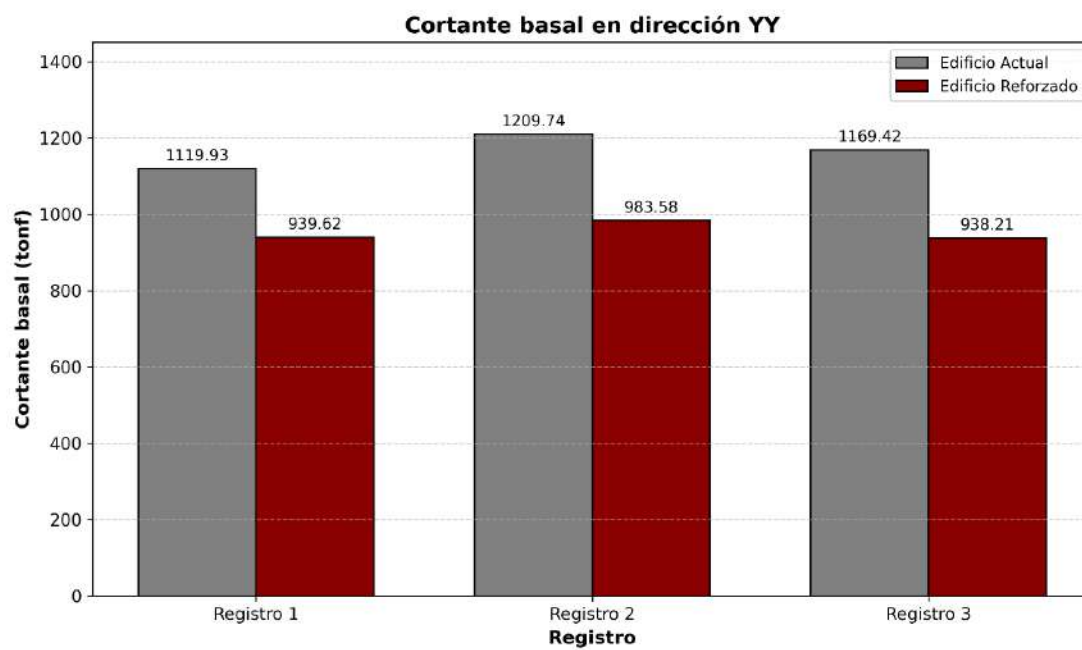
Comparativa Cortante en la Dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 41

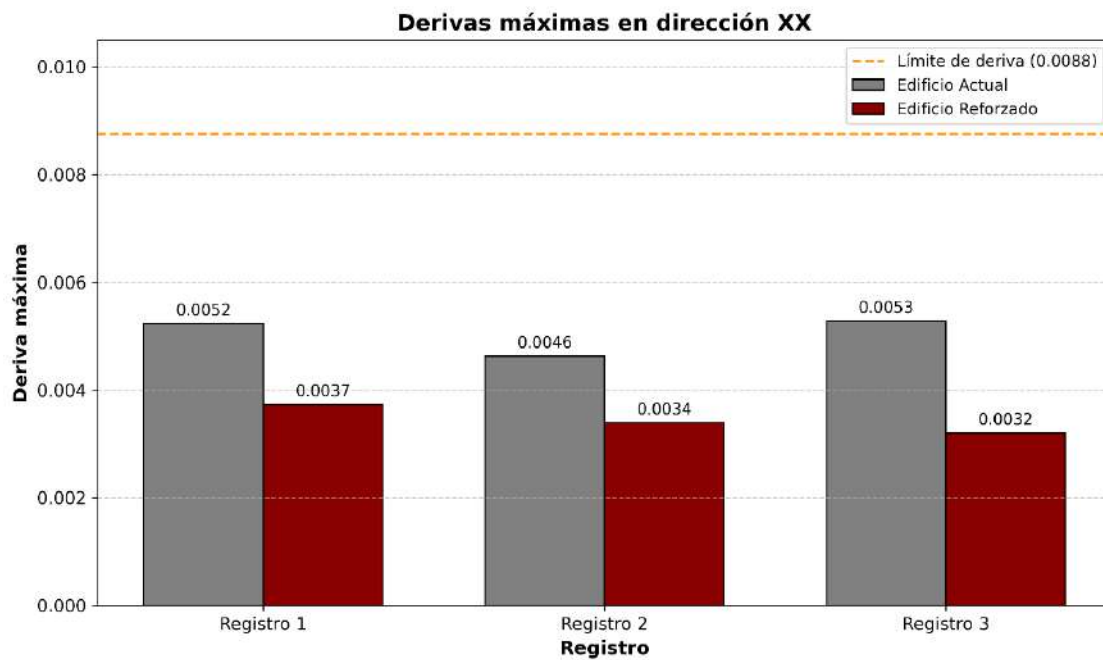
Comparativa Cortante en la Dirección YY para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 42

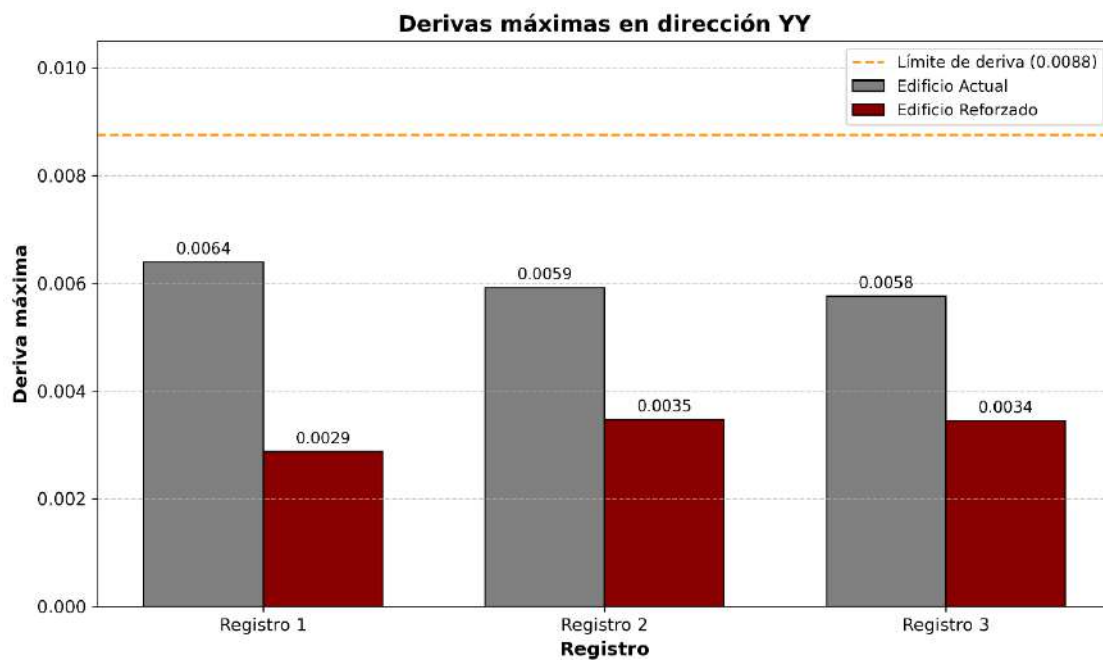
Derivas en la Dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 43

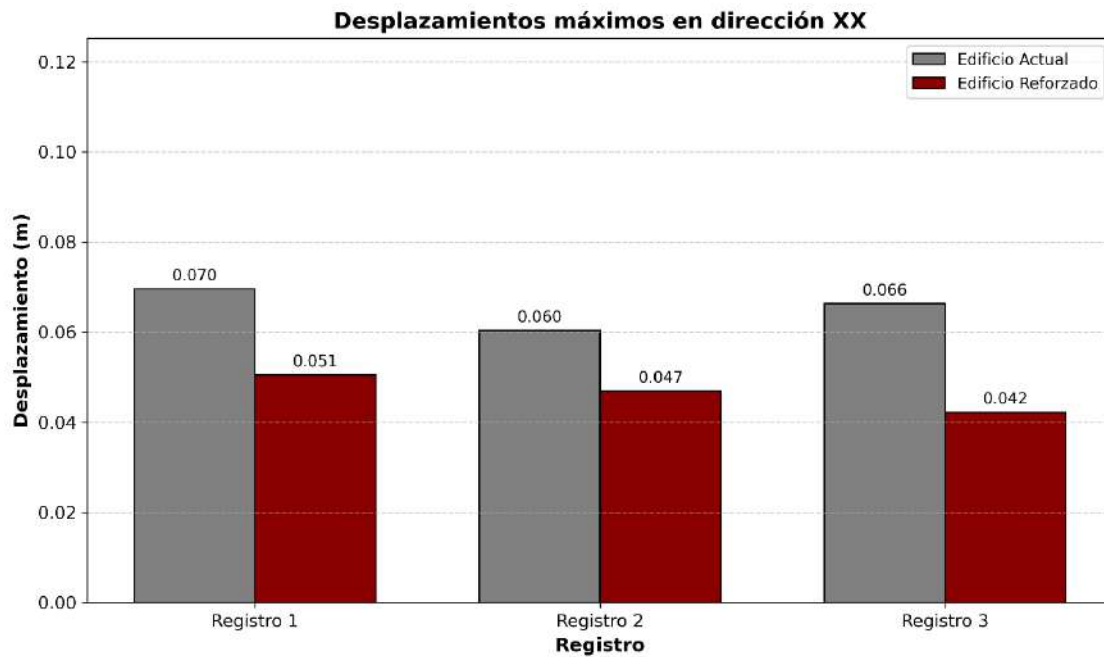
Derivas en la Dirección YY para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 44

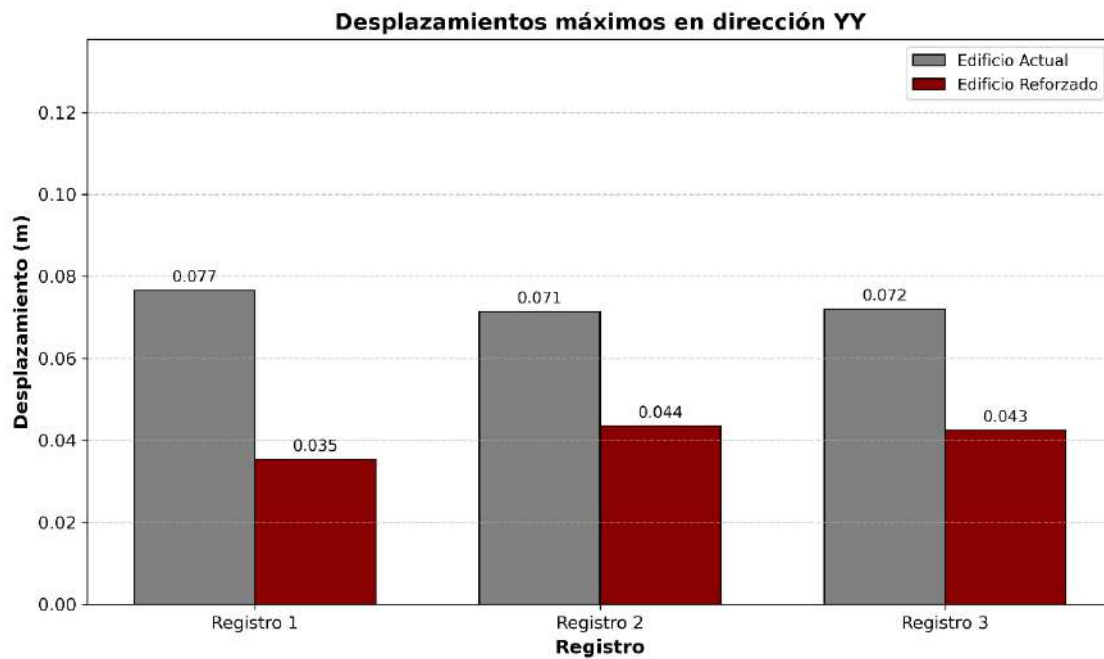
Desplazamientos en la Dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 45

Desplazamientos en la Dirección YY para cada Registro Sísmico

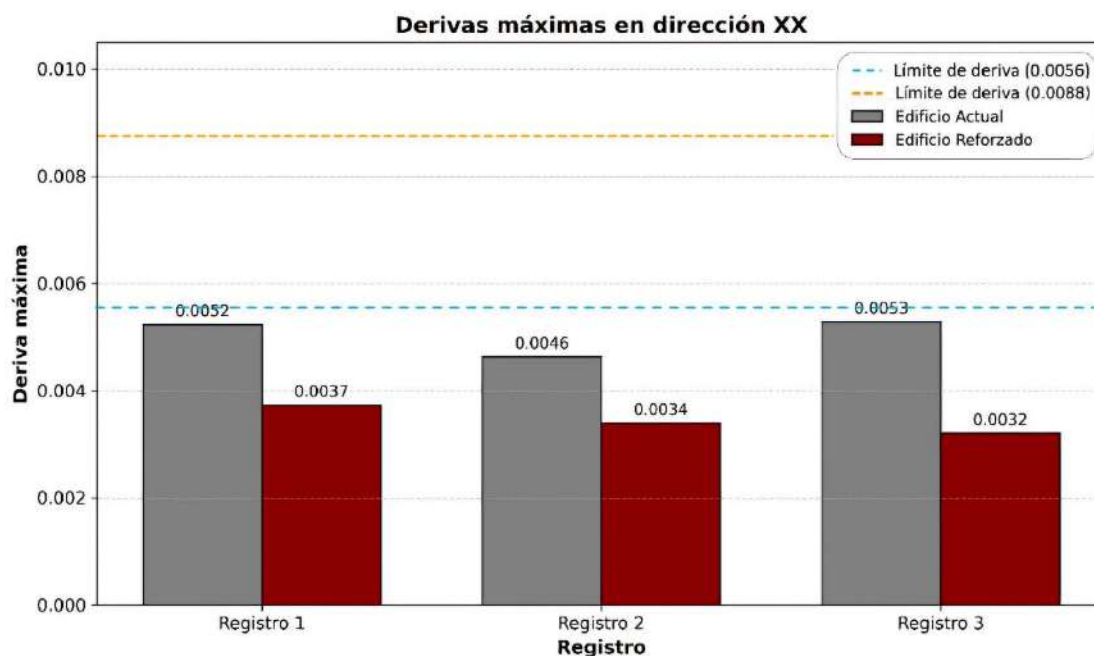


Nota. Elaboración propia.

Al haber ejecutado el análisis tiempo – historia, para los sismos Cajamarca 2021 (1EW-1NS), Loreto 2024 (2EW-2NS) y San Martín 2023 (3EW-3NS) en la estructura del Bloque I de Ingeniería Civil correspondiente a muros estructurales, se obtuvieron las derivas tanto en la dirección XX e YY, con el fin de verificar si superan el límite permisible de daño de 0.0056, según la Normativa Internacional HAZUS. Se obtuvo que las derivas son mayores al límite en la dirección YY. Sin embargo al reforzar la edificación con disipadores fluido viscoso, cumple con las derivas menores a lo establecido, tal como lo expresa en su investigación Cornejo (2020), al aplicar la metodología HAZUS para un análisis por desempeño ante sismo severo, comprobó que las derivas se redujeron tal que los valores obtenidos resultaron menores a los contemplados en dicha Normativa.

Figura 46

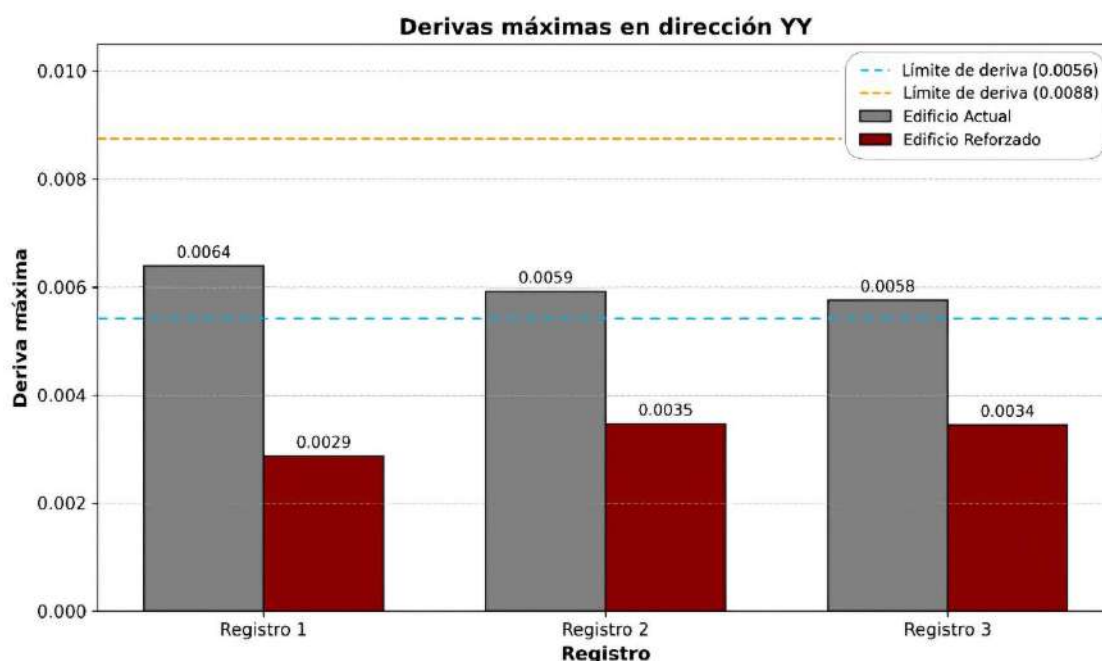
Derivas en la Dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 47

Derivas en la Dirección YY para cada Registro Sísmico

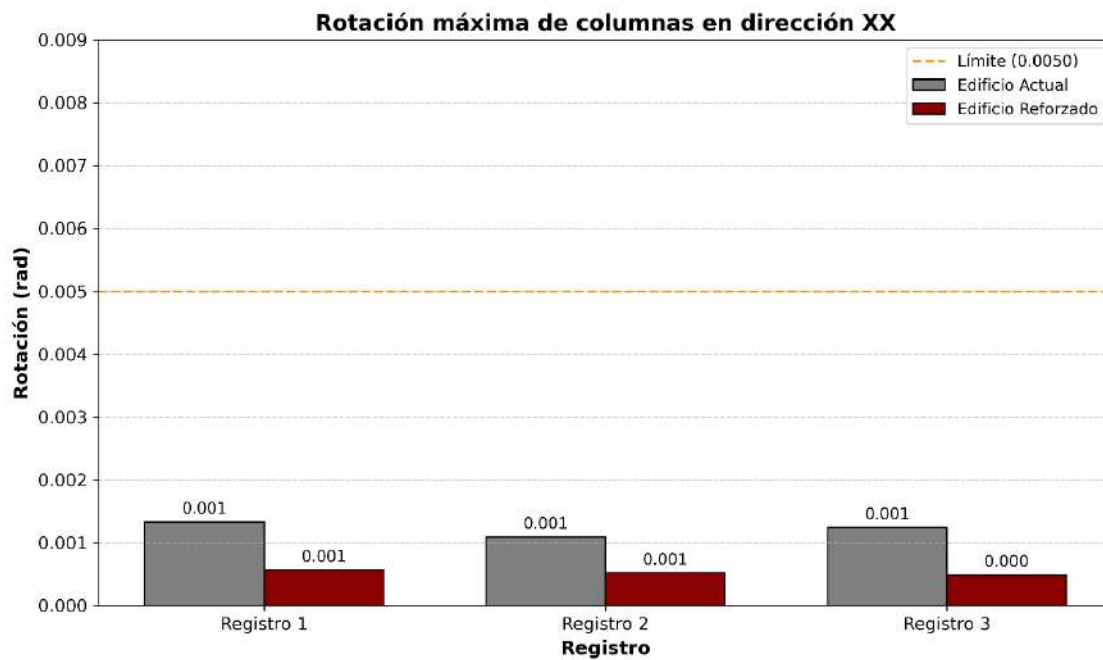


Nota. Elaboración propia.

Los diagramas momento – rotación permite evidenciar el comportamiento de los elementos estructurales con y sin disipadores, considerando los límites de desempeño para ocupación inmediata obtenidas de la normativa internacional ASCE 41, donde las columnas en ambos ejes cumplen con el límite de 0.005, sin embargo, los muros estructurales exceden su límite de 0.003, es por ello que al insertar los disipadores se redujo las rotaciones máximas en un 36.96% para el eje X y un 57.41% en la dirección Y. En este sentido, para las vigas que presentan un límite de rotación de 0.005, se obtuvo una disminución de 66.67% y 63.51% en la dirección X e Y respectivamente. Ante ello, Ancasi (2020) en su trabajo de investigación al comparar las rotación en una viga obtenida igual a 0.0056 en el sistema estructural convencional frente a la resultante en el sistema estructural con disipadores igual a 0.0036, lo cual demuestra que se redujo en un 38.88%, indicando que existe un mayor daño estructural en la edificación sin disipadores.

Figura 48

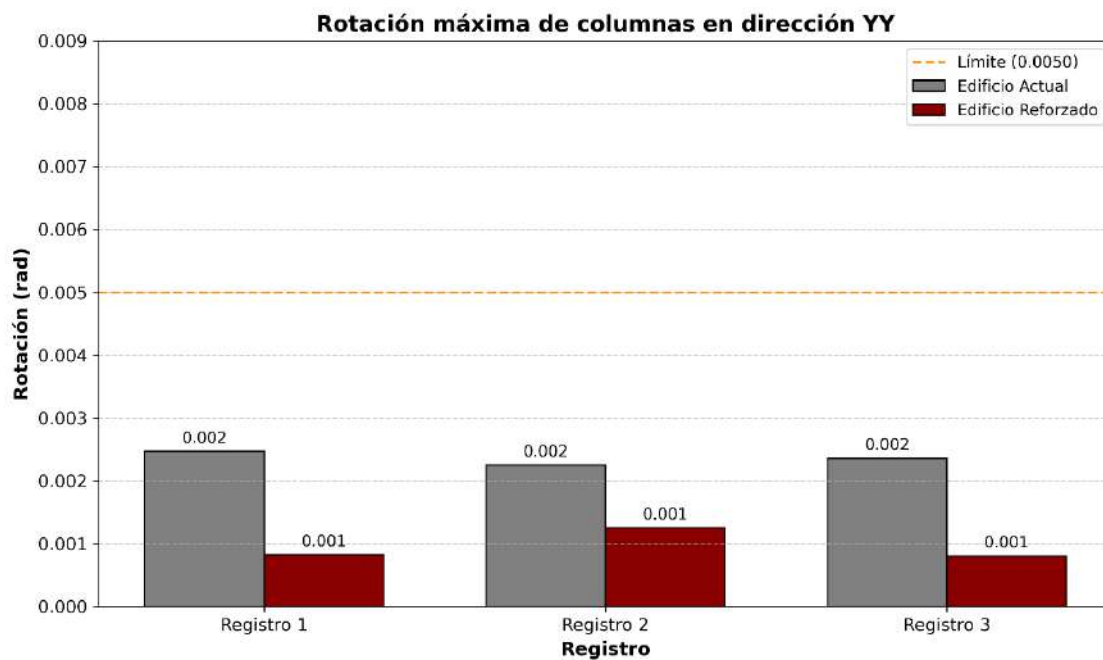
Rotación Máxima de Columnas en dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 49

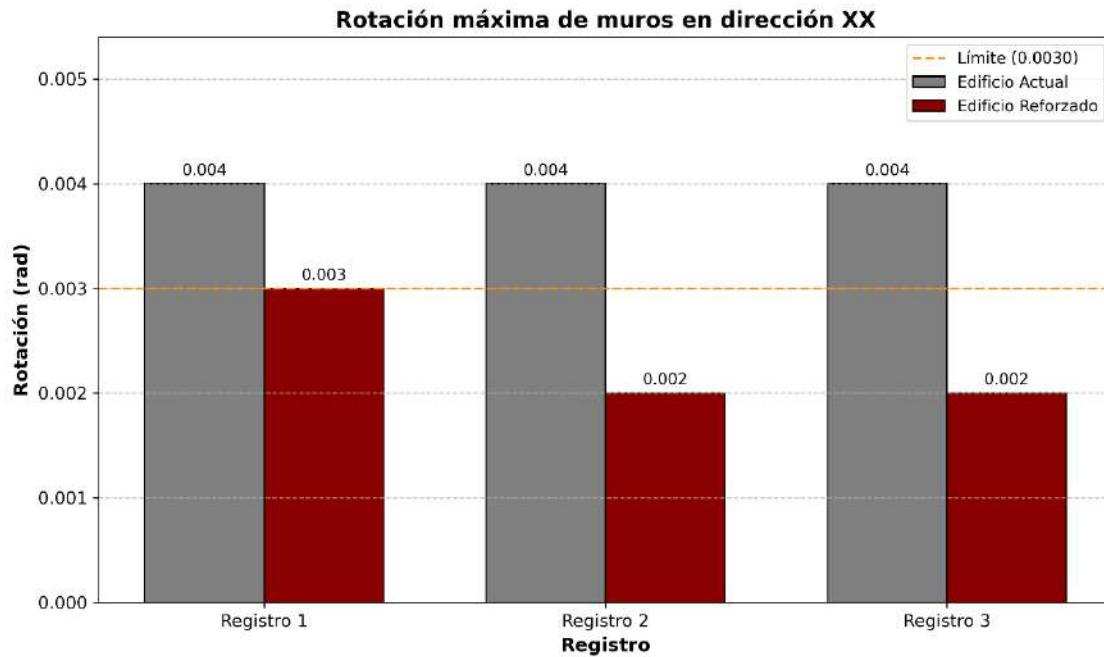
Rotación Máxima de Columnas en dirección YY para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 50

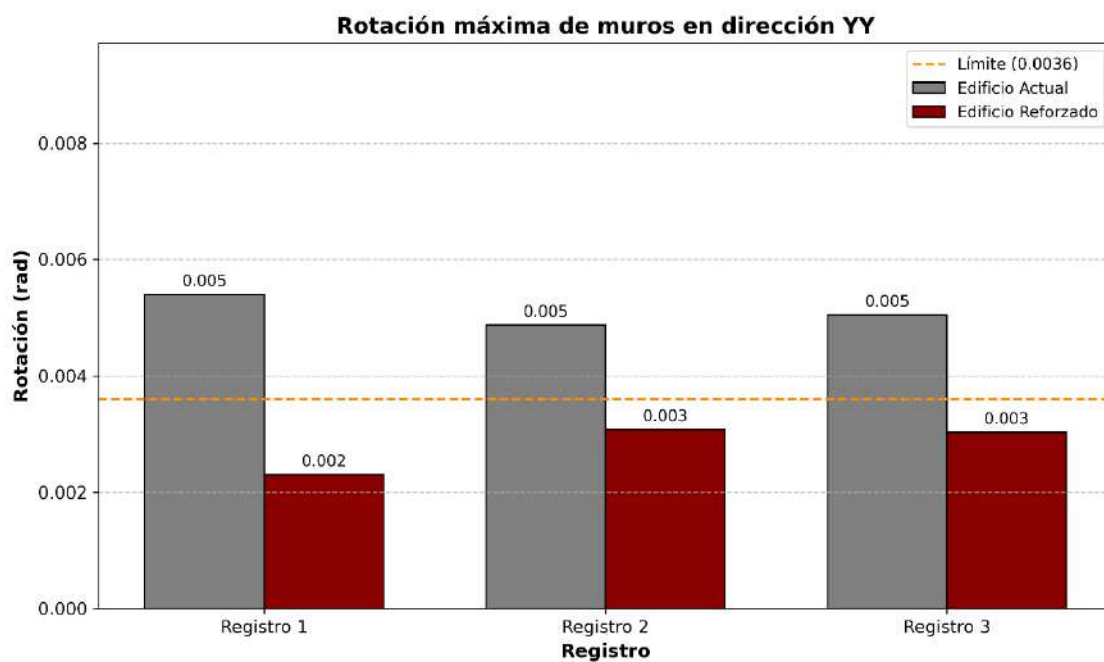
Rotación Máxima de Muros en dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 51

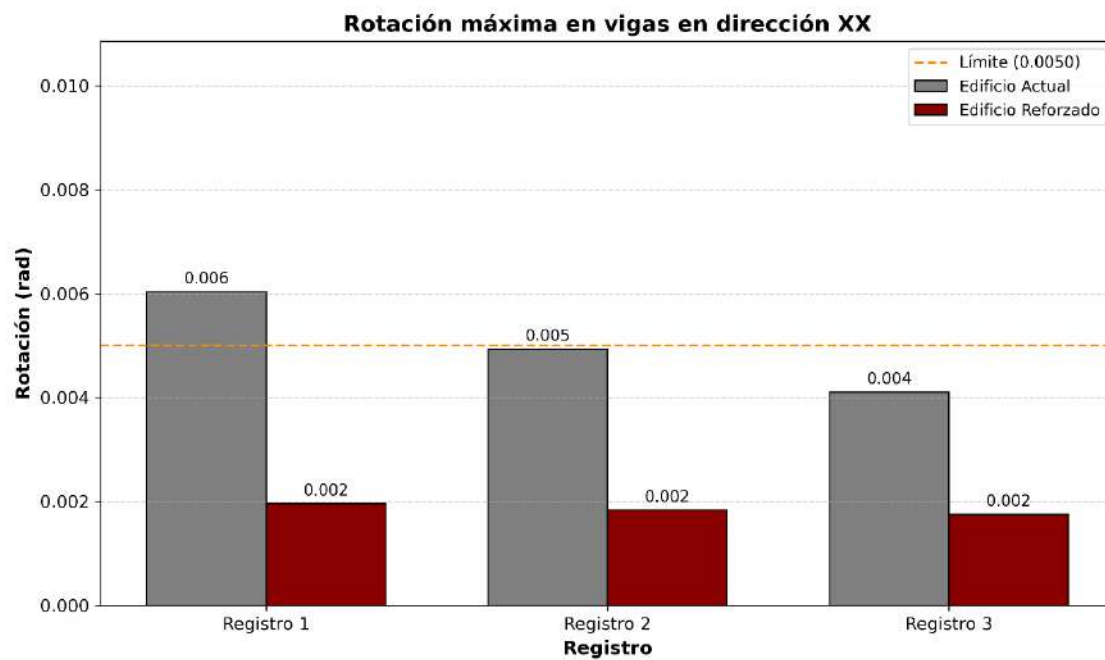
Rotación Máxima de Muros en dirección YY para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 52

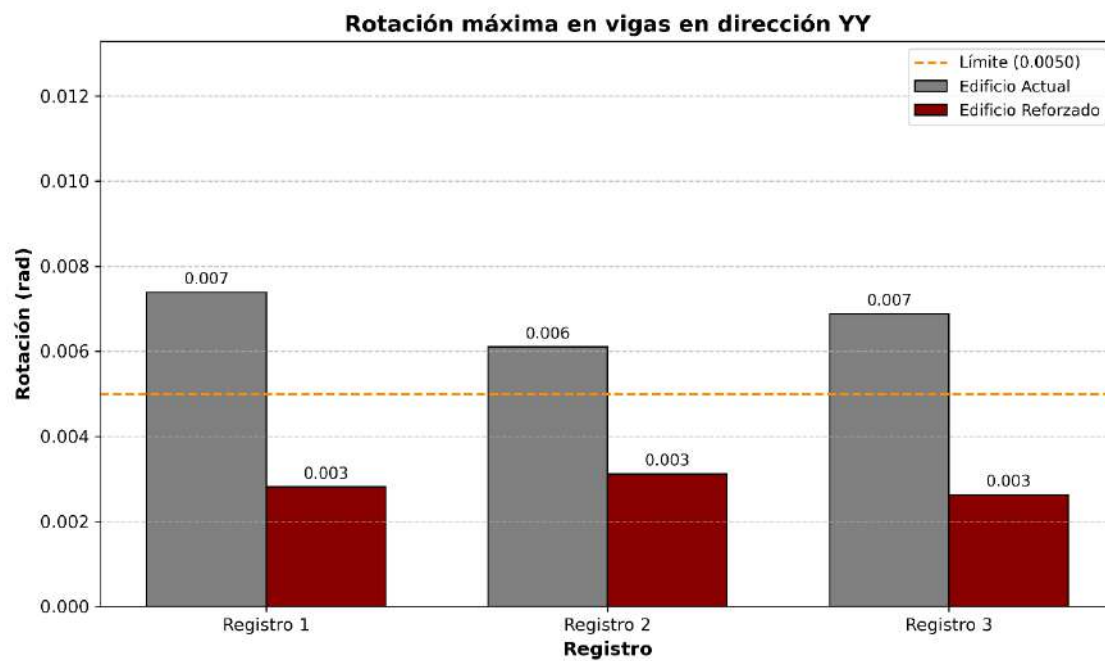
Rotación Máxima de Vigas en dirección XX para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Figura 53

Rotación Máxima de Vigas en dirección YY para cada Registro Sísmico



Nota. Elaboración propia.

Los disipadores fluido viscoso absorbieron de la energía generada por los sismos un 48.57%, 44.83% y 48.79% en la dirección XX y 66.19%, 68.17% y 66.72% en YY, lo que mejora significativamente la capacidad del módulo de ingeniería civil para soportar eventos sísmicos sin comprometer su integridad estructural al reducir la energía en un promedio mayor a 50% en ambas direcciones de análisis, garantizando la seguridad y estabilidad necesaria permitiendo cumplir con los parámetros especificados tanto en Normas Nacionales (E.030) como Internacionales (ASCE 41, HAZUS), no obstante Pastuña et al., (2024) en su investigación afirma que la elección de los disipadores de energía fluido viscoso no debe basarse específicamente en la capacidad de disipación de energía, sino que además de ello se deben considerar las características de la estructura y los objetivos de desempeño sísmico contemplados para el proyecto; Soto (2023), evidencia que al insertar disipadores fluido viscoso mejoran la respuesta sísmica de las estructuras, debido a que permitió reducir por debajo de la máxima permisible las distorsiones excesivas de entrepiso que presentaba la estructura.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que insertar disipadores de energía fluido viscoso al módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén mejora el desempeño sísmico de la estructura, ya que los 16 dispositivos de amortiguación implementados absorbieron la energía generada por los 3 sismos de análisis en un promedio mayor al 50% en ambas direcciones, también se determinó una disminución máxima del 19.77% en la cortante basal, del 54.69% en las derivas y del 54.54% en los desplazamientos; estos resultados comparados con respecto a la estructura analizada sin disipadores. La reducción de estos valores esenciales para evaluar el desempeño sísmico de la estructura, evidenció también el comportamiento de los elementos estructurales en los diagramas momento - rotación con disipadores, en la que todos los elementos estuvieron dentro del rango de los límites de desempeño para ocupación inmediata. De esta manera los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de ingeniería civil, en donde la estructura garantiza su estabilidad y seguridad para los ocupantes ante sismos de magnitudes frecuentes en la zona de estudio.

Al evaluar el desempeño sísmico del bloque I del módulo de Ingeniería Civil de la UNJ, en cuanto a la cortante basal, los valores disminuyen significativamente en ambas direcciones con el uso de disipadores, lo cual también contribuye a un mejor desempeño sísmico. En dirección XX, la cortante basal se reduce de 1244.38, 1251.92 y 1171.07 a 1025.74, 1115.81 y 1056.19 tonf en los tres registros. En la dirección YY, la cortante baja de 1119.93, 1209.74 y 1169.42 a 939.62, 983.58 y 938.21 tonf. Estas disminuciones en la demanda de cortante basal indican que el sistema reforzado es capaz de disipar la energía sísmica de manera más eficiente, reduciendo la demanda de fuerza en la base y mejorando el desempeño general del edificio.

Con respecto a los desplazamientos máximos, los valores también disminuyen significativamente en ambas direcciones con el refuerzo. En la dirección XX, los desplazamientos bajan de 0.0696, 0.0604 y 0.0663 a 0.0496, 0.0461 y 0.0437 en los tres registros. En la dirección YY, los desplazamientos máximos también presentan reducciones considerables, de 0.0766, 0.0715 y 0.0721 a 0.0349, 0.0428 y 0.0418, respectivamente. Esta disminución en los desplazamientos máximos implica que el edificio reforzado experimenta una menor deformación durante los eventos sísmicos, manteniéndose en el rango de ocupación inmediata y minimizando el riesgo de daño estructural en los elementos principales.

En el análisis de derivas máximas en ambas direcciones (XX e YY), se evidencia una notable disminución en el edificio reforzado, con valores que se mantienen por debajo del límite de seguridad de 0.00875 acorde a la norma E030. En dirección XX, la deriva máxima disminuye de 0.0052, 0.0046 y 0.0053 a 0.0037, 0.0034 y 0.0032 en los tres registros, respectivamente. De igual forma, en la dirección YY, la deriva se reduce de 0.0064, 0.0059 y 0.0058 a 0.0029, 0.0035 y 0.0034 en los mismos registros. Estas reducciones reflejan una distribución más eficiente de las fuerzas sísmicas, mejorando la estabilidad del edificio y garantizando su funcionalidad sin alcanzar niveles críticos de daño.

Los disipadores de fluido viscoso han demostrado ser una solución eficaz para mejorar el desempeño sísmico del edificio, ya que permiten reducir de forma significativa las rotaciones plásticas, manteniendo todos los elementos estructurales en el rango de ocupación inmediata y mejorando el desempeño en términos de resguardo de vida en su situación actual. En este sentido, en las rotaciones en columnas, vigas y muros, el uso de disipadores de fluido viscoso ayuda a mantener estos valores dentro de los límites de ocupación inmediata acorde al ASCE 41 en ambas direcciones. En las columnas, donde el límite de ocupación inmediata es de 0.005, las rotaciones máximas en dirección XX se reducen de 0.0013, 0.0011 y 0.0012 a 0.0006,

0.0005 y 0.0006, respectivamente, y en dirección YY, de 0.0025, 0.0023 y 0.0024 a 0.0008, 0.0008 y 0.0012, todas ellas dentro del rango permitido. Para los muros, el límite de ocupación inmediata es de 0.003 en dirección XX y de 0.0036 en dirección YY; con el refuerzo, las rotaciones en dirección XX se reducen de 0.0046, 0.0042 y 0.0046 a 0.0030, 0.0030 y 0.0029, y en dirección YY disminuyen de 0.0054, 0.0049 y 0.0050 a 0.0023, 0.0023 y 0.0030, lo que asegura que los muros se mantengan en el rango seguro. Las vigas también presentan una disminución significativa en las rotaciones máximas. En dirección XX, donde el límite de ocupación inmediata es de 0.005, las rotaciones bajan de 0.0060, 0.0049 y 0.0041 a 0.0020, 0.0019 y 0.0018, manteniéndose dentro del límite de desempeño. En dirección YY, con el mismo límite, las rotaciones disminuyen de 0.0074, 0.0061 y 0.0069 a 0.0027, 0.0027 y 0.0030. Este control en las rotaciones permite que los elementos estructurales se mantengan en un estado de ocupación inmediata, garantizando que el sistema estructural pueda soportar de manera eficiente las cargas inducidas durante un evento sísmico.

Los resultados obtenidos demuestran que la incorporación de disipadores de fluido viscoso en la estructura es altamente efectiva para reducir derivas, desplazamientos y rotaciones, así como para disminuir la cortante basal. Esto mejora significativamente la capacidad del edificio para soportar eventos sísmicos sin comprometer su integridad estructural, manteniendo todos los elementos analizados dentro del límite de ocupación inmediata acorde al ASCE 41 y garantizando la seguridad y estabilidad necesarias. Los disipadores de fluido viscoso se consolidan como una solución robusta y efectiva para el refuerzo sísmico con la finalidad de una mejora en el desempeño y de protección en condiciones sísmicas exigentes.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Jaén considerar la implementación de disipadores de energía fluido viscoso en proyectos futuros de edificaciones esenciales, promoviendo estructuras más resilientes ante sismos frecuentes.

Se recomienda a los futuros investigadores que para determinar la deriva objetivo necesaria en el predimensionamiento de los disipadores se debe verificar si las distorsiones cumplen o no con los lineamientos establecidos tanto en las normas nacionales (E.030) como con las internacionales (HAZUS).

Se recomienda a los docentes universitarios considerar como tema de sílabo el análisis no lineal en estructuras, puesto que es importante para diseñar edificaciones resistentes a sismos, en esta investigación al insertar disipadores del tipo Fluido Viscoso ha sido indispensable trabajar con el Análisis Dinámico no Lineal Tiempo Historia para poder visualizar el comportamiento de los disipadores, ya que trabajan en función de la velocidad. Este análisis permite obtener resultados precisos y confiables para el diseño con disipadores.

Se recomienda al público académico considerar para el análisis datos sísmicos de zonas cercanas al lugar de estudio, esto con el fin de que el comportamiento de la estructura sea diseñado con datos que son propensos a suceder y obtener resultados cercanos a la realidad sin generar un sobredimensionamiento de los elementos estructurales y de los protectores sísmicos.

Se recomienda a los lectores tener en cuenta los resultados obtenidos del tema de estudio, enlazándolos con nuevas ideas de investigación tales como la aplicación de otros modelos de disipadores de energía, la disposición de estos en las estructuras, el costo beneficio de su aplicación, así como el diseño de nuevos tipos de disipadores estructurales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

50 E.020 CARGAS.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

American Society of Civil. (s. f.). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings (41-17)*. Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://sp360.asce.org/personifyebusiness/Merchandise/Product-Details/productId/233163464>

Anccasi Huayra, R. (2020, enero 17). *Propuesta de un método para el diseño de edificios con disipadores pasivos de energía utilizando registros sísmicos peruanos*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15598>

Atc40toc.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de <https://www.atcouncil.org/pdfs/atc40toc.pdf>

Cabrera Medina, E. T. (2022). *Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota*. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/280>

Campos-Vasquez, N., Neyra-Torres, J. L., Manturano-Chipana, R. K., Oropeza-Rojas, J. P., Baldeon-Sosa, J. A., Cerrón-Mercado, S. C., & Chupillon-Aranda, A. B. (2022). Influence of dissipating elements on the effect of earthquakes on Buildings 2021. *Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions"*. 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Education, Research and Leadership in Post-pandemic

Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions”.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.230>

Código ASCE/SEI 7-16. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de
<https://aulaseproinca.blogspot.com/2017/12/descarga-el-codigo-ascesei-7-16-pdf.html>

Cornejo Llontop, C. J. (2020). Diseño sísmico con disipadores de energía de fluido viscoso para mejorar comportamiento estructural en edificación de 10 pisos. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86157>

Cuyán, A. E., Muñoz, S. P., Cuyán, A. E., & Muñoz, S. P. (2022). Uso de Disipadores de Fluido Viscoso como medida de Reforzamiento Estructural. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 16(32), 52-57. <https://doi.org/10.31908/19098367.2757>

Del Carpio Gavidia, R. G., & Tanta Gomez, W. R. (2023). *Evaluación del desempeño sísmico de los planos modificados del Hospital Luis Negreiros Vega—Callao, aplicando disipadores de fluido viscoso en disposición diagonal y Chevron*.

E.030 Diseño Sismo resistente.pdf. (s. f.). Recuperado 25 de noviembre de 2024, de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686410/E.030%20Dise%C3%B1o%20Sismo%20resistente.pdf>

E.060-concreto-armado-sencico.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de
<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

FEMA274-1997.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2024, de
<https://www.conservationtech.com/FEMA-publications/FEMA274-1997.pdf>

Gaxiola-Camacho, J. R. (2022, mayo 28). *DISEÑO SÍSMICO BASADO EN DESEMPEÑO – REVISIÓN DE UNA FILOSOFÍA ALTERNATIVA DE DISEÑO*.

Guillen, H. F. S. (2021). *Tutor: Ing. Mg. Betzabeth Jessenia Suquillo Ronquillo*.

Kookalani, S., & Shen, D. (2020). Effect of Fluid Viscous Damper parameters on the seismic performance. *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, 4(3), 141-153.
<https://doi.org/10.22034/jcema.2020.232288.1025>

Malavé Láinez, J. Y. (2022). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena* [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022.].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8439>

Manuales técnicos y de usuario de Hazus | FEMA.gov. (2024, noviembre 21).
<https://www.fema.gov/flood-maps/tools-resources/flood-map-products/hazus/user-technical-manuals>

Moreno, W. A. P., Ceron, A. L. S., & Ruiz, A. F. O. (2023). Comparison between a traditional Colombian Structural Design and the Use of Viscous-Type Energy Damping Systems (2021). *Ingeniería e Investigación*, 43(1), Article 1.
<https://doi.org/10.15446/ing.investig.99281>

Ortega Toala, A. A. (2022). *COMPARACIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO DE UN EDIFICIO CONVENCIONAL VERSUS UN EDIFICIO CON SISTEMA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA TIPO ADAS, MEDIANTE UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL* [bachelorThesis, Jijpajapa.UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3617>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Oviedo Gutiérrez, G. A. (2022). Mejora del desempeño sísmico mediante el uso de encamisado de elementos estructurales en el pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de La Universidad Nacional de San Agustín—Arequipa. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11557>

Pastuña, F. G. C., Cuasapaz, D. P. G., & Ñacato, J. E. F. (2024). Análisis Técnico Comparativo Utilizando Disipadores Sísmicos Tipo FVD y SLB en Estructuras Metálicas Regulares. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), Article 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13339

Perez Julca, J. C. (2022). *Diseño por desempeño sísmico de un edificio aporticado de 7 niveles con y sin disipadores de fluido viscoso en la ciudad de Nueva Cajamarca-2020*. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1577>

Pérez, S. P. M., & Barboza, A. E. C. (2022). Uso de Disipadores de Fluido Viscoso como medida de Reforzamiento Estructural. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 16(32), Article 32. <https://doi.org/10.31908/19098367.2757>

Príncipe Quiñones, A. P. (2020). *Influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada, Trujillo 2020*.

Soto, R. F. G. (2023). Análisis del uso de disipadores de fluido viscosos para el edificio Roles de la ciudad de Sucre. *Revista Técnica de la Construcción*, 1(20), Article 20.

Tudor, A., & Bratu, P. (2024). The Assessment of the Seismic Answer of Structures with Viscous Fluid Dissipators Included in the Construction and Functionally. En N. Herisanu & V. Marinca (Eds.), *Acoustics and Vibration of Mechanical Structures—AVMS-2023* (pp. 271-282). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48087-4_29

Villegas Lanza, J. C. (2020). *[IGP] Deformación cortical y potencial sísmico en la zona de subducción del Perú (Biblioteca SIGRID)*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/13937>

Wong Rafael, K. A., & Wong Rafael, W. R. (2021). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando los Índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las edificaciones comunes en la ciudad de Pomalca. *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8535>

Zhang, Y., Fung, J. F., Johnson, K. J., & Sattar, S. (2022). Review of Seismic Risk Mitigation Policies in Earthquake-Prone Countries: Lessons for Earthquake Resilience in the United States. *Journal of Earthquake Engineering*, 26(12), 6208-6235. <https://doi.org/10.1080/13632469.2021.1911889>

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme en todo momento y cada oración, cuidándome y brindándome la salud y fuerzas necesarias que me han permitido llegar donde estoy. A mis queridos padres, Manuel Olaya Labán y Carmela Hernández Cabanillas, al ser mi inspiración y ejemplo a seguir por sus enseñanzas, palabras de aliento, abrazos reconfortantes y fe inquebrantable que ha sido mi mayor fortaleza. A mis preciados hermanos, especialmente a Yanira, Esmeralda y Kiara, que con su ejemplo se han convertido en mi fuente de conocimiento y pilares de fuerza, haciendo que cada desafío sea más llevadero y cada logro más gratificante.

Bach. Olaya Hernández Gladis Lizbeth

A Dios, por regalarme la vida, darme salud, fortaleza y sabiduría en cada paso de mi camino para así concretar mis sueños y metas. A mis queridos padres, Claudio Torres González y Sara Gavidia Coronel, pilares de mi vida, quienes, con su amor incondicional, sacrificios y apoyo constante, son mi fuente de motivación, guía e inspiración en los momentos difíciles. A mi preciada hermana Nancy y mi pequeña sobrina Kailani Hanaeth, inspiración constante de valentía y perseverancia, quiénes siempre han estado a mi lado con su apoyo y palabras de ánimo, recordándome que no estoy sola en este viaje.

Bach. Torres Gavidia Merly

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la fortaleza física y mental para cumplir mis objetivos planteados como persona y futura profesional. A mis queridos padres, por estar presentes económica y emocionalmente en esta etapa fundamental de mi vida. A la Universidad Nacional de Jaén, por su compromiso continuo hacia la excelencia académica. A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por sus conocimientos, orientación y asesoramiento impartido durante mi formación profesional. A nuestro asesor de tesis el M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban, por guiarnos y orientarnos durante el periodo de elaboración del presente informe. Agradezco también a los miembros del jurado calificador: Dr. Marco Antonio Martínez Serrano (presidente), Mg. Juan Alberto Contreras Moreto (secretario) y el Mg. William Suarez Peña (vocal) por su tiempo y comentarios constructivos.

Bach. Olaya Hernández Gladis Lizbeth

A Dios, por ser mi guía constante y la fuente de fortaleza en cada aspecto y etapa de mi vida. A mi familia por el apoyo emocional, económico y su notable presencia en este proceso tan importante para mí desarrollo personal. A la Universidad Nacional de Jaén, por brindarme las herramientas y el espacio adecuado para crecer como profesional. Agradezco a cada uno de los docentes que contribuyeron a mi formación y hacer de este camino una experiencia enriquecedora. A nuestro asesor de tesis el M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban, cuyo conocimiento, paciencia y guía fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Agradezco también a los miembros del jurado calificador: Dr. Marco Antonio Martínez Serrano (presidente), Mg. Juan Alberto Contreras Moreto (secretario) y el Mg. William Suarez Peña (vocal) por su profesionalismo y tiempo brindado en el desarrollo del presente informe.

Bach. Torres Gavidia Merly

ANEXOS

Anexo A. Matriz de Consistencia

Tesis: Influencia de los disipadores de Energía Fluido Viscoso en el Desempeño Sísmico del Módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Problema General: ¿De qué manera los disipadores de energía fluido viscoso influyen en el desempeño sísmico del módulo de ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén?	Objetivo General: Determinar de qué manera los disipadores de energía tipo fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.	Los disipadores de energía fluido viscoso mejoran el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.	VI: Disipadores de Energía Fluido Viscoso VD: Desempeño sísmico	Análisis Dinámico Lineal Análisis Dinámico No Lineal Tiempo-Historia.	Enfoque: Cuantitativo Diseño de Investigación: No experimental. Población: Módulos de la Universidad Nacional de Jaén. Muestra: Módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén
	Objetivos Específicos: Obtener la cortante basal y dinámica, derivas, curva histerética, y respuesta en el tiempo; mediante el análisis dinámico lineal y no lineal tiempo-historia. Verificar si el módulo de ingeniera civil con y sin disipadores cumple con los lineamientos establecidos en las normas nacionales e internacionales. Comparar las distorsiones obtenidas con y sin disipadores de energía tipo fluido viscoso. Evaluar como influyen los disipadores de energía fluido viscoso en el desempeño sísmico del módulo de Ingeniería Civil.				

Anexo B. Panel Fotográfico

Figura 54

Verificación de las dimensiones de las columnas con respecto a los planos.



Figura 55

Verificación de las dimensiones de las placas con respecto a los planos.



Figura 56

Módulo de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén



Figura 57

Bloque de estudio del módulo de Ingeniería Civil



Figura 58

Evidencia 1 de avance del informe por parte del personal investigador



Figura 59

Evidencia 2 de avance del informe por parte del personal investigador



Anexo C. Eventos Sísmico Reportados Cerca de la Zona de Estudio 2021 – 2024

Tabla 29

Registros sísmicos reportados próximos a la provincia de Jaén, 2021 - 2024

LUGAR	FECHA Y HORA (LOCAL)	MAGNITUD	REFERENCIA
Cajamarca	21/07/2021 10:07:31	5.20	26 km al Oeste de San Ignacio, San Ignacio - Cajamarca
	13/10/2023 20:46:00	4.10	18 km al Noroeste de Jaén, Jaén - Cajamarca
	25/03/2024 13:47:40	4.20	10 km al Sureste de Jaén, Jaén - Cajamarca
Loreto	31/10/2022 08:22:35	5.70	53 km al Norte de Pastaza, Alto Amazonas - Loreto
	25/11/2023 07:59:51	5.50	157 km al Noroeste de Pastaza, Alto Amazonas - Loreto
	10/01/2024 18:54:43	5.20	35 km al Noreste de Moyobamba, Moyobamba - San Martín
San Martín	13/11/2023 23:48:31	4.80	55 km al Noreste de Moyobamba, Moyobamba - San Martín
	09/11/2023 12:50:24	5.40	15 km al Noreste de Saposoa, Huallaga - San Martín
	26/08/2024 20:33:39	4.50	8 km al suroeste de Uchiza, Tocache - San Martín

Nota. Obtenido del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID, 2024). Se resalta en rojo los sismos que se han considerado para el Análisis Dinámico No Lineal Tiempo Historia.

Anexo D. Ficha de Recolección de Datos

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CARRETERA JAEN - SAN IGNACIO KM. 24, SECTOR YANAYACU, JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ - 06801
TESISTAS	Bach. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Bach. Merly Torres Gavidia
FECHA	Septiembre, 2024

A. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

(Ficha Técnica)

I) Datos Informativos

Edificio
Ubicación
Uso
Número de Pisos
Sistema Estructural
Área total
Área Construida
Área libre

Modulo de Ingeniería Civil
Sector Yanayacu, Jaén
Educación Universitaria
4
Sistema Dual
1600.80 m2
1451.16 m2
149.64 m2

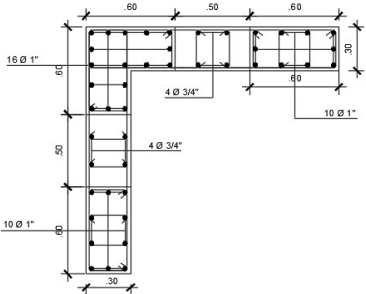
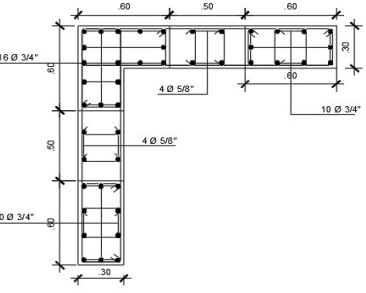
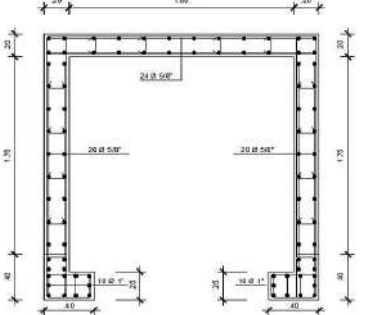
II) Objetivo

Recopilar los datos de todos los elementos estructurales que conforman la estructura del Módulo a estudiar.

III) Ítems

- | | |
|------|----------|
| A. 1 | Placas |
| A.2 | Columnas |
| A.3 | Vigas |
| A.4 | Losas |

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CARRETERA JAEN - SAN IGNACIO KM. 24, SECTOR YANAYACU, JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ - 06801	
TESISTAS	Bach. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Bach. Merly Torres Gavidia	
FECHA	Septiembre, 2024	

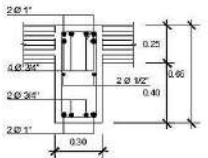
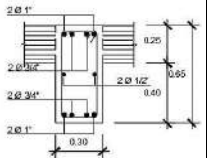
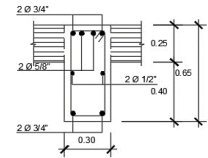
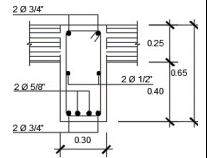
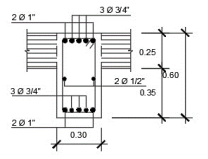
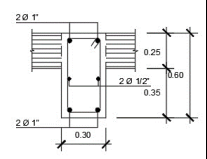
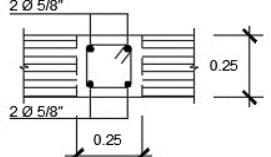
Módulo De Ingeniería Civil De La Universidad Nacional De Jaén (1 4 Nivel)	A.1. Placas									
	Nº Nivel	Denominación	Altura de Placa (m)	Tipo	b (m)		h (m)		Acero	
	NIVEL 1	PL1	3.70		b (1)	0.30	h (1)	1.70	36 Ø 1" + 8 Ø 3/4"	
	NIVEL 2		3.70		b (2)	1.70	h (2)	0.30		
	NIVEL 3	PL1	3.70		b (1)	0.30	h (1)	1.70	36 Ø 1" y 8 Ø 5/8"	
	NIVEL 4		5.52		b (2)	1.70	h (2)	0.30		
	NIVEL 1	PL2	3.70		b (1)	0.40	h (1)	2.35	20 Ø 1" + 64 Ø 5/8"	
	NIVEL 2		3.70		b (2)	2.20	h (2)	0.25		
	NIVEL 3		3.70							
	NIVEL 4		5.52							
Resistencia a la compresión del concreto f _c							210 kg/cm ²			
Resistencia a la fluencia del acero f _y							4200 kg/cm ²			

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CARRETERA JAEN - SAN IGNACIO KM. 24, SECTOR YANAYACU, JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ - 06801	
TESISTAS	Bach. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Bach. Merly Torres Gavidia	
FECHA	Septiembre, 2024	

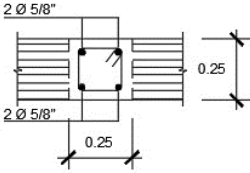
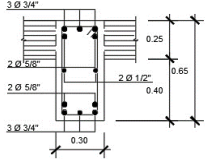
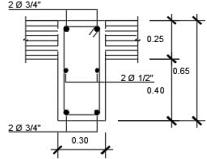
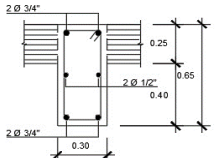
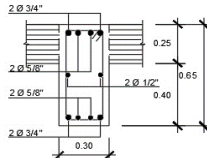
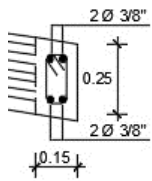
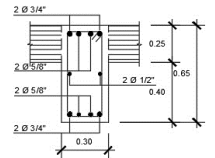
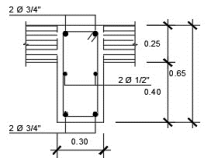
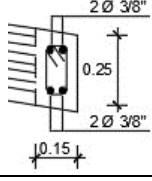
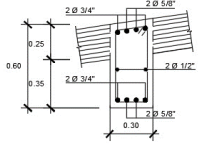
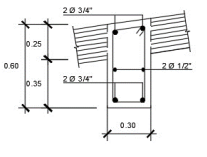
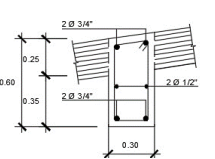
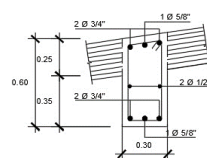
	A.2. Columnas									
	Nº Nivel	Denominación	Altura de Columna (m)	Tipo	b (m)		h (m)		Acero	
Módulo De Ingeniería Civil De La Universidad Nacional De Jaén (1 - 4 Nivel)	NIVEL 1	C1	3.70		b (1)	0.30	h (1)	0.55	12 Ø 1" + 6 Ø 3/4"	
	NIVEL 2		3.70							
	NIVEL 3		3.70							
	NIVEL 4		5.52							
	NIVEL 1	C2	3.70		b (1)	1.20	h (1)	0.30	6 Ø 1" + 10 Ø 3/4"	
	NIVEL 2		3.70							
	NIVEL 3	C2	3.70		b (1)	1.20	h (1)	0.30	6 Ø 3/4" + 10 Ø 5/8"	
	NIVEL 4		5.52							
	NIVEL 1	C3	3.70		b (1)	0.30	h (1)	0.60	16 Ø 3/4"	
	NIVEL 2		3.70							
	NIVEL 3		3.70							
	NIVEL 4		5.52							
NIVEL 1	C4	3.70		b (1)	0.60	h (1)	0.30	6 Ø 1" + 4 Ø 3/4"		
NIVEL 2		3.70								
NIVEL 3	C4	3.70		b (1)	0.60	h (1)	0.30	10 Ø 3/4"		
NIVEL 4		5.52								

Resistencia a la compresión del concreto f_c		210 kg/cm ²
Resistencia a la fluencia del acero f_y		4200 kg/cm ²

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CARRETERA JAEN - SAN IGNACIO KM. 24, SECTOR YANAYACU, JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ - 06801
TESISTAS	Bach. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Bach. Merly Torres Gavidia
FECHA	Septiembre, 2024

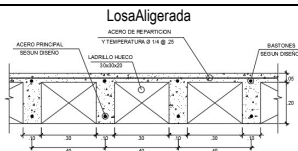
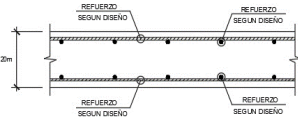
A.3. Vigas									
N° Nivel	Denominación	Tipo	b (m)	h (m)	Acero Longitudinal			Acero por Torsión	
					Refuerzo Superior	Refuerzo Inferior	Bastones		
NIVEL 1	VP - 101	 	0.30	0.65	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø1/2"	
	VP - 102	 	0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"	
	VP - 103	 	0.30	0.60	2Ø1"	2Ø1"	3Ø3/4"	2Ø1/2"	
	VCH - 1		0.25	0.25	2Ø5/8"	2Ø5/8"	-	-	

NIVEL 2	VP - 201		0.30	0.65	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø1/2"	
			0.30	0.25	2Ø1"+2Ø3/4"	2Ø1/2"	-	-	
	VP - 202		0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"	
			0.30	0.25	2Ø3/4"	2Ø1/2"	-	-	
	VP - 203		0.30	0.60	2Ø1"	2Ø1"	3Ø3/4"	2Ø1/2"	
	VCH - 1		0.25	0.25	2Ø5/8"	2Ø5/8"	-	-	
	VA		0.15	0.25	2Ø3/8"	2Ø3/8"	-	-	
	NIVEL 3	VP - 301		0.30	0.65	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø1" + 2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø1/2"
		VP - 302		0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"
		VP - 303		0.30	0.60	2Ø1"	2Ø1"	3Ø3/4"	2Ø1/2"

		VCH - 1		0.25	0.25	2Ø5/8"	2Ø5/8"	-	-
NIVEL 4	VP - 401			0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8" + 1Ø3/4"	2Ø1/2"
				0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"
				0.15	0.25	2Ø3/8"	2Ø3/8"	-	-
	VP - 402			0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"
				0.15	0.25	2Ø3/8"	2Ø3/8"	-	-
	VP - 403			0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	2Ø5/8"	2Ø1/2"
				0.30	0.65	2Ø3/4"	2Ø3/4"	1Ø5/8"	2Ø1/2"

Resistencia a la compresión del concreto f'_c	210 kg/cm ²
Resistencia a la fluencia del acero f_y	4200 kg/cm ²

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN		
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CARRETERA JAEN - SAN IGNACIO KM. 24, SECTOR YANAYACU, JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ - 06801		
TESISTAS	Est. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Est. Merly Torres Gavidia		
FECHA	JUNIO, 2024		

Módulo De Ingeniería Civil De La Universidad Nacional De Jaén (1 - 4 Nivel)	A.4. Losas								
	N° Nivel	Tipo	Denominación	Dirección (1 o 2)	Sentido	Espesor (m)	Acero Principal	Bastones	Acero de Temperatura
	NIVEL 1		Losa Aligerada	1	Eje X	0.25	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø1/4"
			Losa Maciza	1	Eje X	0.20	1Ø1/2"	1Ø1/2"	1Ø1/2"
	NIVEL 2		Losa Aligerada	1	Eje X	0.25	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø1/4"
			Losa Maciza	1	Eje X	0.20	1Ø1/2"	1Ø1/2"	1Ø1/2"
	NIVEL 3		Losa Aligerada	1	Eje X	0.25	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø1/4"
			Losa Maciza	1	Eje X	0.20	1Ø1/2"	1Ø1/2"	1Ø1/2"
	NIVEL 4		Losa Aligerada	1	Eje X	0.25	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø1/4"
			Losa Maciza	1	Eje X	0.20	1Ø1/2"	1Ø1/2"	1Ø1/2"

Resistencia a la compresión del concreto f_c	210 kg/cm2
Resistencia a la fluencia del acero f_y	4200 kg/cm2

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOZO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
TESISTAS	Est. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Est. Merly Torres Gavidia
FECHA	

B. ANÁLISIS ESTÁTICO
(Ficha Técnica)

I) Datos Informativos

Edificio
Ubicación
Uso
Número de Pisos
Sistema Estructural
Área total
Área Construida
Área libre

II) Objetivo

Recopilar información de los parámetros sísmicos de la estructura e identificar las solicitaciones sísmicas descritas en el Reglamento Nacional de Edificaciones E030 de la edificación.

B.1 Periodo Fundamental de Vibración

Altura total de la edificación en metros	$h_n =$	
Coefficiente para estimar el período fundamental de un edificio	$CT =$	
Periodo de vibración de la estructura	$T = h_n/CT$	

B.2 Fuerza Cortante en la Base

Factor de Amplificación Sísmica		
Periodo de vibración de la estructura	$T =$	
Periodo que define la plataforma del factor C	$TP =$	
Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante	$TL =$	
Factor de Amplificación Sísmica	$C =$	

Coefficiente de Reducción de las fuerzas Sísmicas		
Factor de irregularidad en altura	$I_a =$	
Factor de irregularidad en planta	$I_p =$	
Coefficiente de reducción de las fuerza sísmicas	$R_o =$	
Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	$R = I_a * I_p * R_o$	

Factor de Zona		
Factor de Zona	$Z =$	
Factor de Uso	$U =$	
Factor de Amplificación Sísmica	$C =$	
Factor de Amplificación del Suelo	$S =$	
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	$R =$	
Peso Total de la Edificación	$P =$	
Fuerza Cortante en la Base	$V = \frac{ZUCS * P}{R}$	

B.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en altura

Coefficiente α		
Número de niveles	$N =$	
Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura	$K =$	
Peso del nivel 1	$P_1 =$	
Altura del nivel 1 con relación al nivel del terreno	$h_1 =$	
Coefficiente α	$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_j^n P_j(h_j)^k}$	

Distribución de la Fuerza Sísmica en altura		
Coefficiente α	$\alpha =$	
Fuerza Cortante en la Base	$V =$	
Distribución de la fuerza Sísmica en Altura	$F_y = \alpha_i * V$	

B.4 Excentricidad Accidental

Excentricidad Accidental		
Dimensión en la dirección x de la edificación	$L_x =$	
Dimensión en la dirección y de la edificación	$L_y =$	
Excentricidad accidental en la dirección x	$ei = 0.05 L_x$	
Excentricidad accidental en la dirección y	$ei = 0.05 L_y$	

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
TESISTAS	Est. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Est. Merly Torres Gavidia
FECHA	

C. ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL
(Ficha Técnica)

I) Datos Informativos

Edificio
Ubicación
Uso
Número de Pisos
Sistema Estructural
Área total
Área Construida
Área libre

II) Objetivo

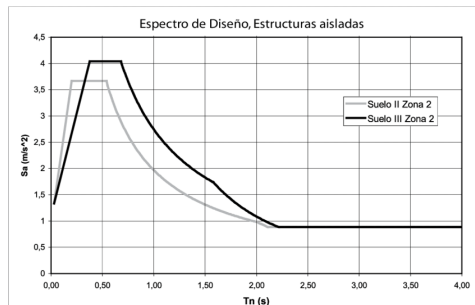
Recopilar información de los parámetros sísmicos de la estructura e identificar las sollicitaciones sísmicas descritas en el Reglamento Nacional de Edificaciones E030 de la edificación.

C.1 Modos de Vibración

Caso	Item Type	Item	Estático	Dinámico	Tipo de estructura	OBS > 90%
Modal	Aceleración	Ux				
Modal	Aceleración	Uy				
Modal	Aceleración	Uz				

Aceleración Espectral

Factor de Zona	Z =	
Factor de Uso	U =	
Factor de Amplificación Sísmica	C =	
Factor de Amplificación del Suelo	S =	
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	R =	
Aceleración de la gravedad	P =	
Aceleración Espectral	$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g$	



C.3 Fuerza Cortante Mínima en la Base

Análisis en la Dirección x

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SxE Máx	Bottom		
NIVEL 2	SxD Máx	Bottom		

Análisis en la Dirección y

Story	Load Case/Combo	Location	VY tonf	VY tonf
NIVEL 1	SyE Máx	Bottom		
NIVEL 2	SyD Máx	Bottom		

Factor de Escala

Estático X	Estático X*0.8	Factor de Escala	
Dinámico X Máx	VERIFICACIÓN		
Estático Y	Estático Y*0.8	Factor de Escala	
Dinámico Y Máx	VERIFICACIÓN		

C.4 Excentricidad Accidental - Momento torsor

Fuerza Sísmica horizontal en el nivel "i"	$F_i =$	
Dimensión en la dirección y de la edificación	$e_i =$	
Momento torsor accidental	$M_{ti} = \pm F_i * e_i$	

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 	
FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
TESIS	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE ENERGÍA FLUIDO VISCOSO EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL MÓDULO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
TESISTAS	Est. Gladis Lizbeth Olaya Hernández Est. Merly Torres Gavidia
FECHA	

D. DISIPADOR DE FLUIDO VISCOSO
(Ficha Técnica)

I) Datos Informativos

Edificio
Ubicación
Uso
Número de Pisos
Sistema Estructural
Área total
Área Construida
Área libre

II) Objetivo

Recopilar información para determinar los parámetros del dispositivo Fluido Viscoso

D.1 Fuerza en el Disipador

Constante de Amortiguamiento	$C =$		
Velocidad Relativa en el Amortiguador	$V =$		
Coefficiente de Edificación	$\alpha =$		
Fuerza del Disipador	$F = C * V^\alpha$		

D.2 Amortiguamiento

D.2.1 Factor de Reducción de Resistencia		
Distorsión Máxima	$D_{m\acute{a}x} =$	
Distorsión Objetivo	$D_{objetivo} =$	
Factor de reducción de respuesta	$B = \frac{D_{m\acute{a}x}}{D_{objetivo}}$	

D.2.2 Amortiguamiento Viscoso		
Amortiguamiento Inherente 5%	$\beta_o =$	
Factor de reducción de respuesta	$B =$	
Amortiguamiento Efectivo	$B = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_o)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}$	
Amortiguamiento Viscoso	$B_H = \beta_{eff} - \beta_o$	

D.2.3 Coeficiente de Amortiguamiento		
Amortiguamiento Viscoso	$B_H =$	
Parámetro lambda	$\lambda =$	
Coeficiente de amortiguamiento del disipador j	$C_j =$	
Desplazamiento relativo entre ambos extremos del disipador	$\phi r_j =$	
Ángulo de inclinación del disipador	$\theta_j =$	
Amplitud de desplazamiento del modo fundamental	$A =$	
Frecuencia Angular	$\omega =$	
Masa del nivel	$m_i =$	
Desplazamiento del nivel	$\phi_i =$	
Coeficiente de Amortiguamiento	$\sum C_j = \frac{\beta_H - 2\pi \cdot A^{2-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} (\sum m_i \cdot \phi_i^2)}{\lambda (\sum r_j^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$	

D.3 Rigidez del Brazo Metálico

Propiedades del Perfil			
D ext (in)	D int (in)	Espesor (in)	Inercia (in2)

Módulo de Elasticidad del acero	$E =$	
Área de la sección del brazo metálico	$A =$	
Longitud del brazo metálico	$L =$	
Rigidez del brazo metálico	$K = E \cdot A / L$	

Anexo E. Análisis de Irregularidades Bloque I

IRREGULARIDADES EN ALTURA

1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

1.1. Irregularidad de Rigidez - Piso Blando e Irregularidad Extrema de Rigidez

Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones del análisis, la rigidez lateral de un entrepiso es inferior al 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior inmediato.

1.1.1. En la dirección X

PISO BLANDO (Story Stiffness)							
Story	Output Case	Case Type	Stiff X	Rigidez			Factor de Irregularidad
			tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i1}+K_{i2}+K_{i3})/3) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i1}+K_{i2}+K_{i3})/3) < 1$	
FIN DE TECHO	SXX	LinRespSpec	42224.44	1.34 2.46 1.96 3.12	2.33 3.80	2.67 4.35	OK OK OK OK
NIVEL 4	SXX	LinRespSpec	39696.135				
NIVEL 3	SXX	LinRespSpec	68231.955				
NIVEL 2	SXX	LinRespSpec	93454.638				
NIVEL 1	SXX	LinRespSpec	204307.112				

1.1.2. En la dirección Y

PISO BLANDO (Story Stiffness)							
Story	Output Case	Case Type	Stiff X	Rigidez			Factor de Irregularidad
			tonf/m	$K_i/(0.7K_{i+1}) < 1$	$K_i/(0.8(K_{i1}+K_{i2}+K_{i3})/3) < 1$	$K_i/(0.7(K_{i1}+K_{i2}+K_{i3})/3) < 1$	
FIN DE TECHO	SYX	LinRespSpec	56972.456	1.16 1.78 1.98 3.17	1.86 3.61	2.13 4.13	OK OK OK OK
NIVEL 4	SYX	LinRespSpec	46096.377				
NIVEL 3	SYX	LinRespSpec	57577.032				
NIVEL 2	SYX	LinRespSpec	79713.135				
NIVEL 1	SYX	LinRespSpec	176697.655				

1.2. Irregularidad de Resistencia - Piso Débil e Irregularidad Extrema de Resistencia

Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, existe irregularidad de resistencia cuando, en alguna de las direcciones de análisis, la capacidad del entrepiso para resistir fuerzas cortantes es menor al 80% de la capacidad del entrepiso superior inmediato.

1.2.1. En la dirección X

PISO DÉBIL (Story Shears)								
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX	Resistencia	Extrema resistencia	Factor de Irregularidad
					tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$	$V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$	
FIN DE TECHO	RX	Combination	Max	Bottom	16.5553	7.43 2.17 1.61 1.36	9.14 2.67 1.98 1.67	OK
NIVEL 4	RX	Combination	Max	Bottom	98.3493			
NIVEL 3	RX	Combination	Max	Bottom	170.7866			
NIVEL 2	RX	Combination	Max	Bottom	220.1598			
NIVEL 1	RX	Combination	Max	Bottom	239.149			

1.2.2. En la dirección Y

PISO DÉBIL (Story Shears)								
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX	Resistencia	Extrema resistencia	Factor de Irregularidad
					tonf	$V_i/(0.8V_{i+1}) < 1$	$V_i/(0.65V_{i+1}) < 1$	
FIN DE TECHO	RY	Combination	Max	Bottom	17.7906	7.05 2.14 1.60 1.36	8.67 2.64 1.97 1.67	OK
NIVEL 4	RY	Combination	Max	Bottom	100.3041			
NIVEL 3	RY	Combination	Max	Bottom	171.9098			
NIVEL 2	RY	Combination	Max	Bottom	220.3777			
NIVEL 1	RY	Combination	Max	Bottom	239.7363			

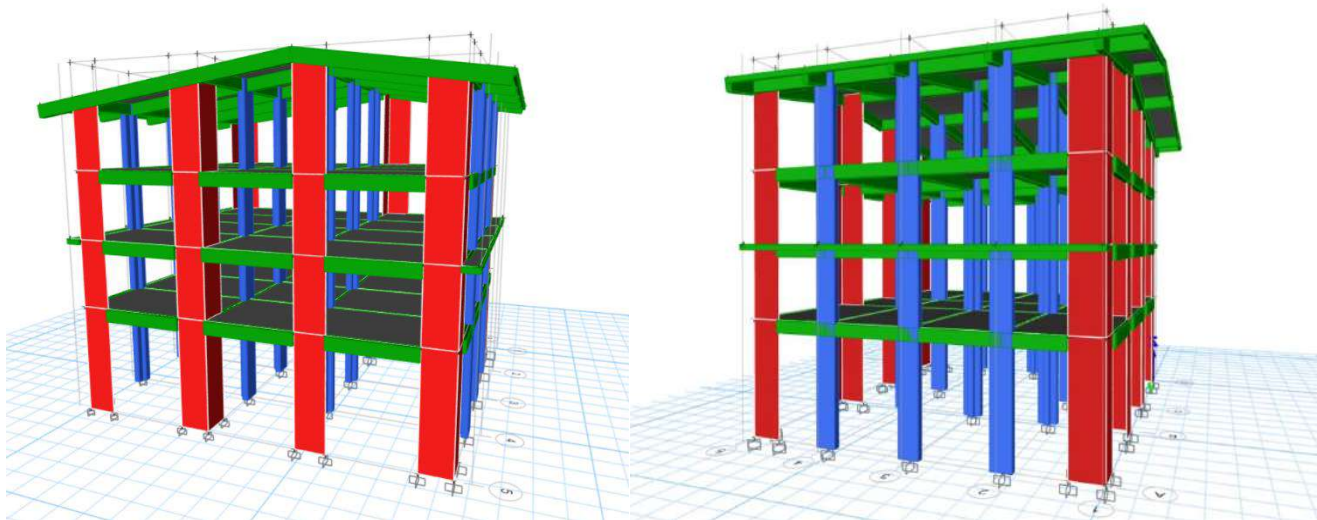
1.3. Irregularidad de Masa o Peso

Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, existe irregularidad de masa o peso cuando, el peso de un piso calculado de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.3, supera en más de 1.5 veces el peso del piso adyacente.

MASA O PESO (Story Forces)							
Story	Output Case	Case Type	Location	P (tonf)	Peso por Nivel	Pi>1.5Pi+1	Factor de Irregularidad
FIN DE TECHO	P=100CM+50CV	Combination	Bottom	132.9613	132.9613	199.44	0.522
NIVEL 4	P=100CM+50CV	Combination	Bottom	387.8310	254.8697		
NIVEL 3	P=100CM+50CV	Combination	Bottom	776.2553	388.4243		
NIVEL 2	P=100CM+50CV	Combination	Bottom	1194.5961	418.3408		
NIVEL 1	P=100CM+50CV	Combination	Bottom	1596.4157	401.8196		
				Peso Total	1596.4157		OK

1.4. Irregularidad Geométrica Vertical

Se observa que el Bloque I del módulo de Ingeniería Civil no presenta irregularidad geométrica vertical



IRREGULARIDADES EN PLANTA

1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

1.1. Irregularidad Torsional y Torsional Extrema

Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos del edificio, calculado considerando la excentricidad accidental, supera en un 20% el desplazamiento relativo en el centro de masas del mismo entrepiso bajo igual condición de carga.

1.1.1. En la dirección X

TORSIÓN X-X (Diaphragm Max Over Avg Drifts)								
Story	Output Case	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irreg. Torsional >1.3	I. Torsional Extrema >1.5
NIVEL 4	RX	Max	Diaph D1 X	0.000558	0.000557	1.002	OK	OK
NIVEL 4	RX	Max	Diaph D2 X	0.00059	0.000587	1.005	OK	OK
NIVEL 3	RX	Max	Diaph D1 X	0.000697	0.000676	1.031	OK	OK
NIVEL 2	RX	Max	Diaph D2 X	0.000656	0.000637	1.030	OK	OK
NIVEL 1	RX	Max	Diaph D1 X	0.000326	0.000316	1.032	OK	OK

1.1.2. En la dirección Y

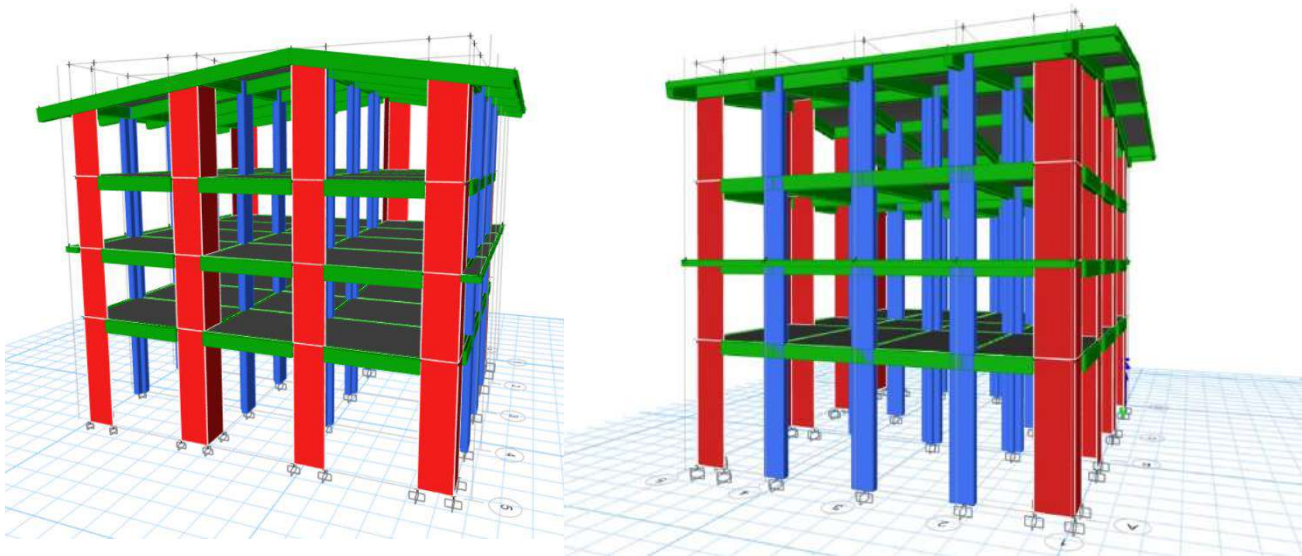
TORSIÓN Y-Y (Diaphragm Max Over Avg Drifts)								
Story	Output Case	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Irreg. Torsional >1.3	I. Torsional Extrema >1.5
NIVEL 4	RY	Max	Diaph D1 Y	0.000863	0.000823	1.049	OK	OK
NIVEL 4	RY	Max	Diaph D2 Y	0.000857	0.000817	1.049	OK	OK
NIVEL 3	RY	Max	Diaph D1 Y	0.000839	0.000807	1.040	OK	OK
NIVEL 2	RY	Max	Diaph D2 Y	0.000776	0.000747	1.039	OK	OK
NIVEL 1	RY	Max	Diaph D1 Y	0.000381	0.000367	1.038	OK	OK

1.2. Irregularidad Esquinas Entrantes

Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, se observa que el Bloque I del módulo de Ingeniería Civil no presenta irregularidad esquinas entrantes por ser de forma rectangular.

1.3. Irregularidad de Discontinuidad del Diafragma

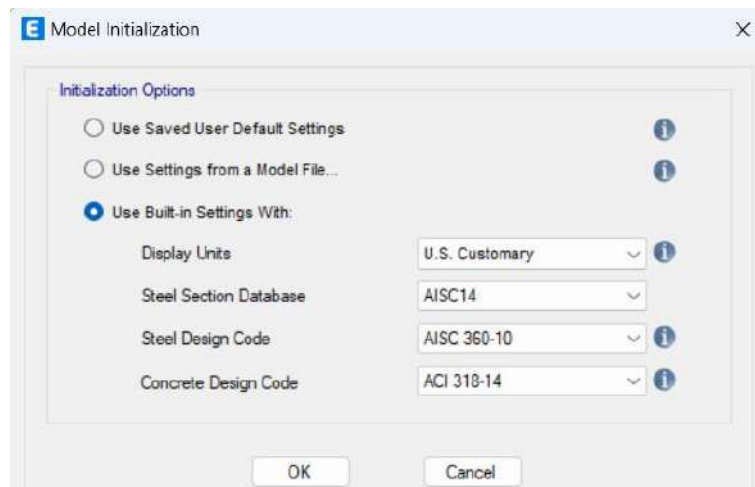
Según lo estipulado e interpretado de la Norma E.030, se observa que el Bloque I del módulo de Ingeniería Civil no presenta irregularidad de discontinuidad del diafragma, al no presentar aberturas en el centro de la edificación.



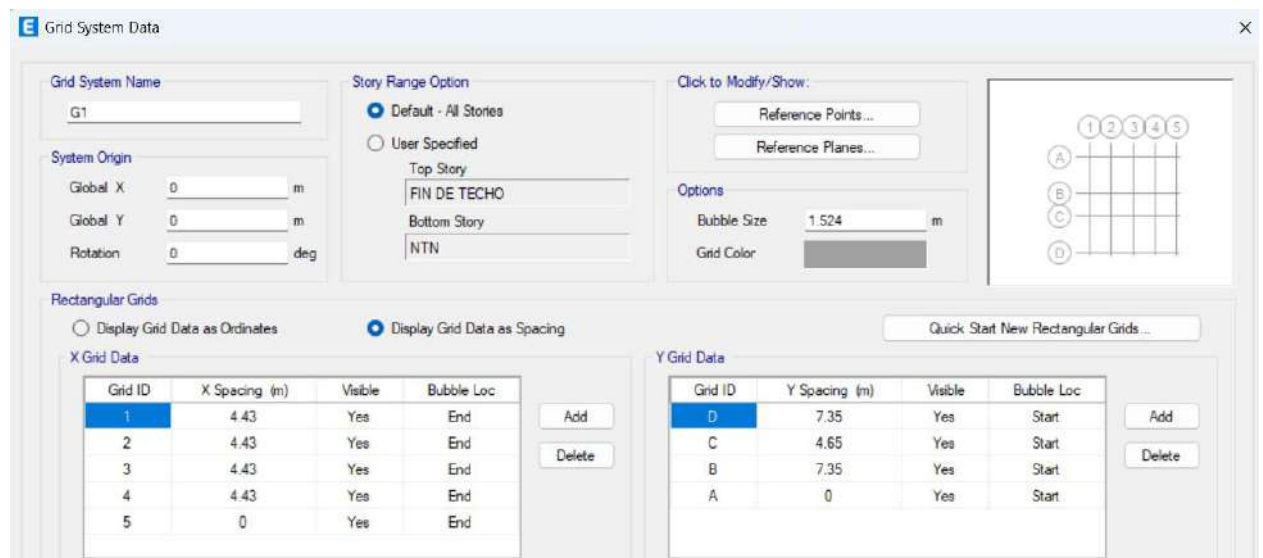
Anexo F. Análisis Sísmico Norma E.030

1. MÓDELADO

Definición del modelo como “use built-in settings whit”



Configuración de coordenadas “grid systems”



Configuración de niveles “story data”

Story Data

	Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
▶	FIN DE TECHO	0.83	16.63	Yes	None	No	0	[gray]
	NIVEL DE TECHO	0.7	15.8	Yes	None	No	0	[gray]
	NIVEL 4	4	15.1	Yes	None	No	0	[gray]
	NIVEL 3	3.7	11.1	No	NIVEL 4	No	0	[blue]
	NIVEL 2	3.7	7.4	No	NIVEL 4	No	0	[green]
	NIVEL 1	3.7	3.7	No	NIVEL 4	No	0	[cyan]
	NTN		0					[white]

1.1. DEFINICIÓN DE MATERIALES “define-material properties”

1.1.1. Concreto

- Peso específico : 2400 kg/m³
- Resistencia (f'c) : 210 kg/cm²
- Módulo de elasticidad: 150000*sqr(f'c) ton/m²

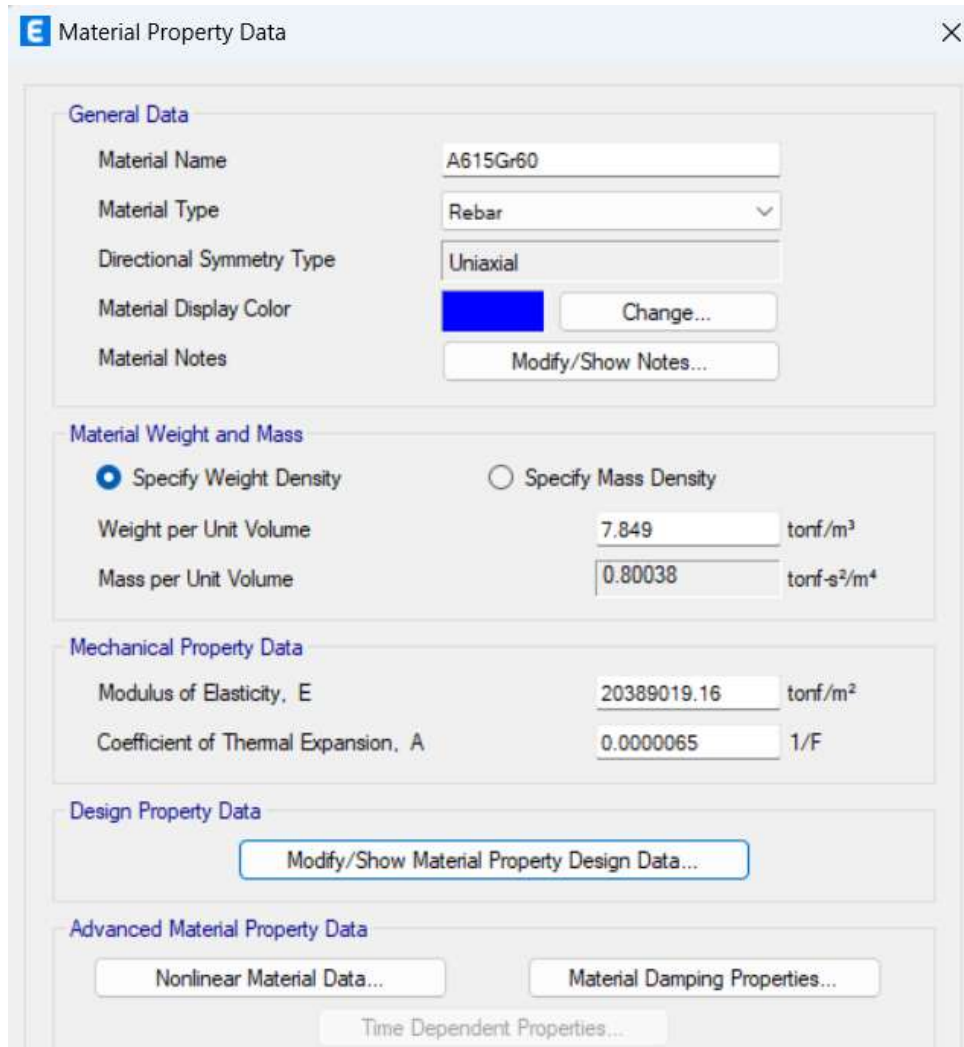
The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Contains fields for "Material Name" (set to "fc=210kg/cm2"), "Material Type" (set to "Concrete"), "Directional Symmetry Type" (set to "Isotropic"), "Material Display Color" (with a color swatch and a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (2.4028 tonf/m³) and "Mass per Unit Volume" (0.245014 tonf-s²/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for "Modulus of Elasticity, E" (2173706 tonf/m²), "Poisson's Ratio, U" (0.2), "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000055 1/F), and "Shear Modulus, G" (905710.83 tonf/m²).
- Design Property Data:** Contains a single button labeled "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** Features two radio buttons: "Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)" (selected) and "User Specified" (with an empty input field).

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

1.1.2. Acero

- Resistencia (f_y) : 4200 kg/cm²
- Resistencia máxima : 1.50 * f_y
- Resistencia esperada : 1.10 * f_y



E Material Property Data [Close]

General Data

Material Name	A615Gr60
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	7.849	tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.80038	tonf-s ² /m ⁴

Mechanical Property Data

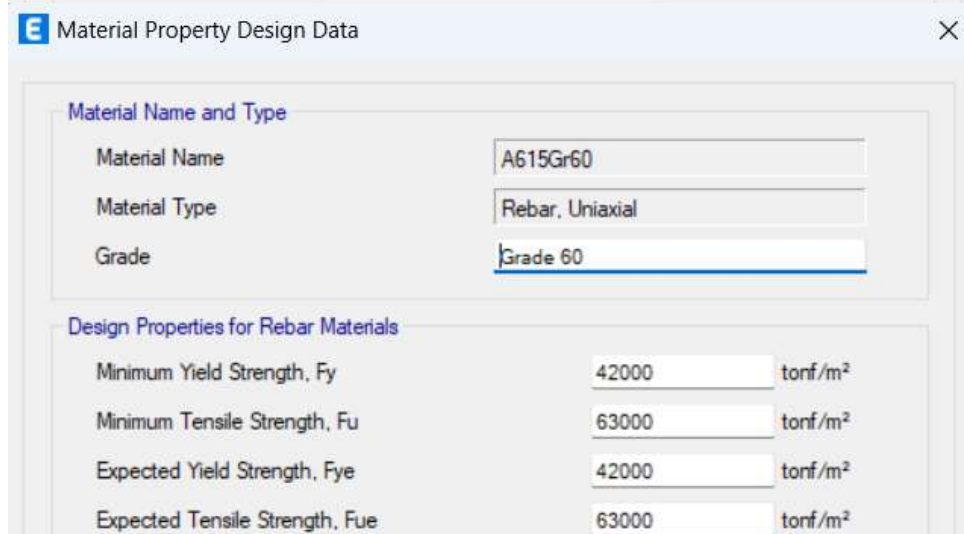
Modulus of Elasticity, E	20389019.16	tonf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000065	1/F

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...



E Material Property Design Data [Close]

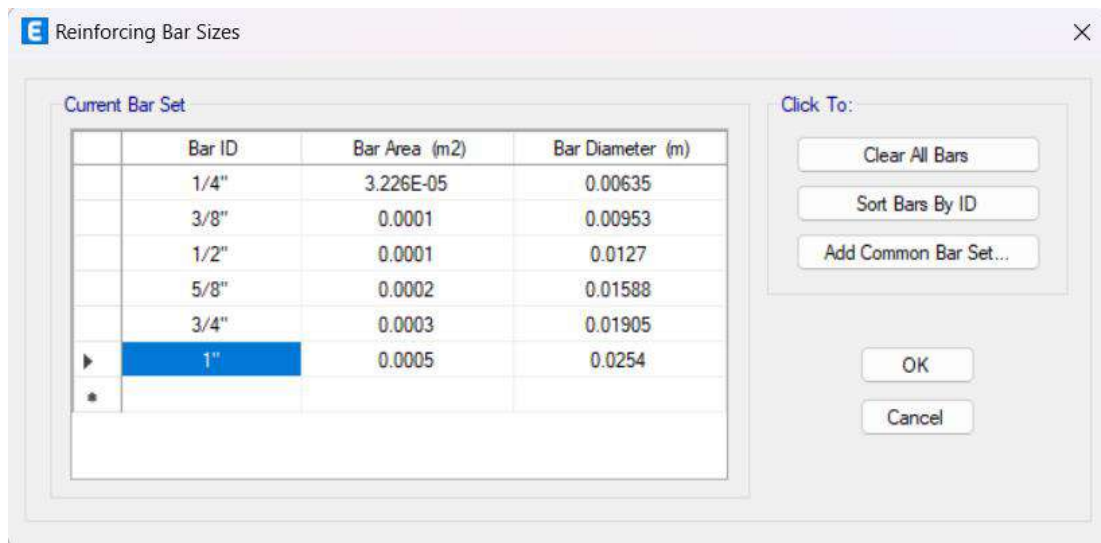
Material Name and Type

Material Name	A615Gr60
Material Type	Rebar, Uniaxial
Grade	Grade 60

Design Properties for Rebar Materials

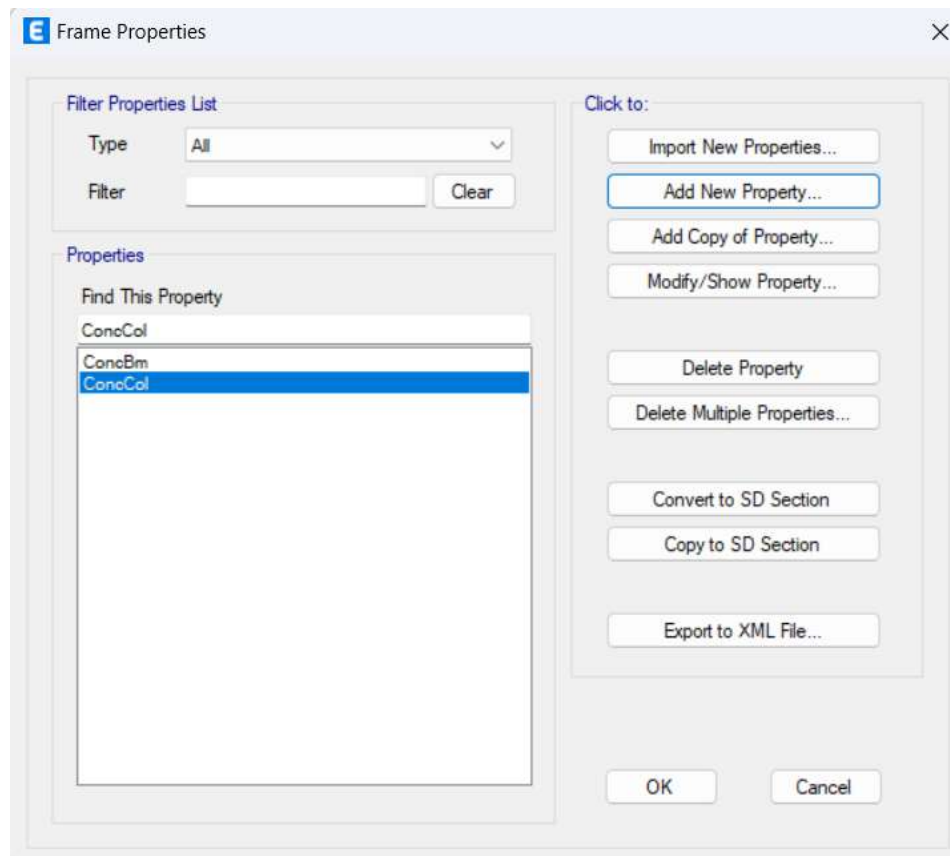
Minimum Yield Strength, Fy	42000	tonf/m ²
Minimum Tensile Strength, Fu	63000	tonf/m ²
Expected Yield Strength, Fye	42000	tonf/m ²
Expected Tensile Strength, Fue	63000	tonf/m ²

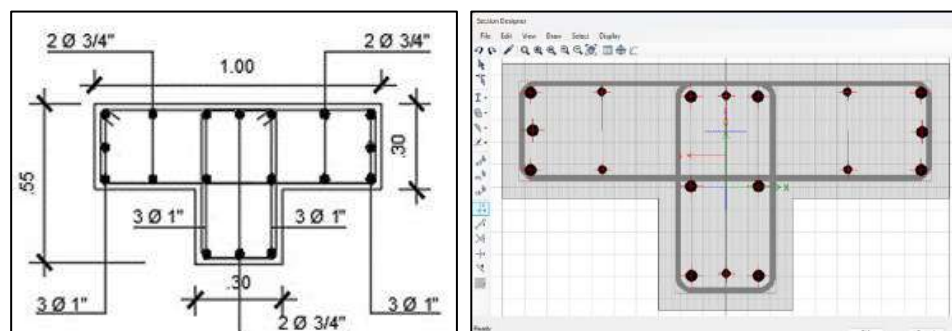
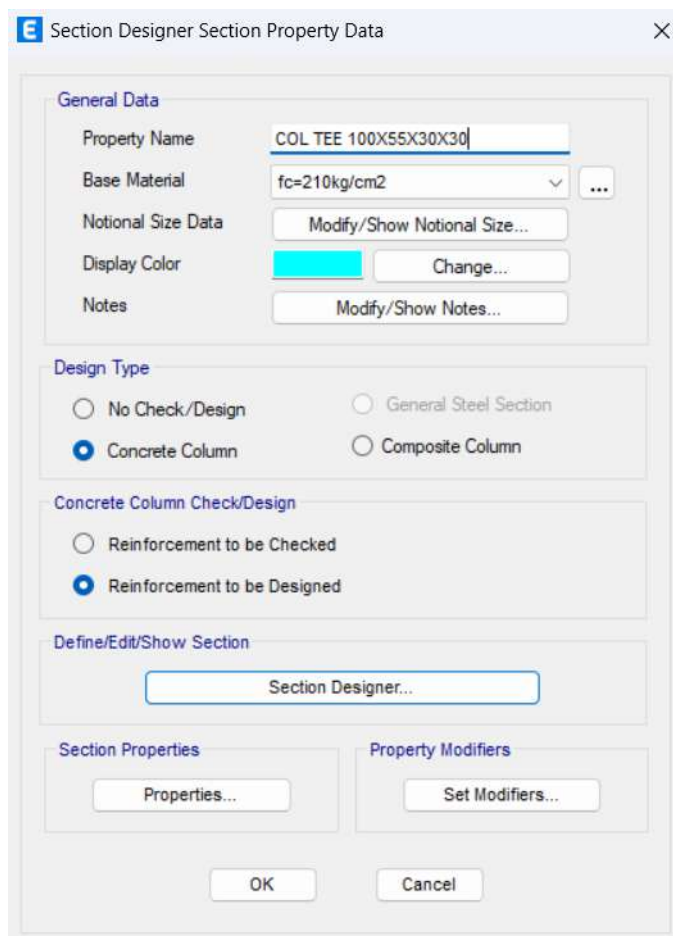
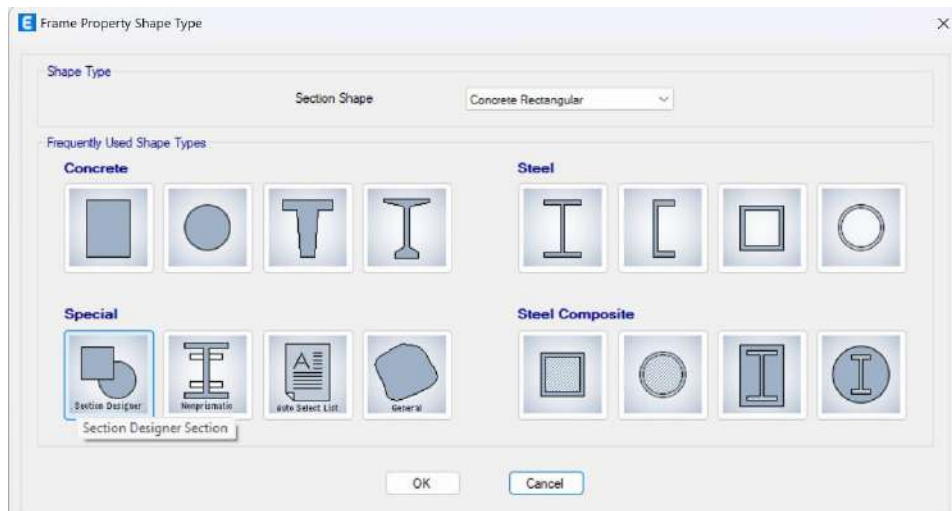
1.2. MODIFICACIÓN DEL REFUERZO “define-section properties-reinforcing bar sizes”



1.3. DIFINICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES FRAMES “define-section properties - frame sections”

1.3.1. Sección de Columnas





1.3.2. Sección de Vigas

E Frame Properties

Filter Properties List

Type: All

Filter: Clear

Properties

Find This Property

- ConcBm
- ConcBm**
- ConcCol

Click to:

Import New Properties...

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

Delete Multiple Properties...

Convert to SD Section

Copy to SD Section

Export to XML File...

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: Viga101 - 30X65 - Abajo

Material: fc=210kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.65 m

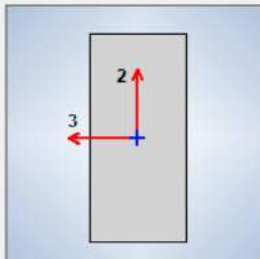
Width: 0.3 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers... Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



E Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

☐ P-M2-M3 Design (Column)

☒ M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: A615Gr60

Confinement Bars (Ties): A615Gr60

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 0.08 m

Bottom Bars: 0.08 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0.002156 m²

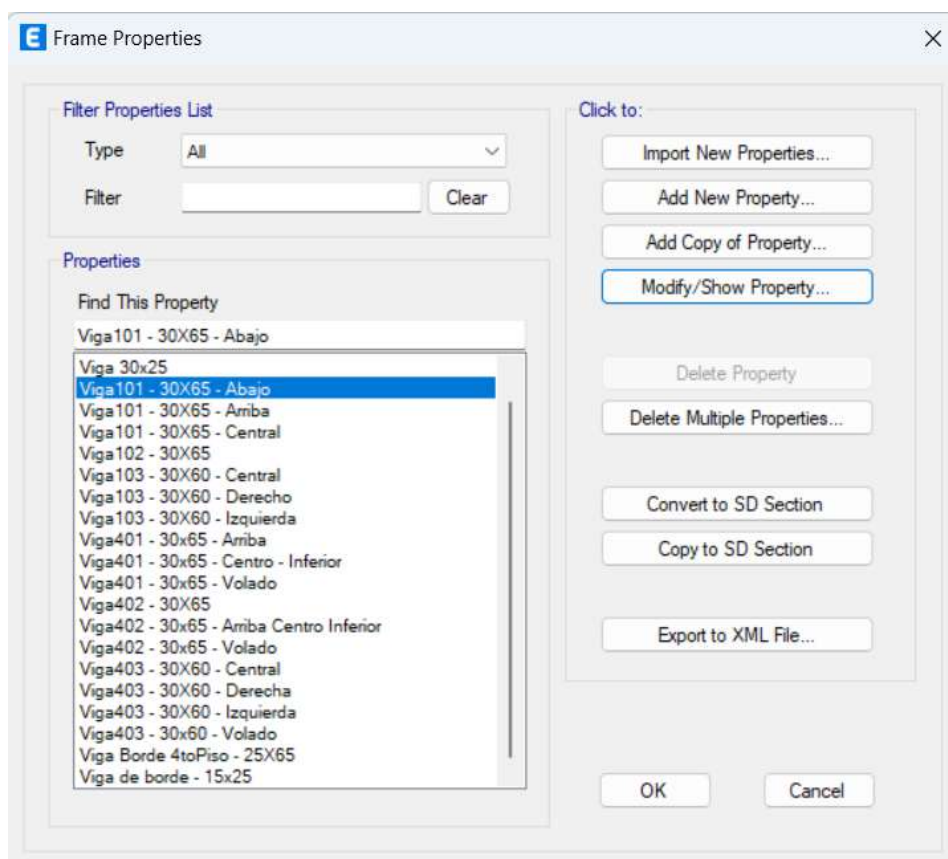
Top Bars at J-End: 0.002156 m²

Bottom Bars at I-End: 0.001588 m²

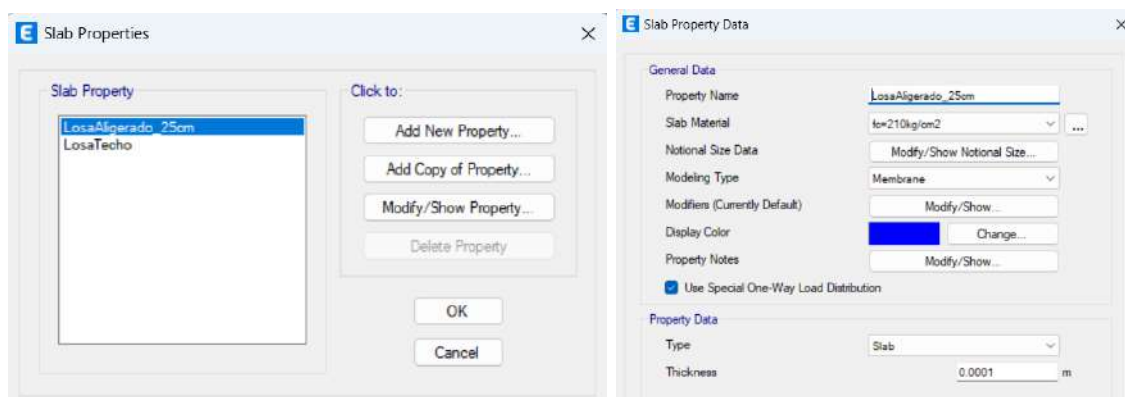
Bottom Bars at J-End: 0.002156 m²

OK Cancel

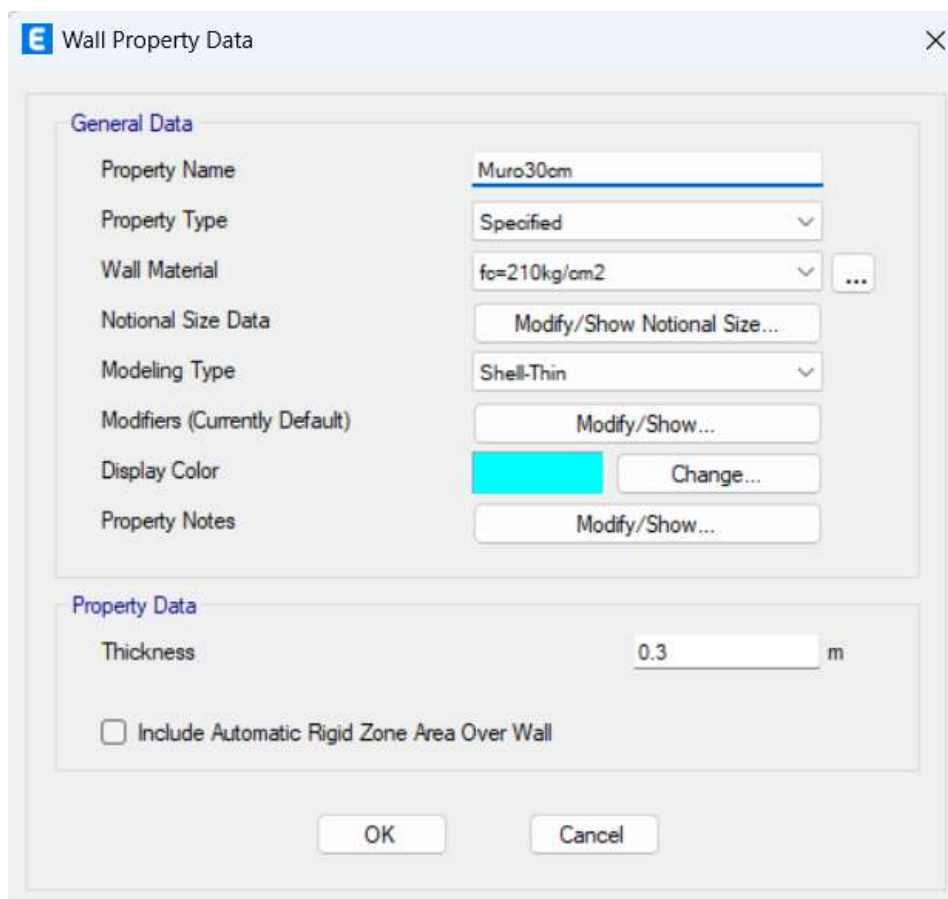
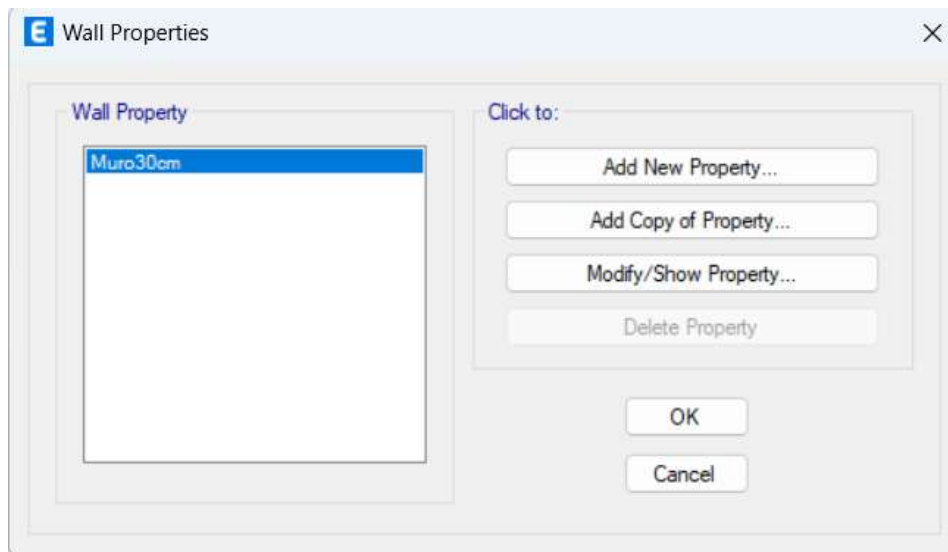
Elementos definidos en vigas, tal como se muestra en la imagen, de acuerdo a las secciones y acero descritos en la ficha de recolección de datos.



1.4. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES LOSA “define-section properties - slab sections”



1.5. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES MUROS “define-section properties - wall sections”

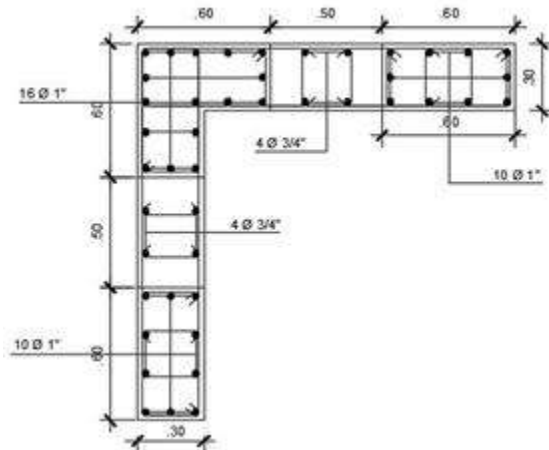


Asignar acero de refuerzo (assign – Shell – reinforcement for wall)

Wall Hinge Reinforcement Select

☐ From Current Design
☐ Uniform rebar ratio:
 Vertical rebar:
 Horizontal rebar:
☒ Specified rebar layout More...

OK Close Apply



Wall Hinge Reinforcement

Rebar Material
 Material Flexure: A615Gr60
 Material Shear: A615Gr60
 Bar Clear Cover: 0.0381 m

Layout

Geometry

Start X (m)	Start Y (m)	End X (m)	End Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	Start Zone Size (m)	End Zone Size (m)
0	0	1.55	0	1.55	0.3	0.6	0.6

Reinforcement

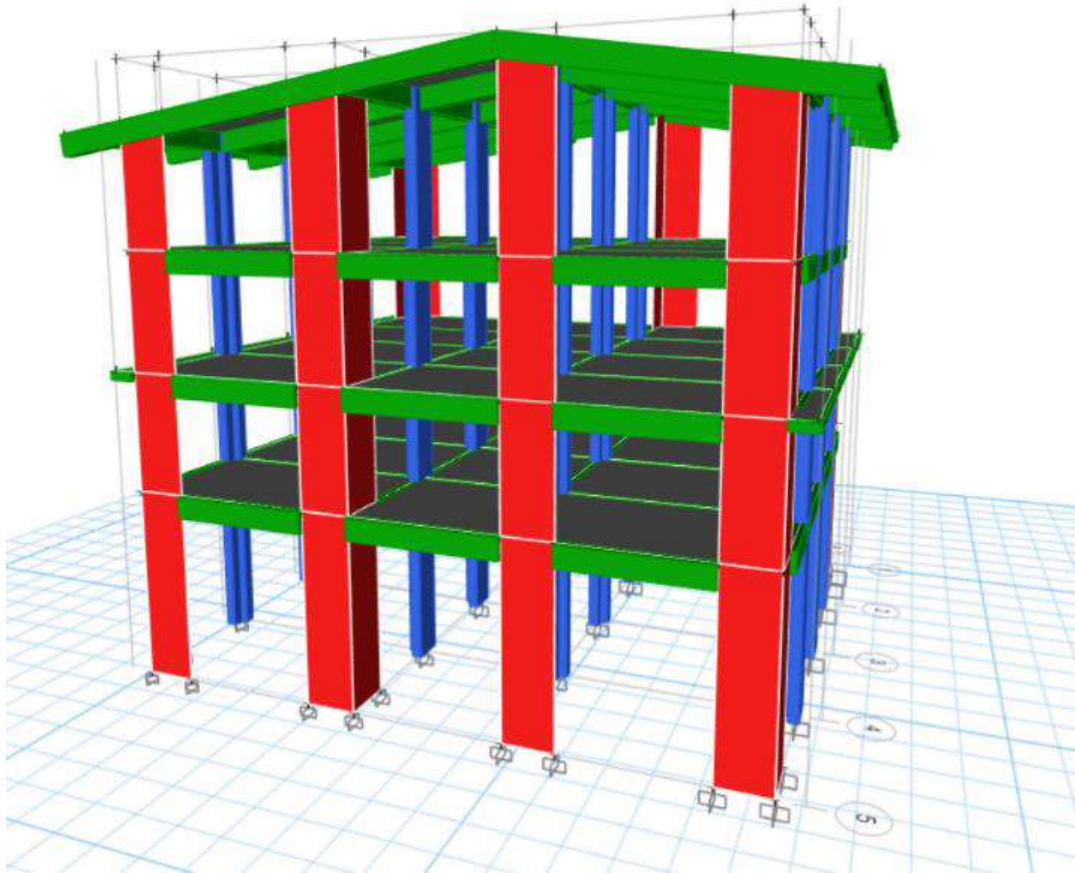
Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Number of Bars
Start	1"		4
Center	3/4"	0.15	2
End	1"		4

Material	Distance (m)	Area (m2)
A615Gr60	0.04	0.00051
A615Gr60	0.56	0.00051
A615Gr60	1	0.00051
A615Gr60	1.5	0.00051
A615Gr60	0.15	0.00051

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Confined
Start	3/8"	0.1	Yes
Center	3/8"	0.1	Yes
End	3/8"	0.1	Yes

OK Cancel

1.6. VISTA 3D DEL DIBUJO EN ETABS 2021 POR SECCIONES



2. ANÁLISIS

2.1. CONDICIONES DE CONTORNO

- Condición de asignación conjunta en la base (Empotrado en columnas y muros de concreto armado)
- Condición de conectividad entre elementos “frame”
- Condición de frontera en áreas
- Diafragma rígido

2.2. PATRONES DE CARGA (load patterns)

CM = Carga Muerta

CV = Carga Viva

La edificación cuenta con 4 niveles con techo inclinado a dos aguas. Las cargas se han considerado por peso propio de elementos estructurales: carga muerta (CM) y carga viva (CV), considerando lo especificado en la Norma Técnica Peruana E.020 Cargas.

Primer Nivel	Componente	Espesor (m)	Peso (kg/m2)	Total (kg/m2)	Total (ton/m2)
	CARGA MUERTA				
	Aligerado	0.25	350	450	0.45
	Piso Terminado	0.05	100		
	CARGA VIVA				
	Aulas	-	250	250	0.25
	Corredores	-	400	400	0.40
Segundo Nivel	CARGA MUERTA				
	Aligerado	0.25	350	350	0.35
	Piso Terminado	0.05	100	100	0.10
	CARGA VIVA				
	Laboratorios	-	300	300	0.30
	Corredores	-	400	400	0.40
Tercer Nivel	CARGA MUERTA				
	Aligerado	0.25	350	350	0.35
	Piso Terminado	0.05	100	100	0.10
	CARGA VIVA				
	Sala de Lectura	-	300	300	0.30
	Biblioteca	-	300	300	0.30
	Corredores	-	400	400	0.40
Cuarto Nivel	CARGA MUERTA				
	Aligerado	0.25	350	350	0.35
	CARGA VIVA				
	Azotea	-	100	100	0.10

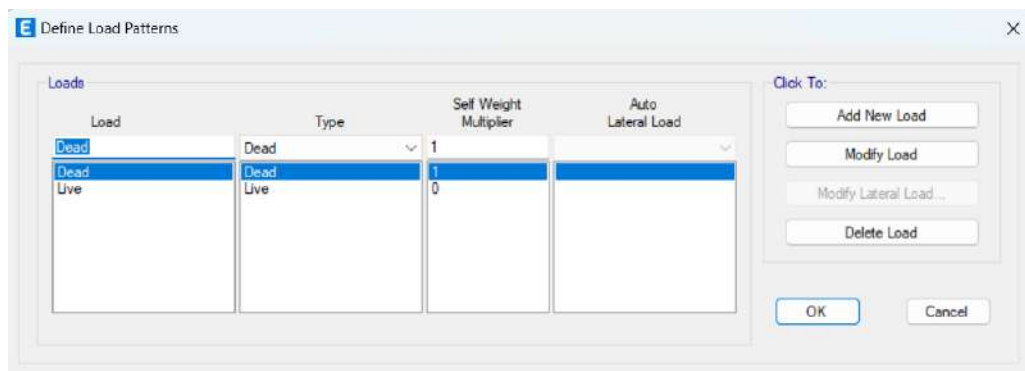
A continuación, se muestran las cargas distribuidas de los muros de albañilería por niveles según lo especificado en los planos arquitectónicos, considerando la unidad de albañilería usada es de arcilla cocida hueca, que según norma presenta un peso unitario de 1350 kg/m³

Cargas Distribuidas de muros de Albañilería (Nivel 1)				
Distribución	Altura	Espesor	Peso Unitario	Peso por metro Lineal
Eje 0	(m)	(m)	(tonf/m3)	(ton/m)
Eje 1-1 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 1-1 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 3-3 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 3-3 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje A-A entre 1-2	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 2-3	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 3-4	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 4-5	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje B-B entre 1-2	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 2-3	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 3-4	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 4-5	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 1-2	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 2-3	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 3-4	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 4-5	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje D-D entre 1-2	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 2-3	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 3-4	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 4-5	1.80	0.15	1.35	0.365

Cargas Distribuidas de muros de Albañilería (Nivel 2)				
Distribución	Altura	Espesor	Peso Unitario	Peso por metro Lineal
Eje 0	(m)	(m)	(tonf/m3)	(ton/m)
Eje 1-1 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 1-1 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje A-A entre 1-2	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 2-3	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 3-4	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje A-A entre 4-5	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje B-B entre 1-2	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 2-3	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 3-4	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje B-B entre 4-5	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 1-2	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 2-3	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 3-4	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje C-C entre 4-5	2.10	0.15	1.35	0.425
Eje D-D entre 1-2	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 2-3	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 3-4	1.80	0.15	1.35	0.365
Eje D-D entre 4-5	1.80	0.15	1.35	0.365

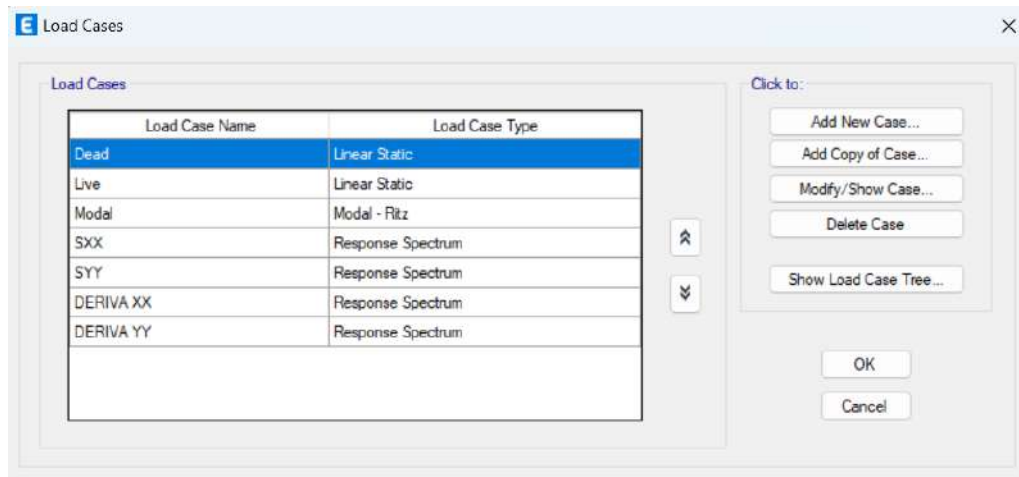
Cargas Distribuidas de muros de Albañilería (Nivel 3)				
Distribución	Altura	Espesor	Peso Unitario	Peso por metro Lineal
Eje 0	(m)	(m)	(tonf/m3)	(ton/m)
Eje 1-1 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 1-1 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 3-3 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre A-B	3.05	0.15	1.35	0.618
Eje 5-5 entre C-D	3.05	0.15	1.35	0.618

Definición de los patrones de carga “Define – Load patterns”



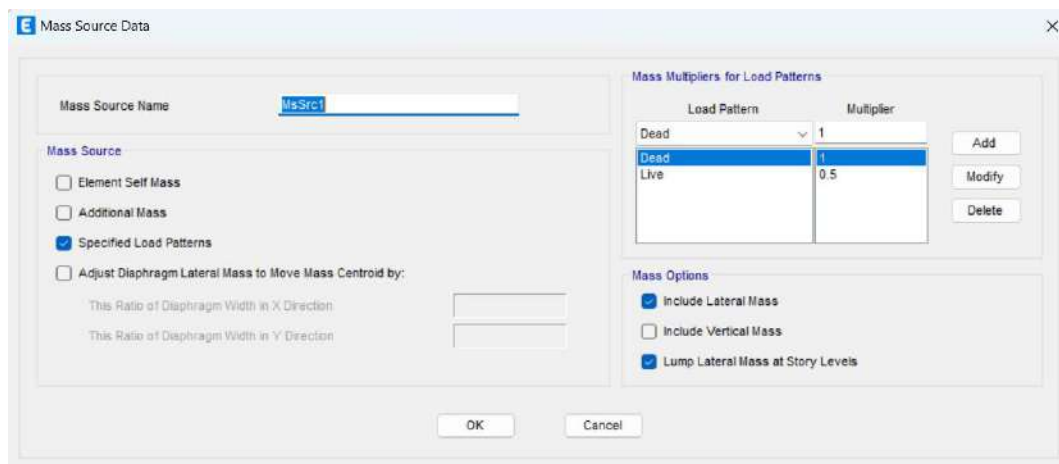
2.3. CASOS DE CARGA (load Cases)

- Carga muerta (Linear Static)
- Carga Viva (Linear Static)
- Sismo en X (Response Spectrum)
- Sismo en Y (Response Spectrum)

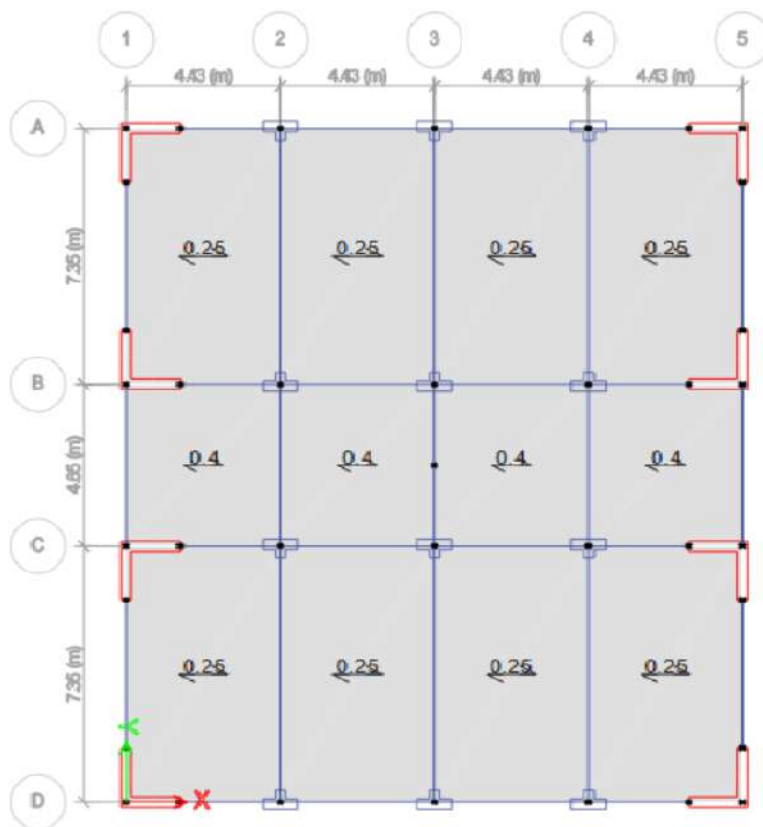


2.4. PESO SÍSMICO (Define – Mass Source)

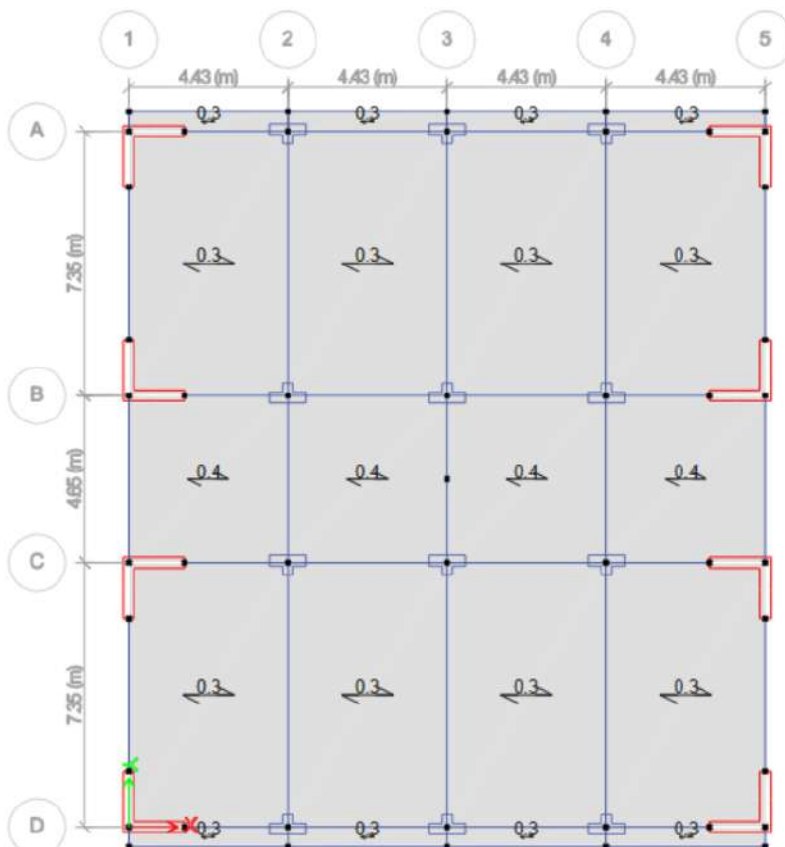
Según lo especificado en la Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente, en el análisis estático y dinámico se debe considerar para edificaciones esenciales el 100% de la Carga Muerta (Dead) y el 50% de la Carga Viva (Live), impuestas de manera horizontal a la estructura.



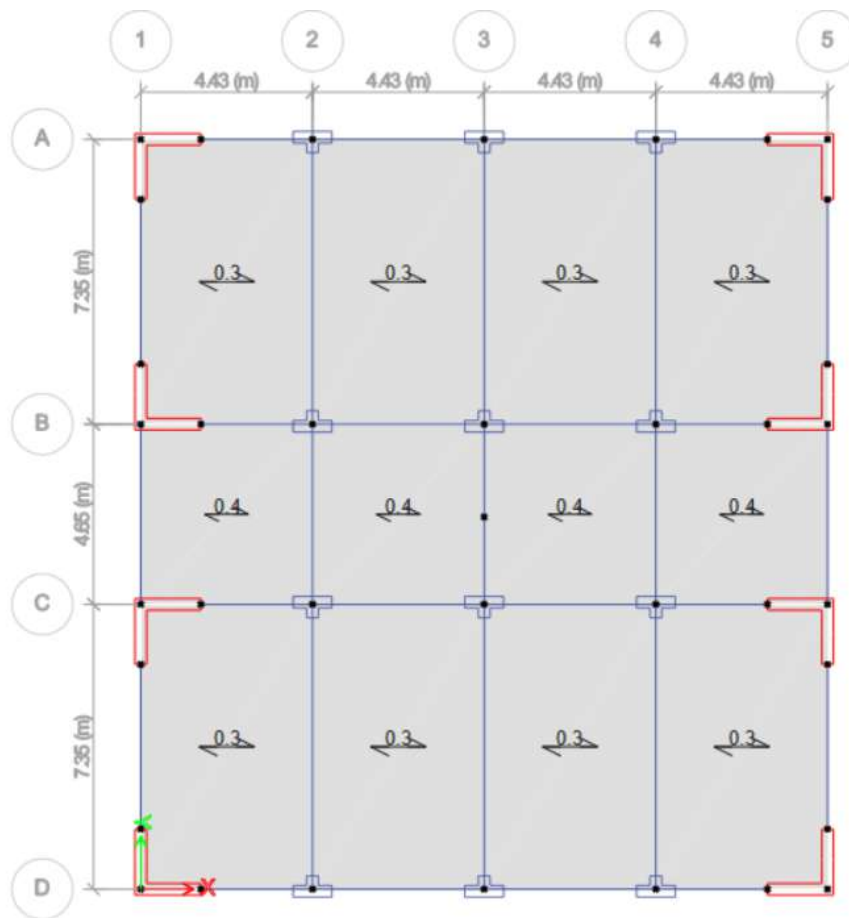
Carga viva “Live” en el segundo nivel



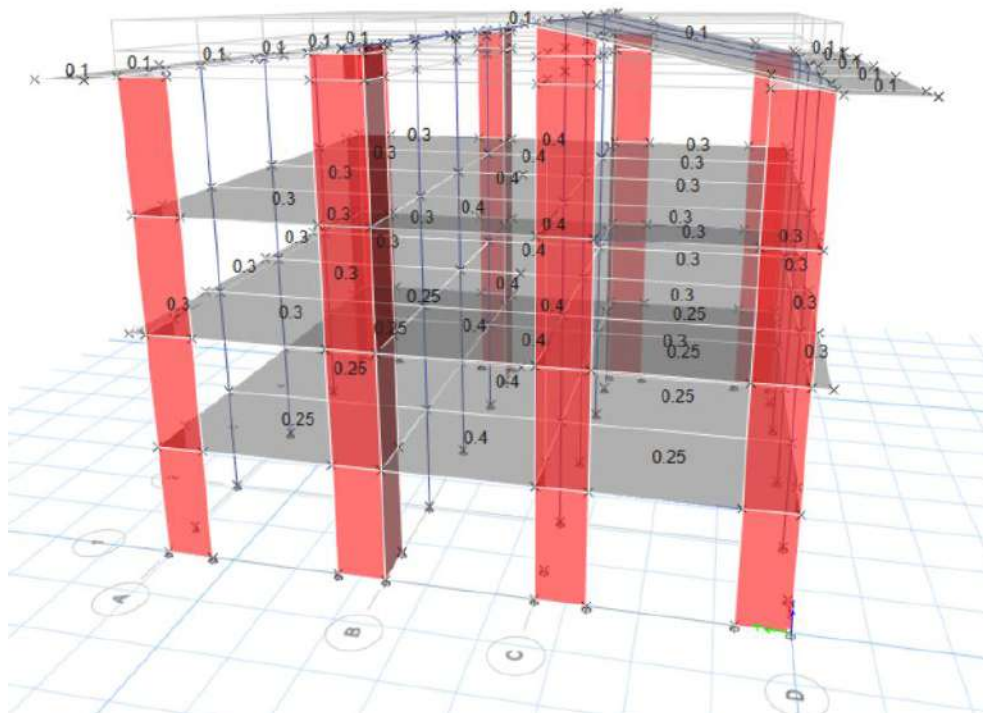
Carga viva “Live” en el tercer nivel



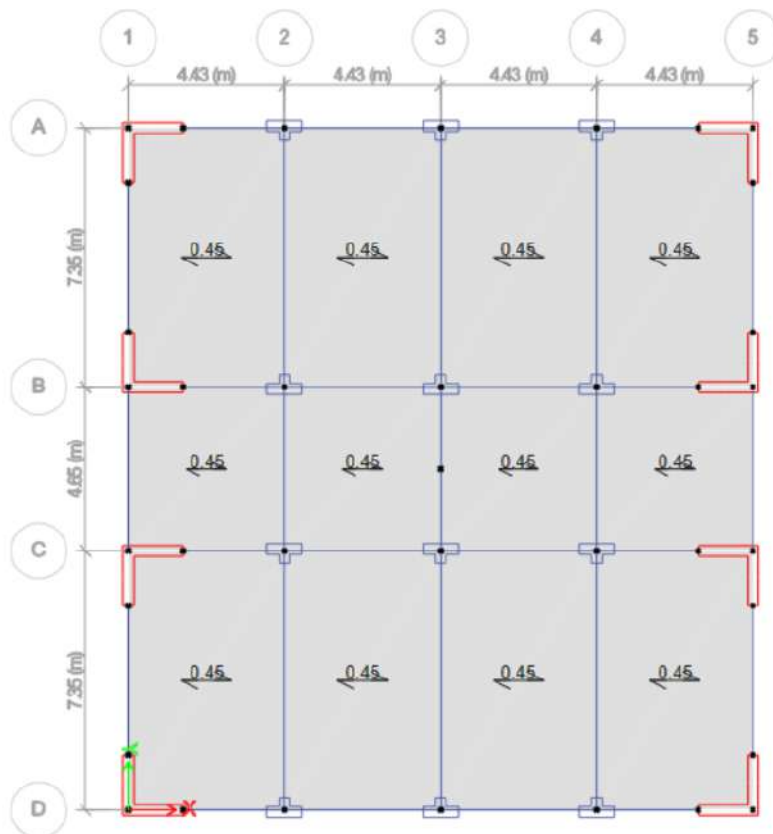
Carga viva “Live” en el cuarto nivel



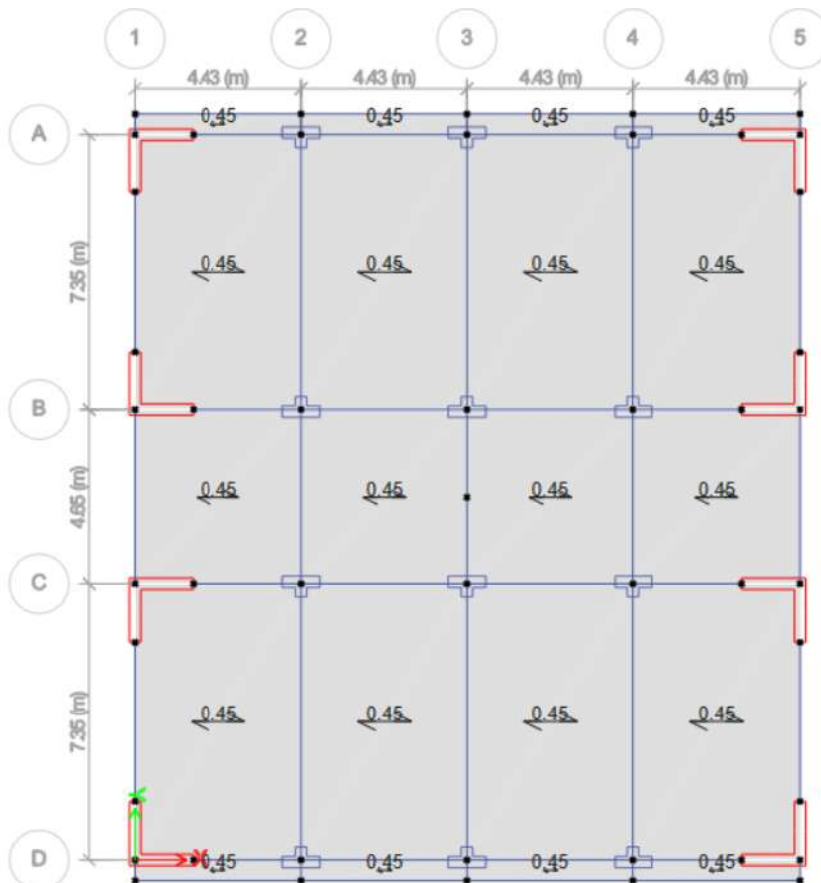
Carga viva “Live” en la azotea



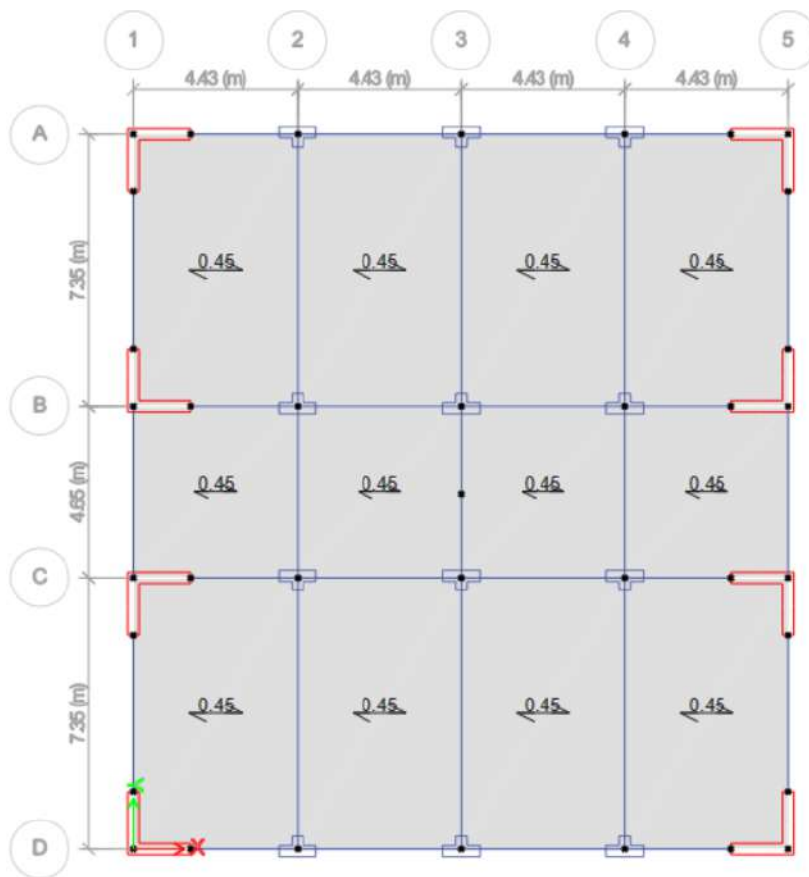
Carga muerta “Dead” en el segundo nivel



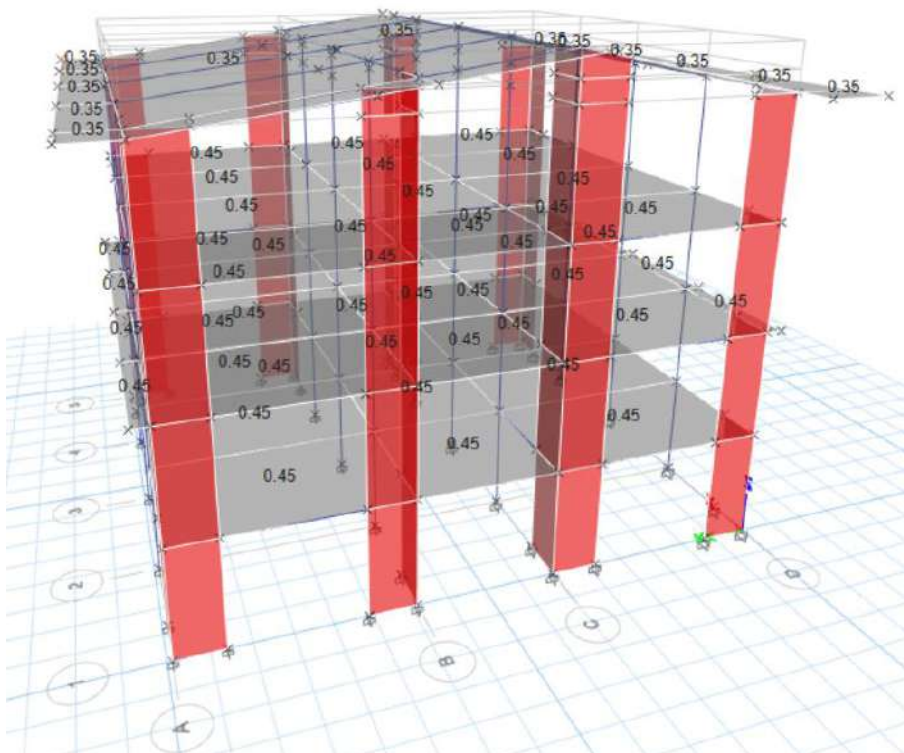
Carga muerta “Dead” en el tercer nivel



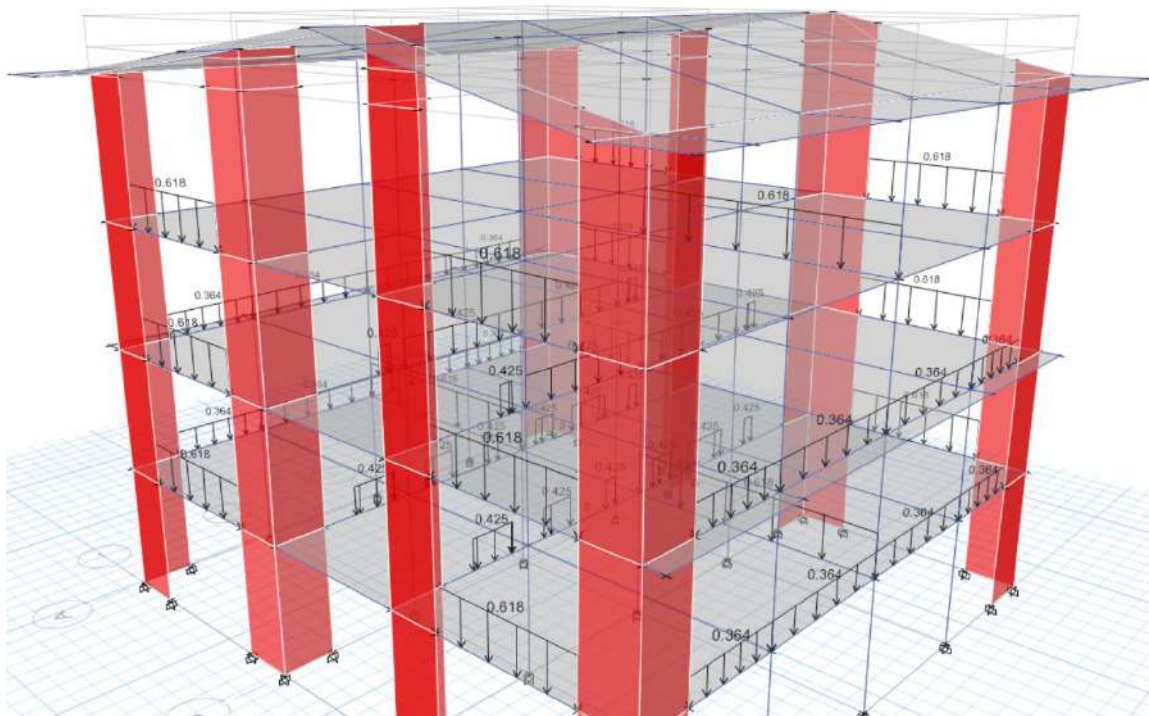
Carga muerta “Dead” en el cuarto nivel



Carga muerta “Dead” en el techo



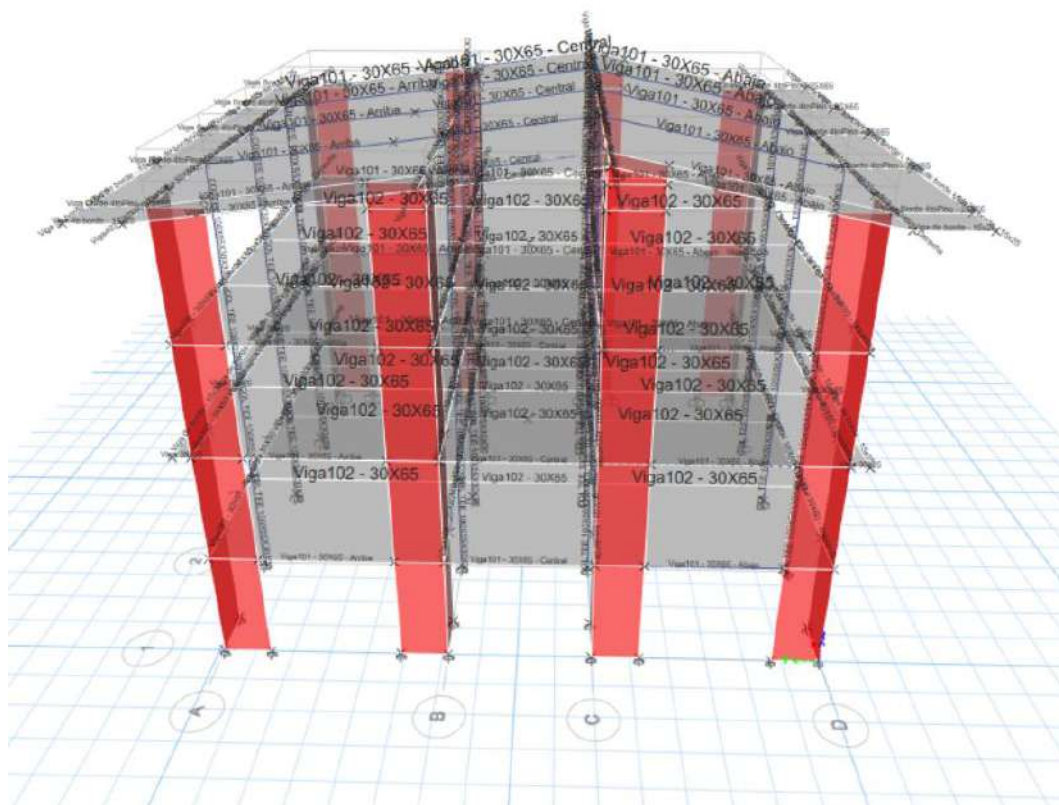
Carga muerta “Dead” en muros de albañilería



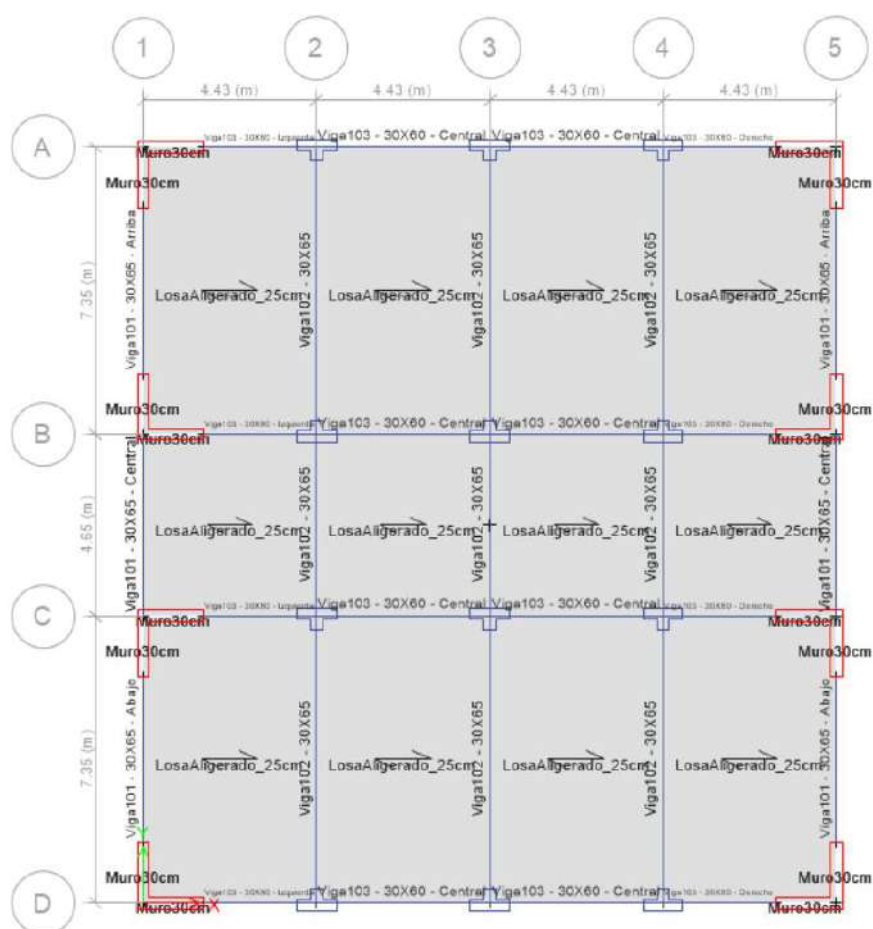
2.5. ANÁLISIS MODAL – ESPECTRAL

Se realizó un modelo tridimensional en el programa Etabs 2021 para el análisis sísmico del Bloque I, para ello, se emplearon 3 coordenadas dinámicas por nivel, considerando deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Se asumieron apoyos empotrados en la base; para obtener la distribución de desplazamientos en cada nivel y las fuerzas internas en los elementos estructurales, se aplicó el método dinámico lineal de combinación modal espectral.

Se asumió un diafragma rígido en cada nivel, incluyendo el techo a dos aguas, el cuál se trabajó considerando la unificación de elementos que se encuentran en el mismo nivel.



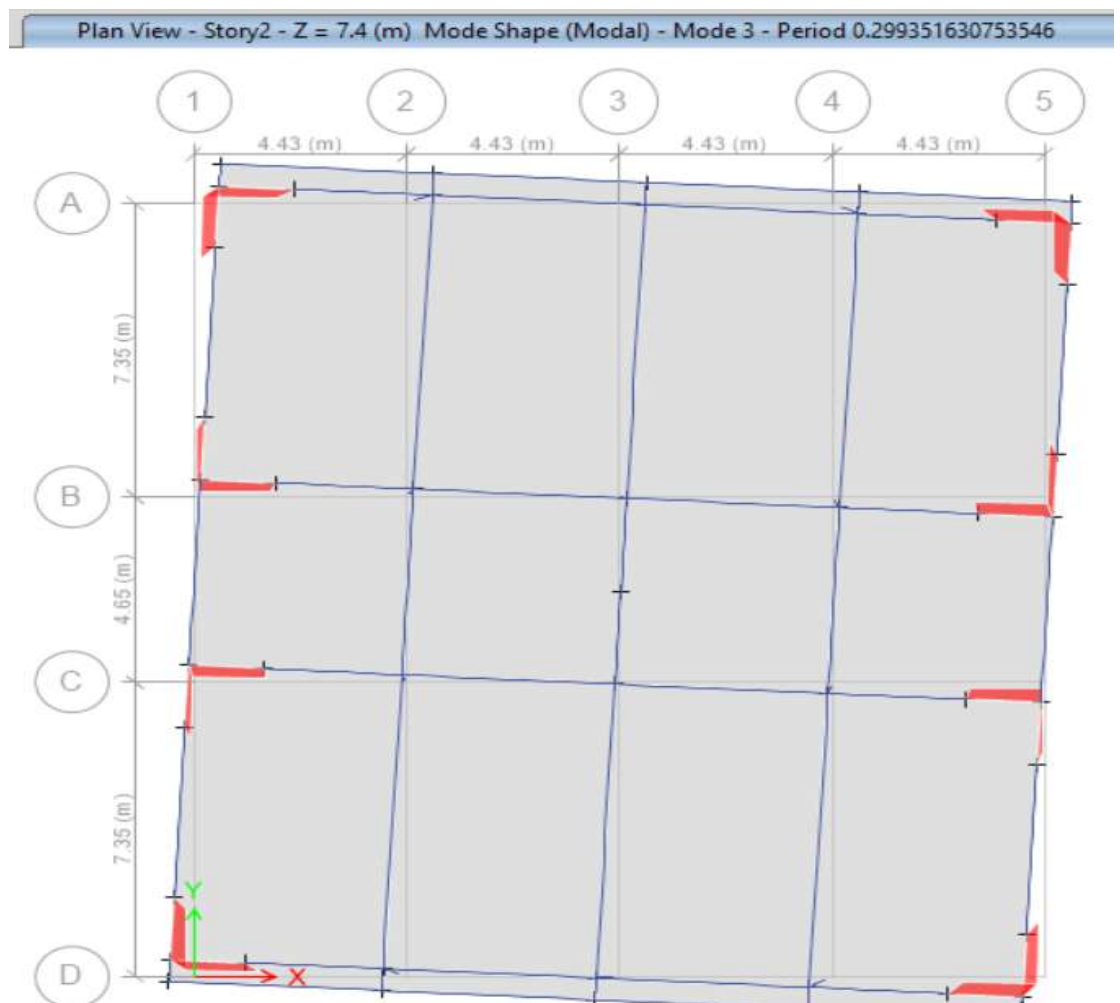
Distribución en planta de la estructura



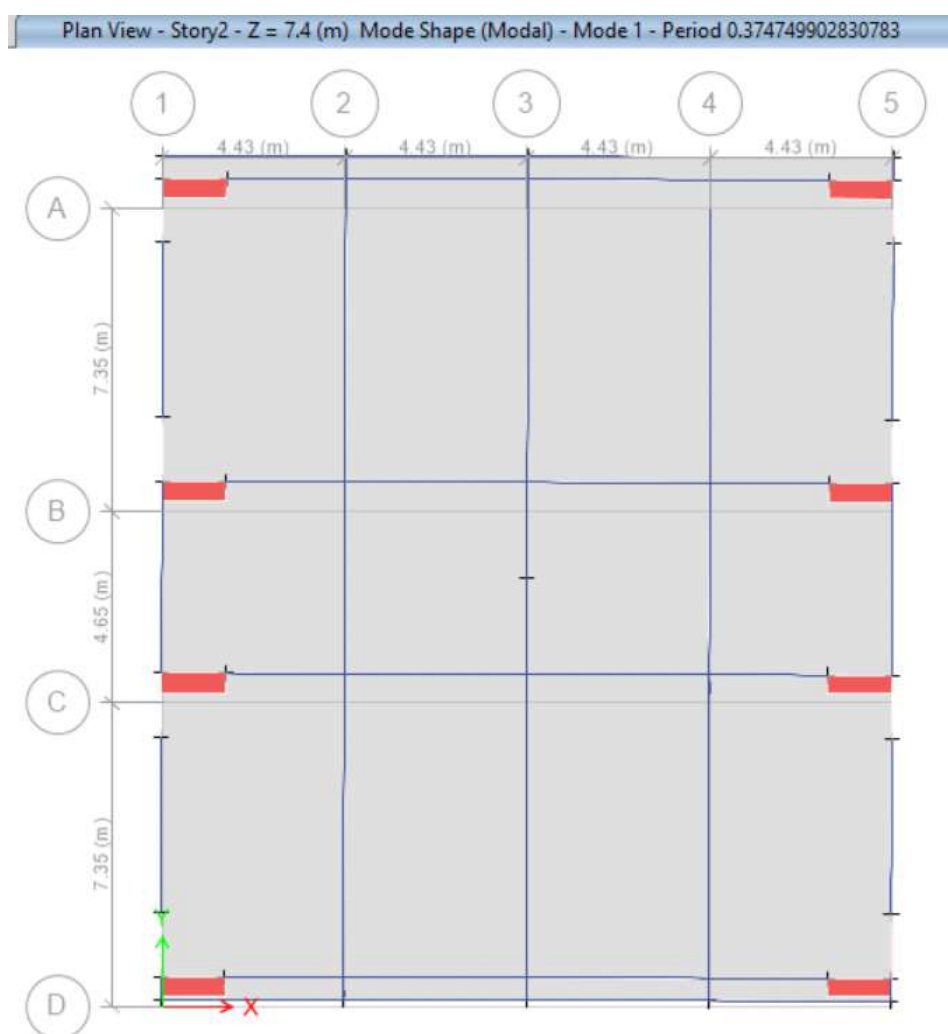
2.5.1. Análisis Modal

Los siguientes criterios han sido considerados para la selección de los modos de vibración de la estructura del Bloque I:

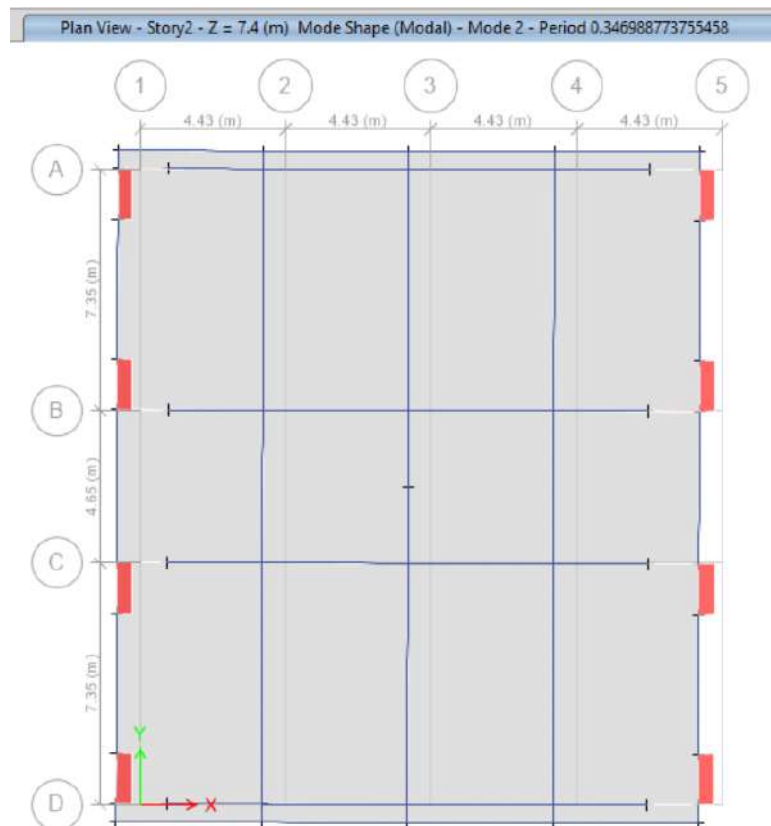
- Número mínimo de modos: 3 (2 modos de traslación y 1 modo de rotación).
- Número máximo de modos: 12 (3 modos por nivel).
- La masa se ha calculado según el peso sísmico descrito en la sección 2.4.
- Se ha considerado en cada dirección los modos de vibración cuya suma de masas participativas sea por lo menos el 90% de la masa total.



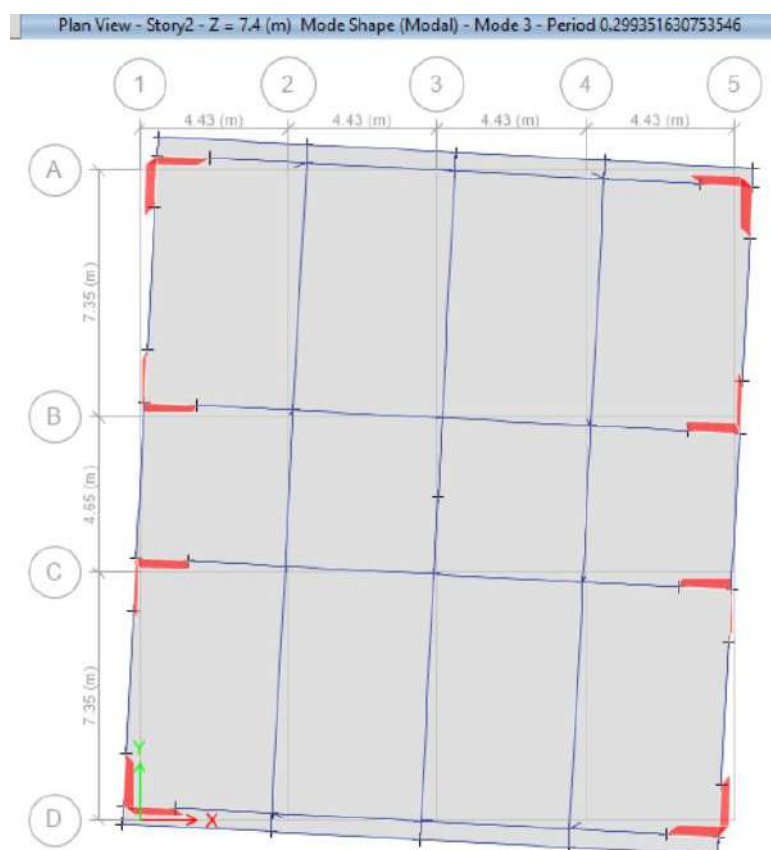
El primer modo de vibración, observado desde el nivel 2, muestra un periodo de 0.375 segundos, que cumple con los requisitos normativos. Además, presenta una traslación pura, lo que sugiere una adecuada distribución de rigideces en la estructura.



En el segundo observado desde el nivel 2, muestra un periodo de 0.348 segundos, que cumple con los requisitos normativos. Además, presenta una traslación pura, lo que sugiere una adecuada distribución de rigideces en la estructura.



En el tercer modo de vibración muestra un periodo de 0.3 segundos en el que se presenta tanto traslación como rotación.



La masa participativa y los periodos de cada modo del Bloque I se detallan en la siguiente tabla:

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.655	0.002	0.001	0.0	0.002	0.001	0.0	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.000
Modal	2	0.375	0.000	0.736	0.0	0.002	0.737	0.0	0.322	0.000	0.003	0.323	0.002	0.003
Modal	3	0.348	0.736	0.000	0.0	0.738	0.737	0.0	0.000	0.323	0.001	0.323	0.325	0.004
Modal	4	0.300	0.001	0.003	0.0	0.739	0.740	0.0	0.000	0.000	0.739	0.323	0.325	0.742
Modal	5	0.136	0.000	0.001	0.0	0.739	0.741	0.0	0.002	0.001	0.000	0.325	0.326	0.743
Modal	6	0.105	0.002	0.163	0.0	0.741	0.904	0.0	0.431	0.006	0.000	0.756	0.331	0.743
Modal	7	0.104	0.143	0.003	0.0	0.885	0.906	0.0	0.007	0.370	0.000	0.763	0.701	0.743
Modal	8	0.083	0.002	0.000	0.0	0.887	0.906	0.0	0.000	0.005	0.115	0.763	0.706	0.858
Modal	9	0.068	0.013	0.000	0.0	0.899	0.906	0.0	0.000	0.035	0.044	0.763	0.741	0.902
Modal	10	0.050	0.061	0.001	0.0	0.960	0.907	0.0	0.003	0.157	0.022	0.766	0.898	0.924
Modal	11	0.041	0.001	0.081	0.0	0.960	0.989	0.0	0.195	0.001	0.001	0.961	0.899	0.926
Modal	12	0.034	0.020	0.001	0.0	0.981	0.989	0.0	0.001	0.050	0.053	0.963	0.949	0.978

2.5.2. Análisis Espectral

Parámetro		Símbolo	Valor		Observación
			X	Y	
Zona		Z	0.25	0.25	Jaén
Uso		U	1.5	1.5	A2
Suelo		S	1.2	1.2	S2
Coeficiente de Reducción Inicial		Ro	7	7	Sistema Dual
Irregularidad	Altura	Ia	1	1	No hay irregularidad
	Planta	Ip	1	1	No hay irregularidad
Coeficiente de Reducción Final		R	6	6	Muros Estructurales
Gravedad		g	9.81	9.81	m/s2
Periodo de la zona del espectro		TL	2	2	Segundos
Periodo del Espectro		TP	0.6	0.6	Segundos
Periodo Fundamental		T	0.375	0.348	Segundos
Coeficiente para evaluar el periodo		CT	60	60	
Elevación		Hn	16.63	16.63	Desde el nivel 0+000

El análisis espectral es una función que relaciona el periodo con la aceleración espectral. Aquí, el factor ZUCS/R hace referencia al porcentaje del peso que afecta a la estructura, mientras que ZUCS se emplea para analizar la respuesta elástica de la edificación. A continuación, se presenta la tabla que detalla los valores de ZCS obtenidos desde 0 hasta los 4 segundos.

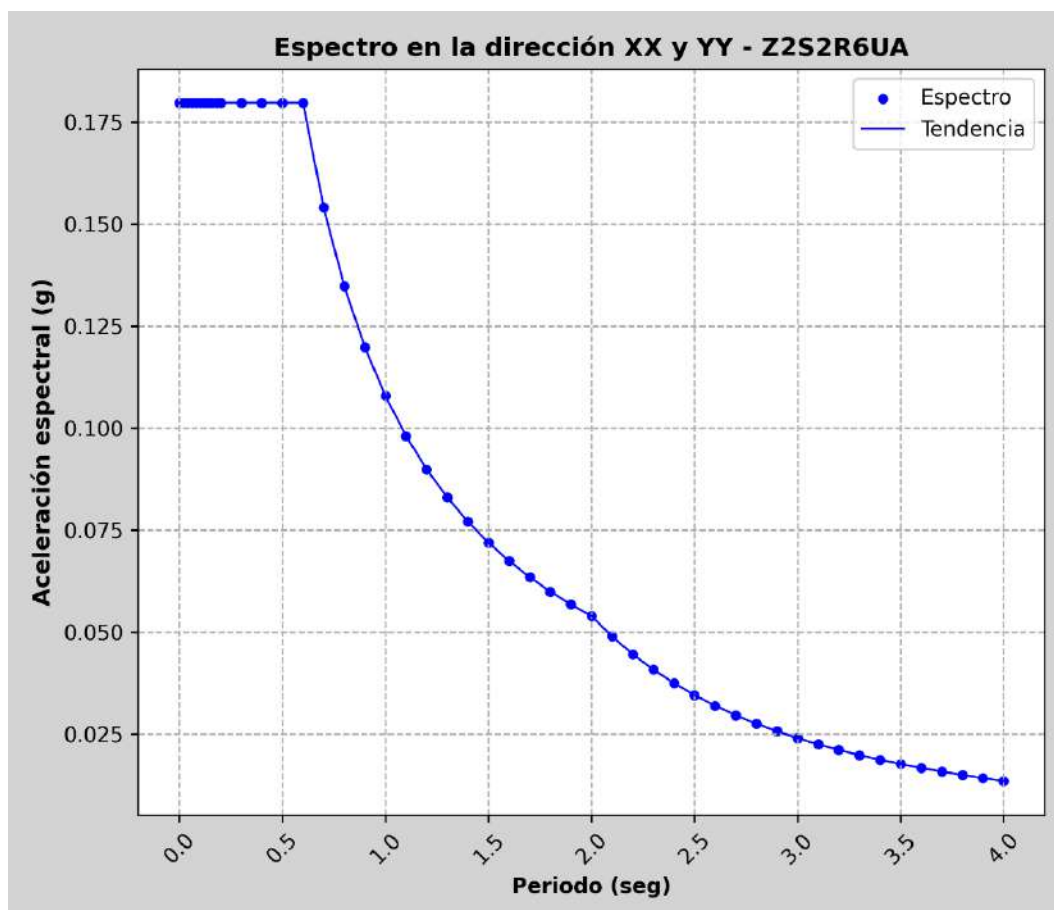
Para el cálculo de los valores de C se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

$$T < 0.2T_p \quad C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right) \quad T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p * T_L}{T^2} \right)$$

T(seg)	C	Sa(g)	T(seg)	C	Sa(g)
0.00	1.00	0.0750	1.70	0.88	0.0662
0.02	1.25	0.0938	1.80	0.83	0.0625
0.04	1.50	0.1125	1.90	0.79	0.0592
0.06	1.75	0.1313	2.00	0.75	0.0563
0.08	2.00	0.1500	2.10	0.68	0.0510
0.10	2.25	0.1688	2.20	0.62	0.0465
0.12	2.50	0.1875	2.30	0.57	0.0425
0.14	2.50	0.1875	2.40	0.52	0.0391
0.16	2.50	0.1875	2.50	0.48	0.0360
0.18	2.50	0.1875	2.60	0.44	0.0333
0.20	2.50	0.1875	2.70	0.41	0.0309
0.30	2.50	0.1875	2.80	0.38	0.0287
0.40	2.50	0.1875	2.90	0.36	0.0268
0.50	2.50	0.1875	3.00	0.33	0.0250
0.60	2.50	0.1875	3.10	0.31	0.0234
0.70	2.14	0.1607	3.20	0.29	0.0220
0.80	1.88	0.1406	3.30	0.28	0.0207
0.90	1.67	0.1250	3.40	0.26	0.0195
1.00	1.50	0.1125	3.50	0.24	0.0184
1.10	1.36	0.1023	3.60	0.23	0.0174
1.20	1.25	0.0938	3.70	0.22	0.0164
1.30	1.15	0.0865	3.80	0.21	0.0156
1.40	1.07	0.0804	3.90	0.20	0.0148
1.50	1.00	0.0750	4.00	0.19	0.0141
1.60	0.94	0.0703			

Se muestra el espectro empleado, donde el criterio de superposición espectral usado para obtener las respuestas sísmicas es la combinación cuadrática completa (CQC)



Los pesos y masas resultantes se muestran en la tabla:

Story	UX	UY	UZ
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m
Story6	6.85	6.85	0.00
Story5	2.31	2.31	0.00
Story4	7.98	7.98	0.00
Story3	40.05	40.05	0.00
Story2	42.66	42.66	0.00
Story1	40.97	40.97	0.00
Base	0.21	0.21	0.00
PESO TOTAL (tn)	1406.75	1406.75	0.00

2.6. CORTANTE ESTÁTICA Y DINÁMICA

La cortante estática se determinó mediante la siguiente expresión:

$$V_{X,Y} = \frac{ZUCS}{R_{X,Y}} * P$$

PARAM.	VALOR		OBSERVACIÓN	Cx/Rx > 0.125	Cy/Ry > 0.125
	X	Y			
Z	0.25	0.25			
U	1.50	1.50	C = 2.5 debido a que: Tx = 0.28seg < Tp = 0.6 Ty = 0.28seg < Tp = 0.6	0.417	0.417
C	2.50	2.50			
S	1.20	1.20			
R	6.00	6.00			
Ve (tn)	299.97	299.97		OK	OK

La cortante dinámica se obtuvo del Etabs

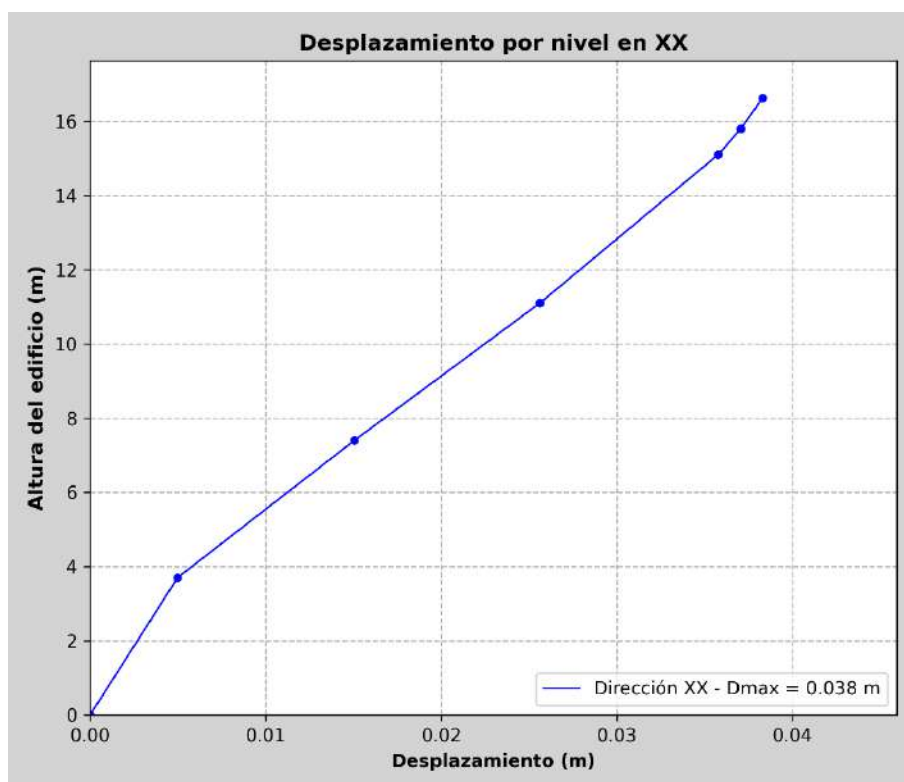
DIRECCIÓN	CASO DE CARGA	SHEAR X	SHEAR Y
		Tonf	Tonf
XX	SXX	219.40	
YY	SYX		220.70

Se verificó que la fuerza cortante calculada a través del método dinámico modal espectral es menor al 80% de la fuerza cortante estática. Por lo que, fue necesario incrementar el cortante dinámico para cumplir el mínimo señalado, escalando proporcionalmente los resultados obtenidos, a excepción de los desplazamientos:

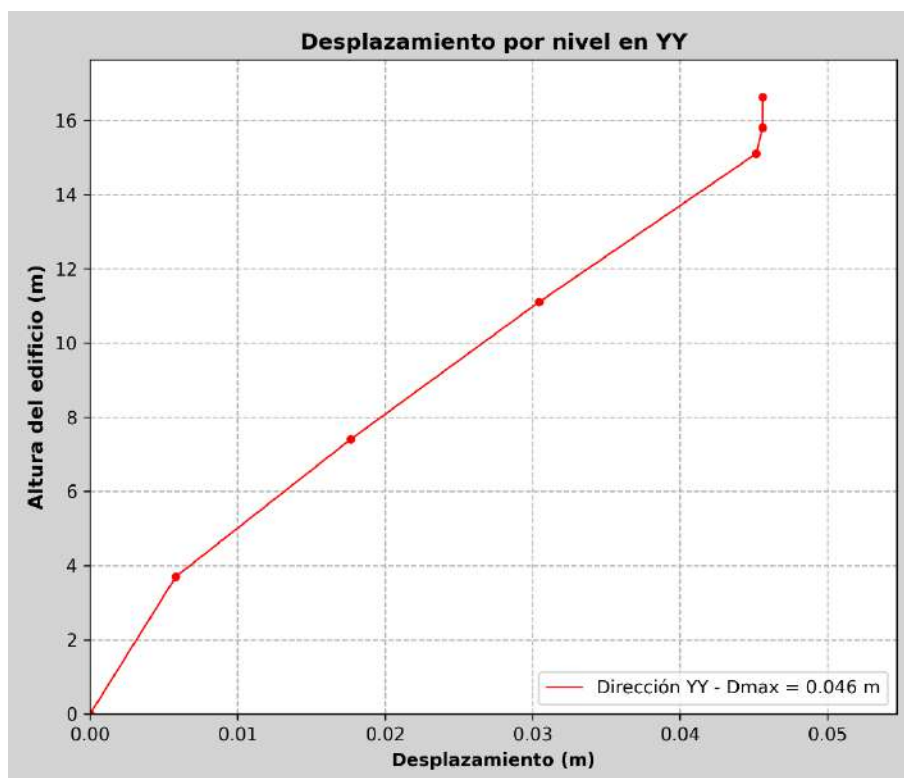
DIRECCIÓN	Vest	0.8Vest	Vdinam	RATIO
XX	299.975	239.980	219.400	1.090
YY	299.975	239.980	220.700	1.090

2.7. DESPLAZAMIENTOS ABSOLUTOS Y RELATIVOS

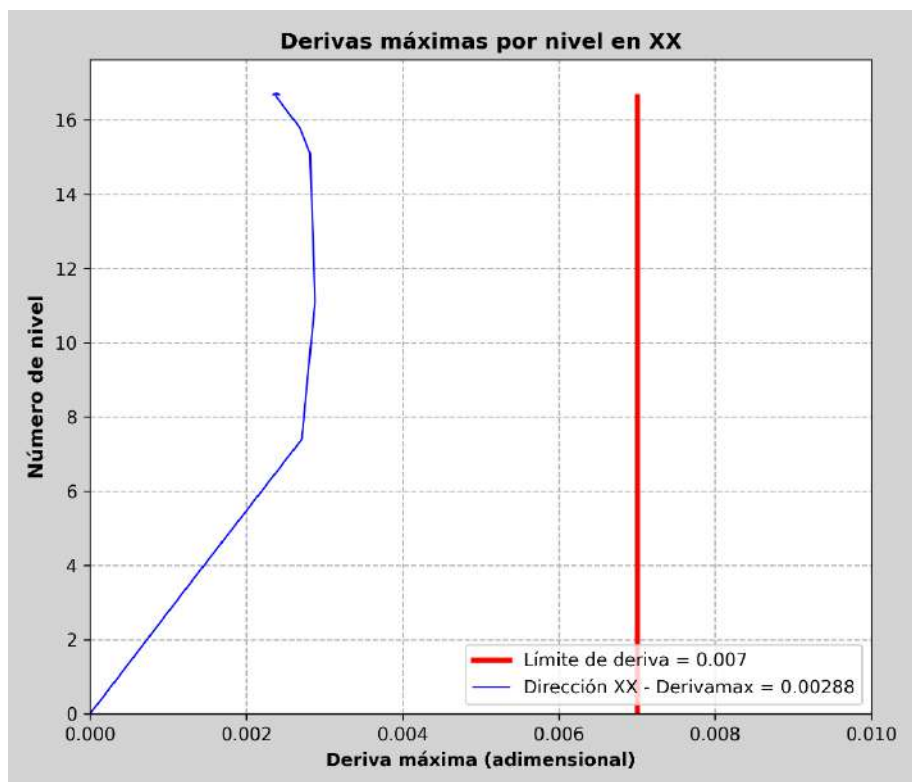
Desplazamiento absoluto del Bloque I en la dirección X = 0.038 m



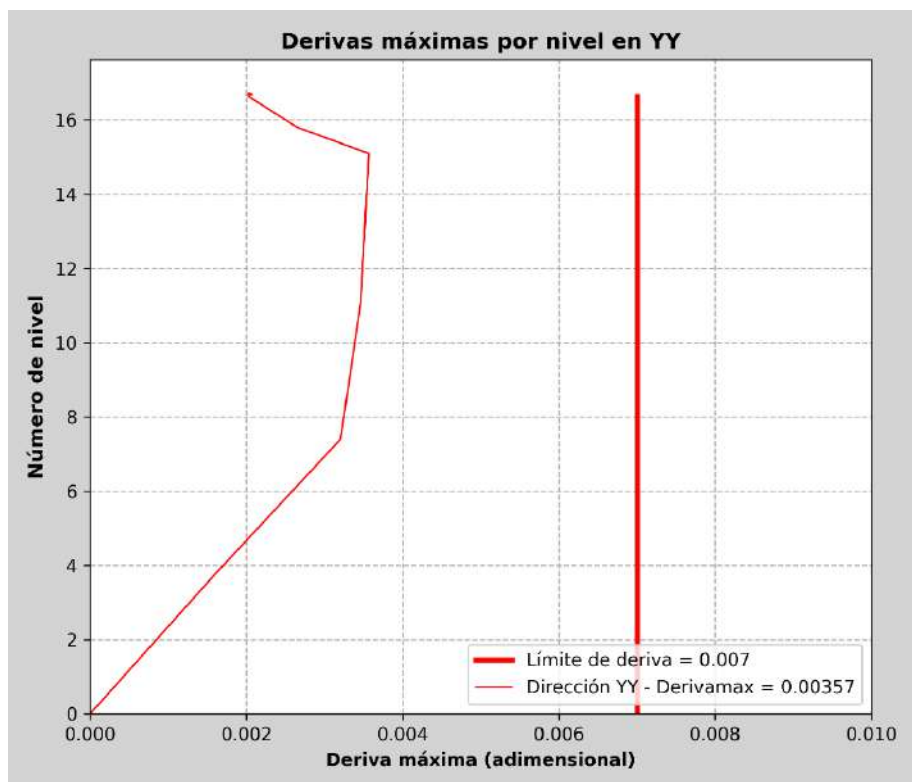
Desplazamiento absoluto del Bloque I en la dirección Y = 0.046 m



Desplazamiento relativo (deriva) del Bloque I en la dirección X = 0.00288 m



Desplazamiento relativo (deriva) del Bloque I en la dirección Y = 0.00357 m



Anexo G. Análisis Sísmico Con Disipadores Fluido Viscoso

1. ANÁLISIS SÍSMICO CON DISIPADORES FLUIDO VISCOSO

1.1. PROPIEDADES INICIALES DEL DISIPADOR

El predimensionamiento con disipadores fluido viscoso se ha trabajado con el modo fundamental que hace referencia al modo que tiene mayor masa participativa, siendo el modo 1, con un periodo de 0.375 segundos y un 73.61% de masa. Los disipadores fluidos viscoso que actúan como sistema de protección sísmica tuvieron como fin reducir las derivas en un 22% tanto en el eje X como en el eje Y.

Para el análisis dinámico modal espectral se definieron las propiedades lineales del dispositivo. Para lo cual se determinó el factor de reducción de deriva que el sistema de disipación debe lograr como:

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}}$$

En función del factor de reducción se estima el amortiguamiento efectivo, determinado por:

$$B = \frac{\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{obj}} = \frac{2.31 - 0.41 \ln \xi_I}{2.31 - 0.41 \ln \xi_{ef}}$$

Donde, el termino ξ_I es el amortiguamiento inherente de la edificación, el cual se calcula en un 5% y el termino ξ_{ef} es el amortiguamiento efectivo requerido, de tal manera que:

$$\xi_{ef} = \xi_I + \xi_V \sqrt{\mu} + \xi_H$$

Siendo, ξ_H el amortiguamiento histerético de la edificación, con un valor de 0 en el rango elástico del análisis modal espectral. Así también, el termino μ , que corresponde a la ductilidad de la estructura será igual a 1. Por último, el termino ξ_V es el amortiguamiento viscoso que tendrá el disipador.

Para cada dirección de análisis, se anexa la siguiente tabla con el valor calculado de cada termino:

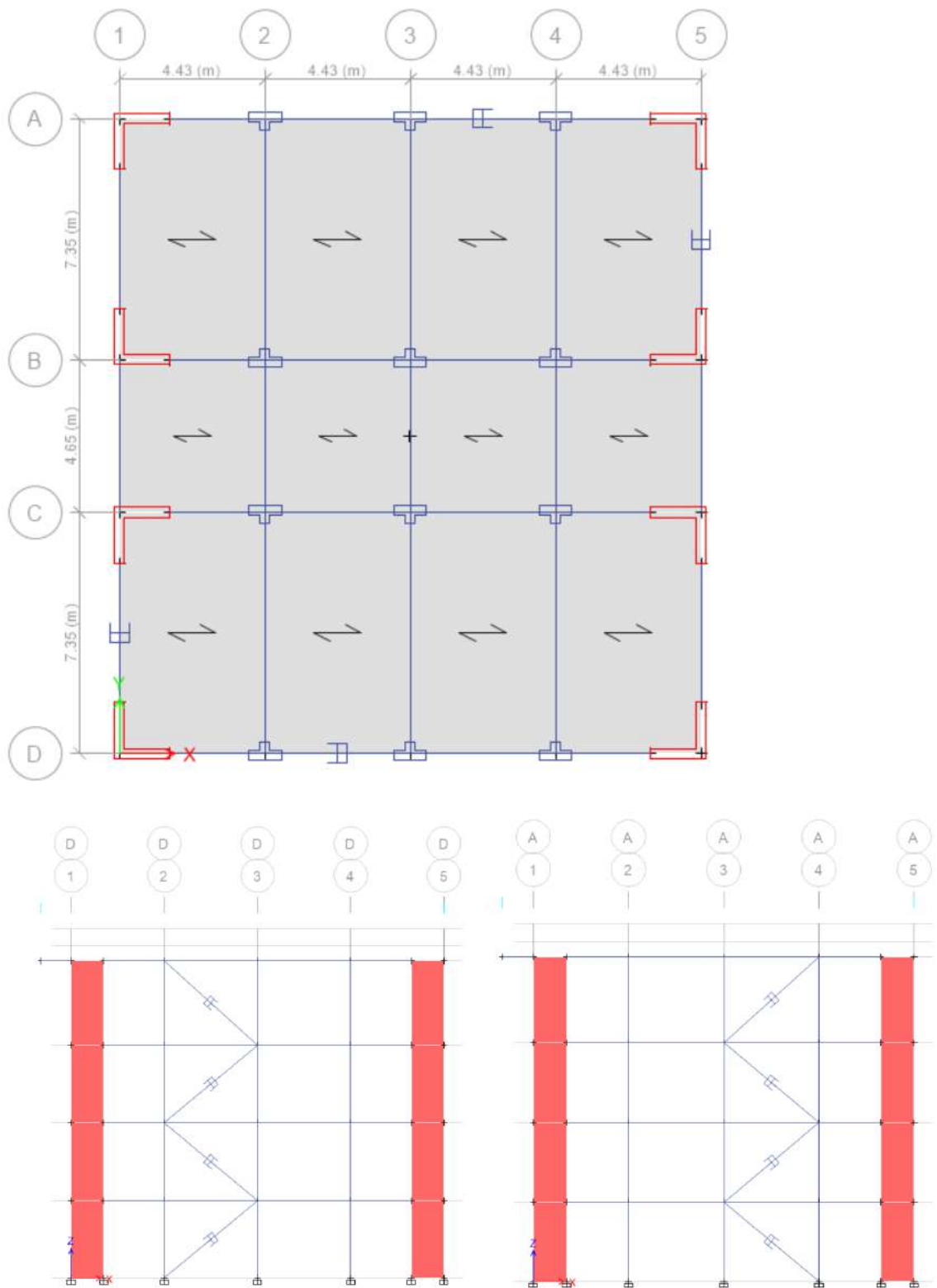
	XX (Dir. Larga)	YY (Dir. Corta)
T (s)	0.348	0.375
$\Delta M\acute{A}X$ (0/00)	0.0029	0.0036
ΔOBJ (0/00)	0.0022	0.0028
B	1.2821	1.2821
ξI (%)	5	5
ξ_{eff} (%)	12.1232	12.1232
ξv (%)	7.1232	7.1232

Luego, se determinan los valores del ángulo de inclinación θ para los disipadores entre los ejes seleccionados. Adicionalmente se adopta un valor de $\alpha = 0.25$, típico en disipadores no lineales, a fin de definir el dispositivo y calcular sus características no lineales. El valor de A corresponde al desplazamiento máximo de la azotea de la estructura sin disipadores.

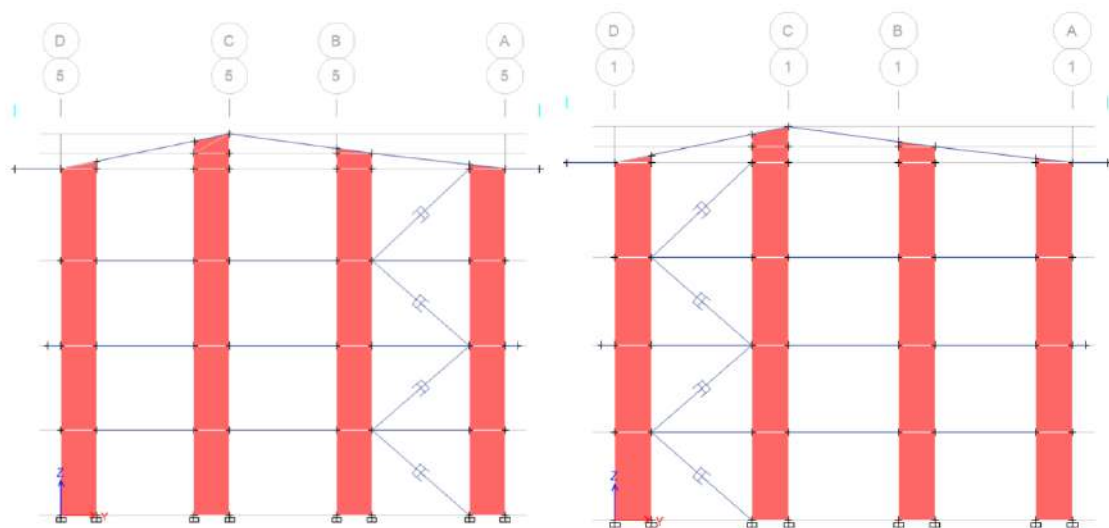
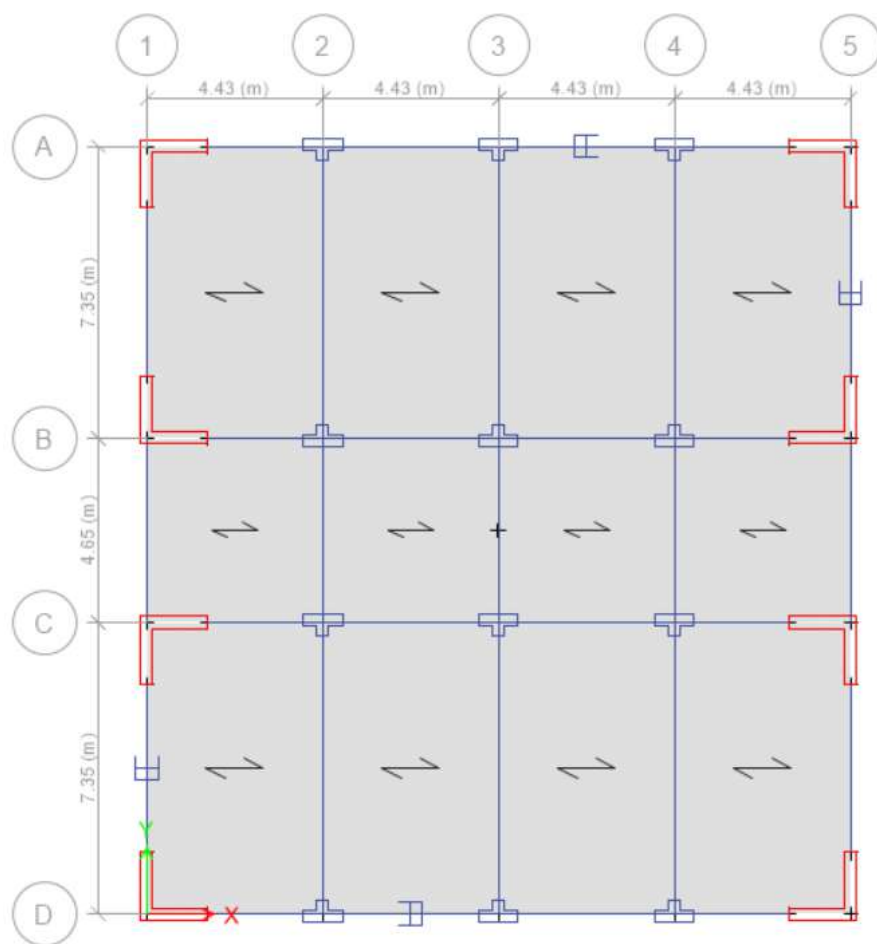
	XX	YY
θ (1° Nivel - 3° Nivel)	42.110	33.690
θ (4° Nivel)	43.890	35.360
α	0.250	0.250
A (cm)	17.235	20.516
λ (función de α)	3.700	3.700

Se ha formulado una propuesta inicial que contempla la disposición de 2 dispositivos en configuración diagonal en la dirección X y 2 dispositivos en la dirección Y. Estas cantidades son susceptibles de revisión para facilitar la optimización del número de dispositivos en cada dirección, de ser requerido.

A continuación, se presenta la distribución en planta y elevación de los disipadores:



Nota: Disposición de los disipadores en la dirección YY



Nota: Disposición de los disipadores en la dirección XX

1.2. CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES LINEALES DEL DISIPADOR

Para determinar las propiedades lineales (C_{eff}) del disipador no lineal, se emplean las siguientes las siguientes ecuaciones:

$$\xi_{V1} = \frac{T_1 \sum_i \sum_j c_j \phi_{ri,1}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum_i m_i \phi_{i,1}^2} \quad C_{piso} = nC = (\xi_{ef} - \xi_I) \frac{4\pi \sum_i m_i \phi_{i,1}^2}{T_1 \sum_i \phi_{ri,1}^2 \cos^2 \theta_j}$$

Donde:

T_1 : Periodo fundamental de vibración en la dirección de análisis

C : Factor de amortiguamiento total por nivel

ϕ_i : Desplazamiento modal de la estructura, se deberá normalizar para el cálculo.

ϕ_{ir} : Desplazamiento modal normalizado relativo.

m_i : masa del nivel i

La siguiente tabla evidencia la tabulación del cálculo para la dirección XX:

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	ϕ_i	ϕ_i norm	ϕ_{ri}	$\phi_{ri}^2 \cos^2(\theta)$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	40.9700	0.7349	0.0050	0.1301	0.1301	0.0093	0.6935
2	42.6600	0.7349	0.0151	0.3931	0.2630	0.0381	6.5936
3	40.1900	0.7349	0.0256	0.6688	0.2757	0.0418	17.9776
4	39.2600	0.7661	0.0383	1.0000	0.3312	0.0570	39.2600
						0.1462	64.5248

La siguiente tabla evidencia la tabulación del cálculo para la dirección YY:

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	ϕ_i	ϕ_i norm	ϕ_{ri}	$\phi_{ri}^2 \cos^2(\theta)$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	40.9700	0.5880	0.0058	0.1275	0.1275	0.0113	0.6665
2	42.6600	0.5880	0.0177	0.3874	0.2599	0.0468	6.4028
3	40.1900	0.5880	0.0304	0.6675	0.2801	0.0543	17.9061
4	39.2600	0.6172	0.0456	1.0000	0.3325	0.0735	39.2600
						0.1859	64.2354

Para cada dirección de análisis se tiene:

		X-X	Y-Y
Periodo	T (s)	0.348	0.375
Amortiguamiento del sistema	ξ_o (%)	5	5
Amortiguamiento efectivo total	ξ_{eff} (%)	12.123	12.123
Amortiguamiento viscoso	ξ_v (%)	7.123	7.123
Coefficiente C por piso	C piso	1135.339	825.016
# Disipadores por piso	n	2	2
Coefficiente C de disipadores	C (ton.s/m)	567.670	412.508

Con los resultados obtenidos se insertan los valores de las propiedades en el software

Etabs:

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: XX T1-T3

Direction: U1

Type: Damper - Exponential

NonLinear: No

Linear Properties

Effective Stiffness: 0 tonf/m

Effective Damping: 567.670 tonf-s/m

OK Cancel

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: YY T1-T3

Direction: U1

Type: Damper - Exponential

NonLinear: No

Linear Properties

Effective Stiffness: 0 tonf/m

Effective Damping: 412.508 tonf-s/m

OK Cancel

1.3. VERIFICACIÓN DE LA DERIVA OBJETIVO

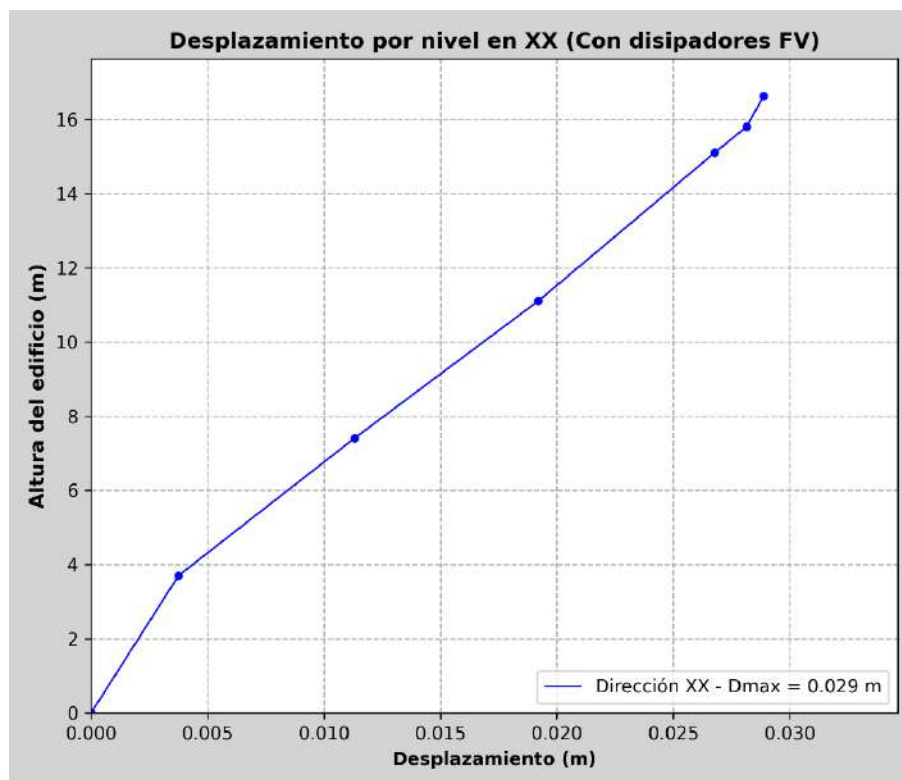
Mediante el análisis espectral se verificó la deriva máxima de la estructura para comprobar el predimensionamiento de los disipadores.

PISO	DERIVA X-X	DERIVA Y-Y
Fin Techo	0.00178	0.00136
Inicio Techo	0.00203	0.00177
4	0.00211	0.00239
3	0.00215	0.00235
2	0.00203	0.00218
1	0.00101	0.00108

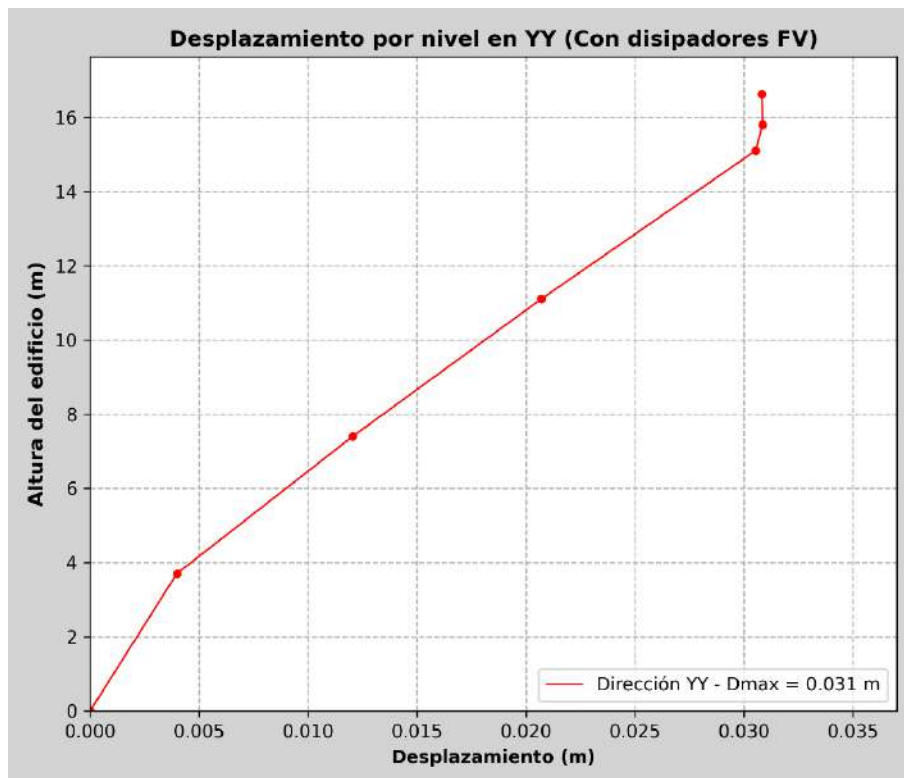
La deriva máxima obtenida del análisis con disipadores es igual a 0.00239, que comparada con la deriva objetivo de 0.0028, está por debajo de dicho valor, por lo cual el diseño de los disipadores es correcto.

1.4. DESPLAZAMIENTOS ABSOLUTOS Y RELATIVOS CON DISIPADORES

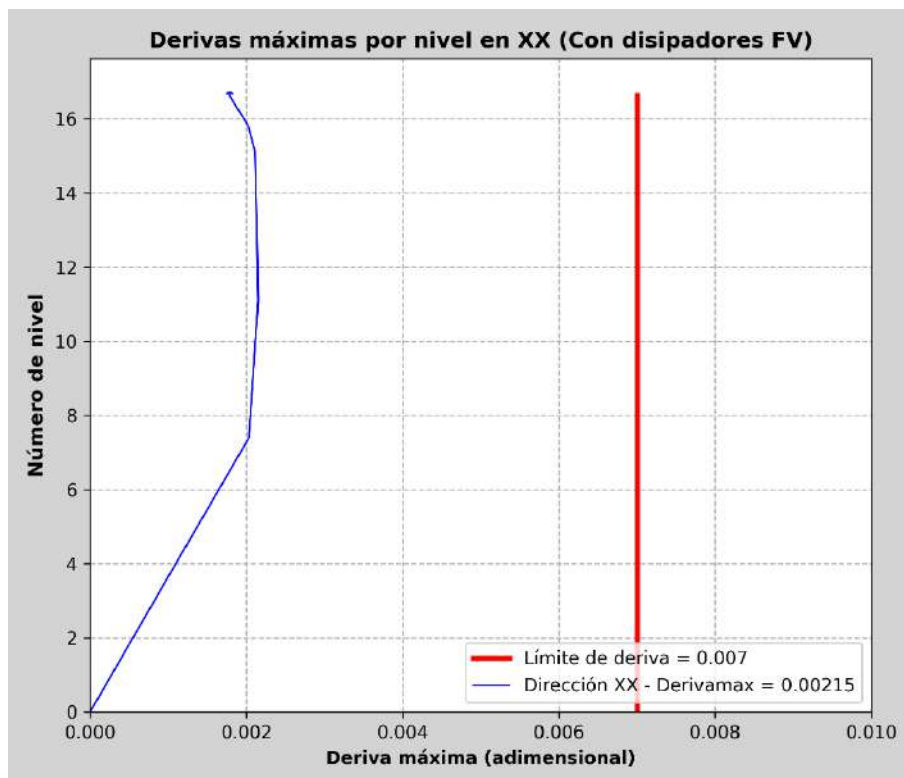
Desplazamiento absoluto del Bloque I con disipadores en la dirección X = 0.029 m



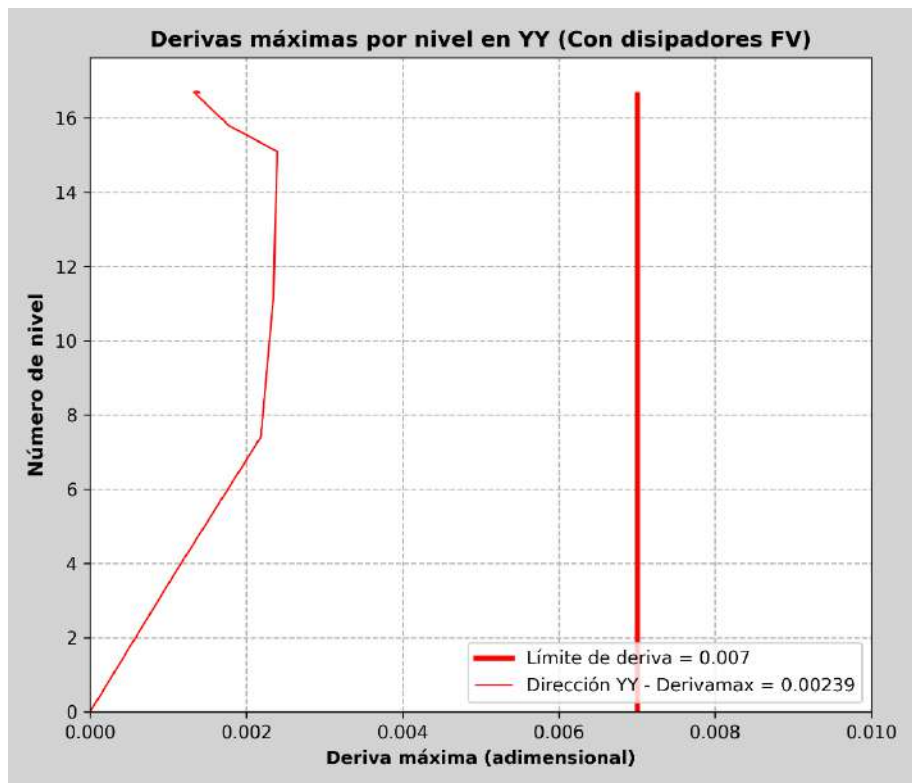
Desplazamiento absoluto del Bloque I con disipadores en la dirección Y = 0.031 m



Desplazamiento relativo del Bloque I con disipadores en la dirección X = 0.00215 m



Desplazamiento relativo del Bloque I con disipadores en la dirección Y = 0.00239 m

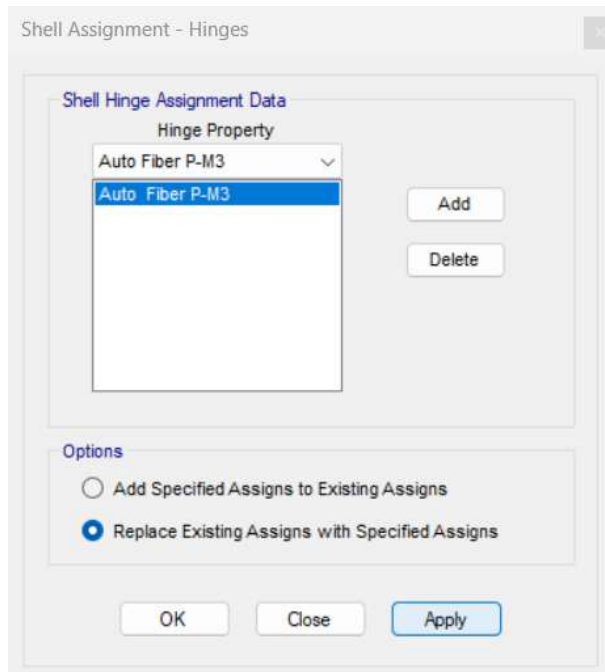


ANEXO H. Análisis No Lineal Tiempo Historia Sin Disipadores

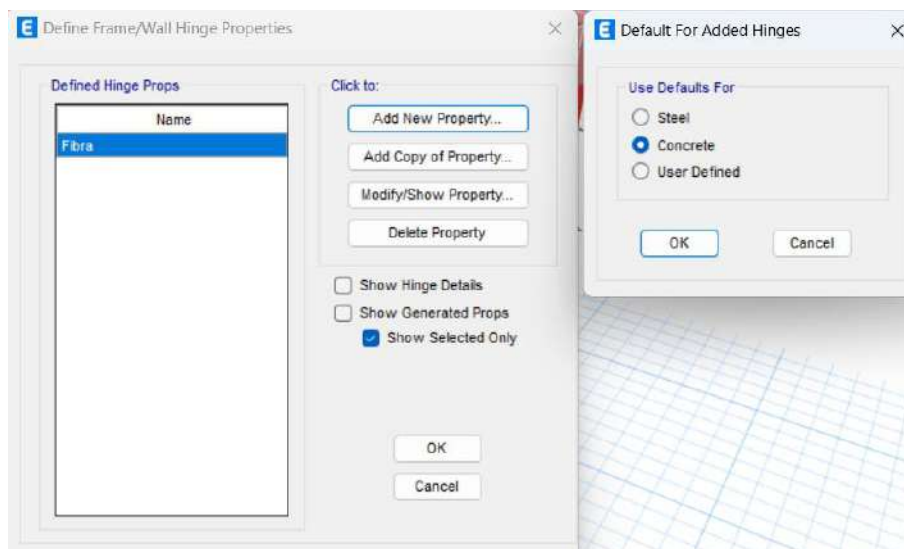
1. ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO HISTORIA SIN DISIPADORES

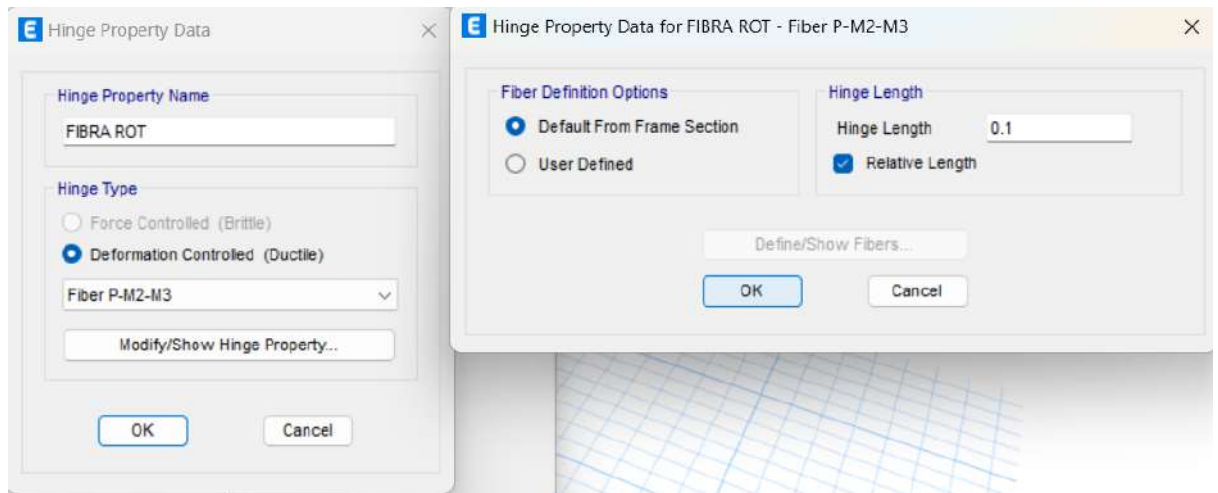
1.1. ASIGNACIÓN DE RÓTULAS TIPO FIBRA

Para agregar a los elementos, rotulas tipo fibra nos dirigimos a: assign - Shell - wall hinges - add.

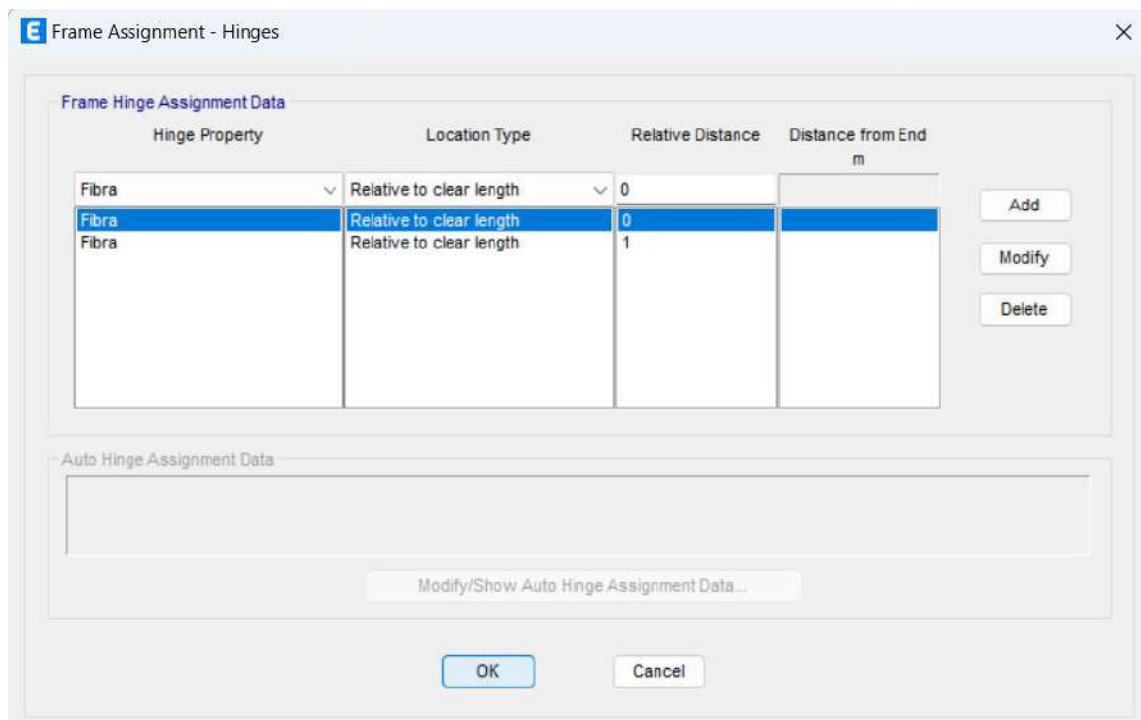


En caso de los elementos tipo rotula concentrada, se creó también una rótula tipo fibra: define - section properties - frame/wall nonlinear hinges – add new property





Para asignar estas rotulas tipo fibra creadas: assign - frame - hinges



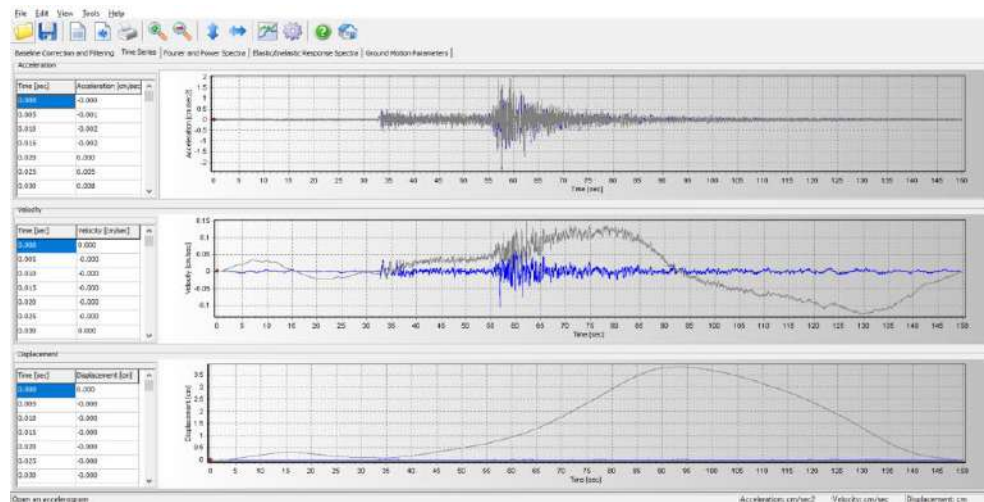
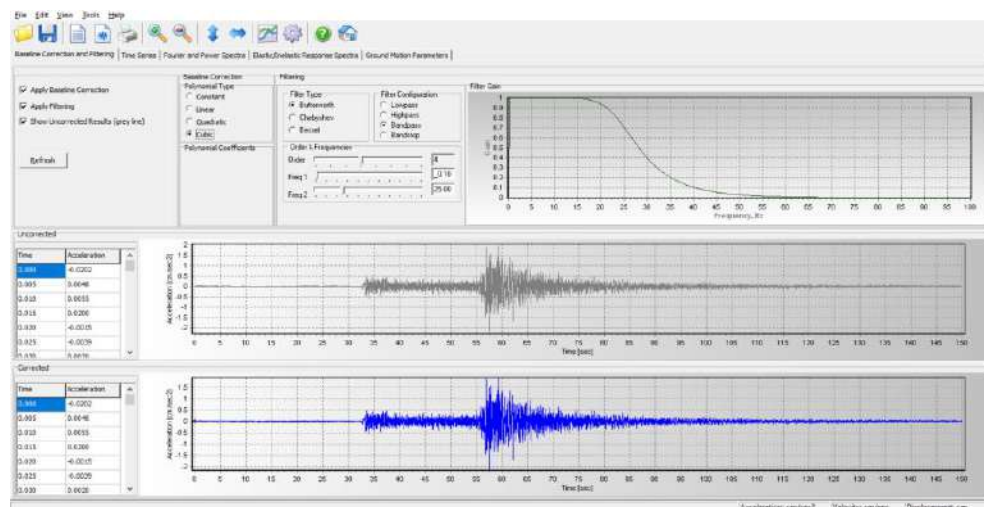
Para que la rotula se genere a la cara del elemento, se considera los valores 0 y 1 en la distancia relativa.

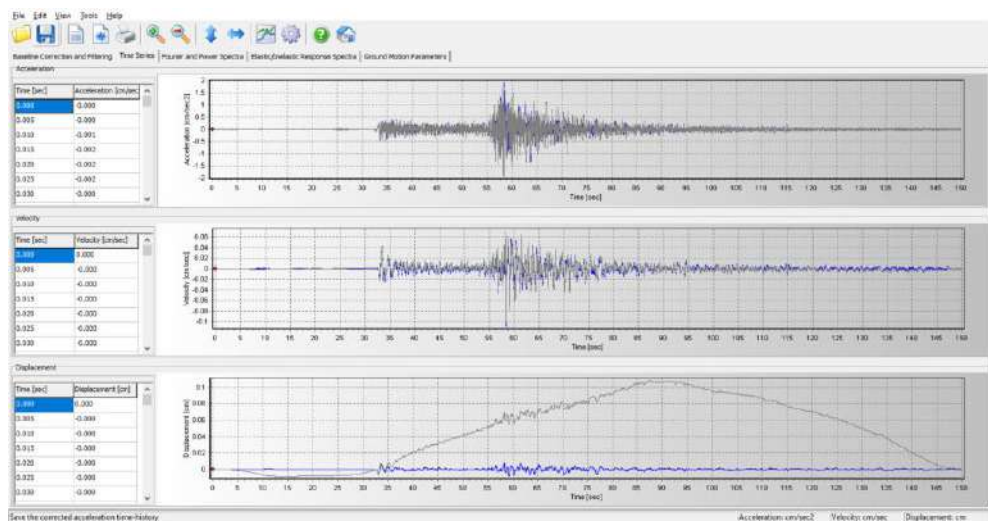
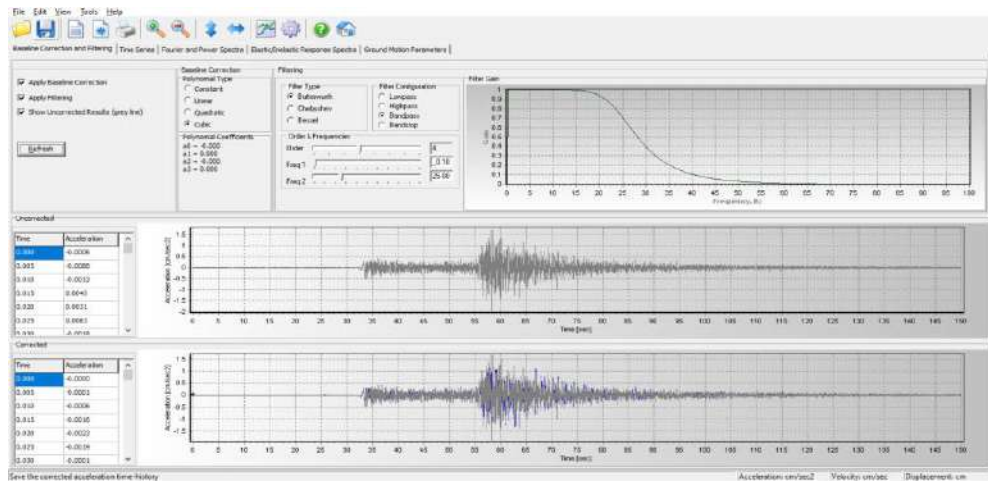
1.2. SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DEL REGISTRO SÍSMICO

Registro	Ubicación del epicentro	Año	Estación	Profundidad (km)	Magnitud (Mw)
1	Cajamarca	2021	SCCHI (Sencico Chiclayo)	25	5.2
2	Loreto	2024	UNAAA (Universidad Alto Amazonas)	130	5.2
3	San Martin	2023	UNAAA (Universidad Alto Amazonas)	129	5.4

1.2.1. Filtrado y corrección de los Registros De Sismos

Se realizó el filtrado de ruido (0.04 - 10 segundos) y la corrección por línea base, de los registros sísmicos obtenidos del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), empleando el programa SeismoSignal versión 4.3.0.



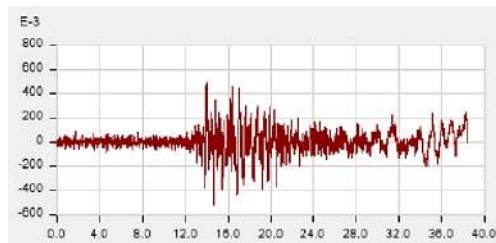


Se continuó con el mismo procedimiento para los dos pares de sismos restantes.

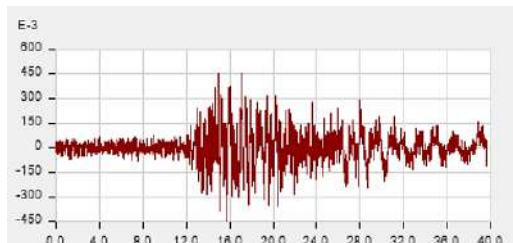
Adicionalmente se disminuyó el tiempo muerto considerando desde el 5% hasta el 95% de intensidad de áreas.

1.2.2. Importación de los Sismos Corregidos

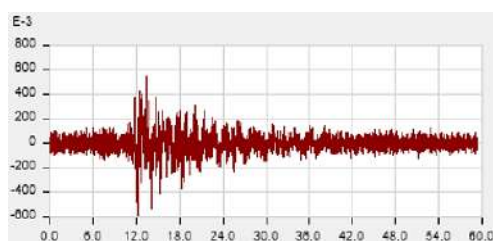
EW - Cajamarca (2021)



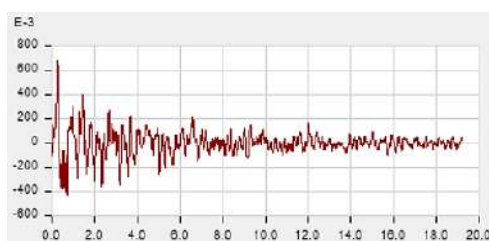
NS – Cajamarca (2021)



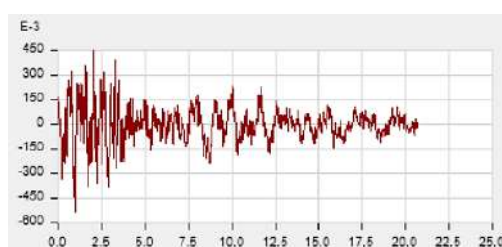
EW - Loreto (2024)



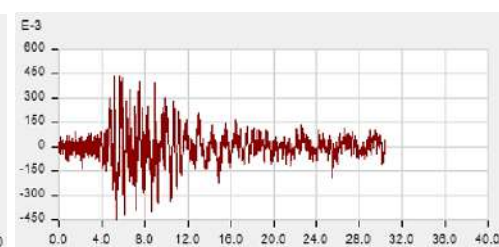
NS – Loreto (2024)



EW – San Martin (2023)



NS – San Martin (2023)



1.3. ESPECTRO COMPATIBILIDAD SEGÚN LA NTP E.030 2018

Zona (Z)	2
Categoría (U)	Esencial - A2
Factor de Suelo (S)	S2
Sistema Estructural	Muros Estructurales

REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Irregularidad en Altura	→	1
Irregularidad en Planta	→	1

$$R = R_o * I\alpha * I_p$$

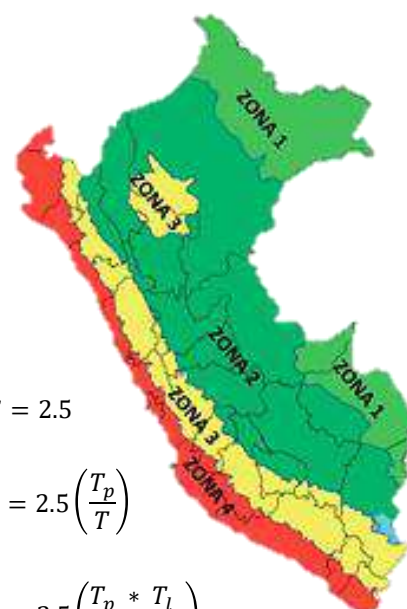
Z	=	0.25
U	=	1.50
S	=	1.20
Ro	=	1.00
R	=	1.00
Tp	=	0.60
Tl	=	2.00

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

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

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

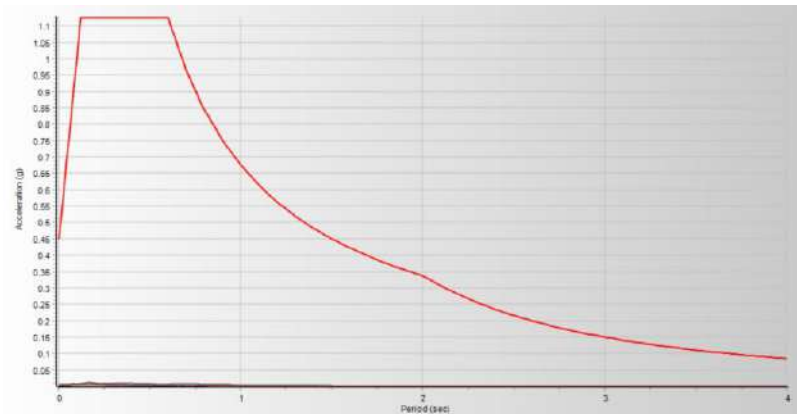
$$T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p * T_l}{T^2} \right)$$



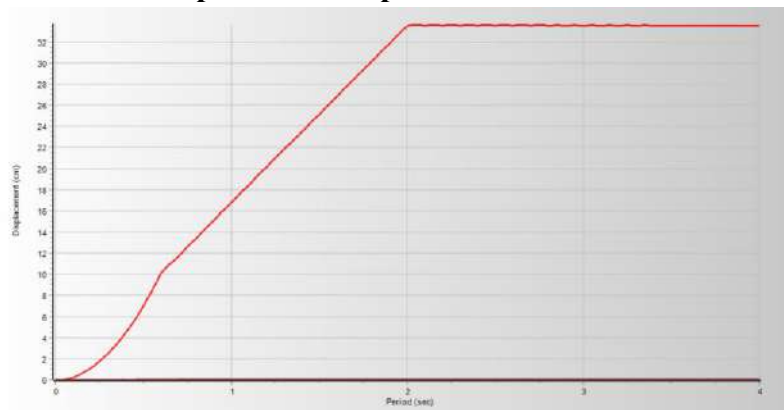
Para el espectro compatibilidad no se ha considerado la gravedad y no se ha reducido el sismo según ASCE 7 - 10, considerándose entonces el valor de $R = 1$.

T(seg)	C	Sa(g)
0.00	1.000	0.45000
0.02	1.250	0.56250
0.04	1.500	0.67500
0.06	1.750	0.78750
0.08	2.000	0.90000
0.10	2.250	1.01250
0.12	2.500	1.12500
0.14	2.500	1.12500
0.16	2.500	1.12500
0.18	2.500	1.12500
0.20	2.500	1.12500
0.30	2.500	1.12500
0.40	2.500	1.12500
0.50	2.500	1.12500
0.60	2.500	1.12500
0.70	2.143	0.96429
0.80	1.875	0.84375
0.90	1.667	0.75000
1.00	1.500	0.67500
1.10	1.364	0.61364
1.20	1.250	0.56250
1.30	1.154	0.51923
1.40	1.071	0.48214
1.50	1.000	0.45000
1.60	0.938	0.42188
1.70	0.882	0.39706
1.80	0.833	0.37500
1.90	0.789	0.35526
2.00	0.750	0.33750
2.10	0.680	0.30612
2.20	0.620	0.27893
2.30	0.567	0.25520
2.40	0.521	0.23438
2.50	0.480	0.21600
2.60	0.444	0.19970
2.70	0.412	0.18519
2.80	0.383	0.17219
2.90	0.357	0.16052
3.00	0.333	0.15000
3.10	0.312	0.14048
3.20	0.293	0.13184
3.30	0.275	0.12397
3.40	0.260	0.11678
3.50	0.245	0.11020
3.60	0.231	0.10417
3.70	0.219	0.09861
3.80	0.208	0.09349
3.90	0.197	0.08876
4.00	0.188	0.08438

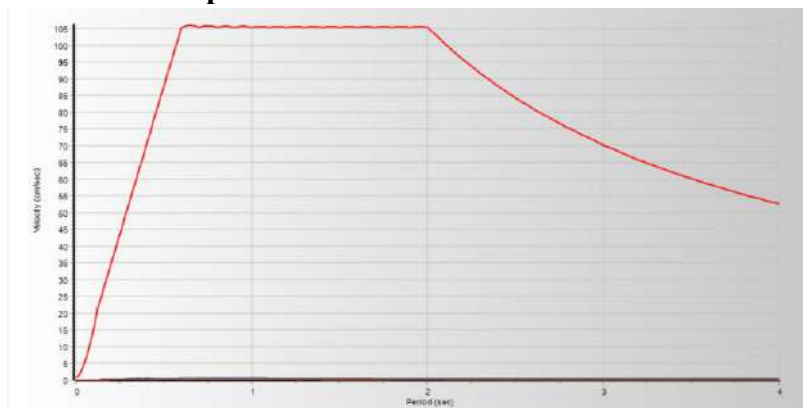
Espectro de Respuesta Inelástica



Espectro de Desplazamientos



Espectro de Velocidades



1.4. CASOS DE CARGA

1.4.1. Carga Gravitacional

The 'Load Case Data' dialog box is shown with the following settings:

- General:**
 - Load Case Name: GRAV
 - Load Case Type: Nonlinear Static
 - Mass Source: Previous
 - Analysis Model: Default
- Initial Conditions:**
 - ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
 - ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)
- Loads Applied:**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	Live	0.5
- Other Parameters:**
 - Modal Load Case: Modal
 - Geometric Nonlinearity Option: None
 - Load Application: Full Load
 - Results Saved: Final State Only
 - Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis
 - Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event

1.4.2. Casos de carga por sismos

Se han definido dos casos de carga para cada dirección de Sismo:

Definición de casos de carga en Etabs: define - load cases

The 'Load Cases' dialog box displays a list of defined load cases:

Load Case Name	Load Case Type
Live	Linear Static
Modal	Modal - Ritz
GRAV	Nonlinear Static
1EW ANLTH	Nonlinear Direct Integration History
1NS ANLTH	Nonlinear Direct Integration History
2EW ANLTH	Nonlinear Direct Integration History
2NS ANLTH	Nonlinear Direct Integration History
3EW ANLTH	Nonlinear Direct Integration History
3NS ANLTH	Nonlinear Direct Integration History

Buttons on the right: Add New Case..., Add Copy of Case..., Modify/Show Case..., Delete Case, Show Load Case Tree..., OK, Cancel.

Se creó los casos para la dirección EW (Este - Oeste) y para la dirección NS (Norte - Sur), por cada sismo elegido. Los valores mostrados en la imagen se han definido para todos los casos.

Load Case Data

General

Load Case Name: 1EW.ANLT.H [Design...]

Load Case Type/Subtype: Time History | Nonlinear Direct Integration [Notes...]

Mass Source: Previous

Analysis Model: Default

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

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

Nonlinear Case: GRAV

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	1EW EC	9.81

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Number of Output Time Steps: 7685

Output Time Step Size: 0.005 sec

Damping: Mass: 0.994; Stiff: 0.001; Modal: No [Modify/Show...]

Time Integration: Hilber-Hughes-Taylor [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined - Event-to-Event Only [Modify/Show...]

Se consideró un amortiguamiento del 5% durante el rango que se hizo espectro compatible, según Norma Técnica Peruana E.030 debe estar entre 0.2T y 1.5T

Direct Integration Damping

Modal Load Case: []

Viscous Proportional Damping

☐ Direct Specification

☒ Specify Damping by Period

☐ Specify Damping by Frequency

☐ Specify as Period Ratio, T/T_mode, for This Mode

Mass Proportional Coefficient: 0.994 1/sec

Stiffness Proportional Coefficient: 9.857E-04 sec

	Period	Frequency	Damping
First	0.5625 sec	cyc/sec	0.05
Second	0.0696 sec	cyc/sec	0.05

[Recalculate Coefficients]

1.5. ANÁLISIS SÍSMICO

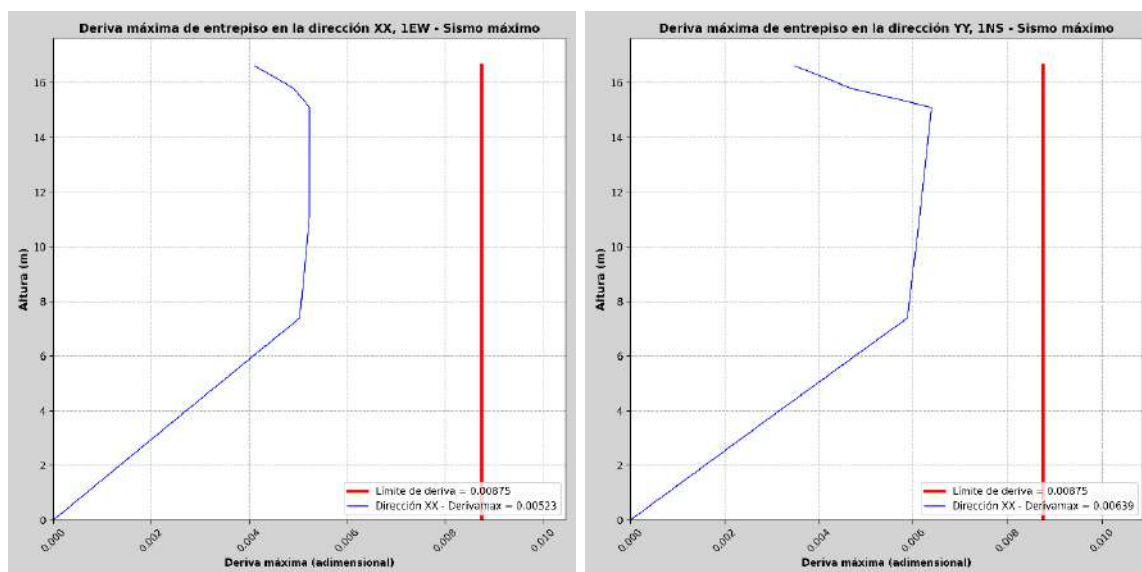
Se evidencia en las siguientes tablas los desplazamientos y derivas para cada nivel de cada uno de los registros sísmicos por dirección:

SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	1EW	0.00928	0.009282	3.70	0.00251	PASA
NIVEL 02	1EW	0.02792	0.018635	3.70	0.00504	PASA
NIVEL 03	1EW	0.04728	0.019359	3.70	0.00523	PASA
NIVEL 04	1EW	0.06728	0.020002	4.00	0.00523	PASA
INICIO DE TECHO	1EW	0.06871	0.001429	0.70	0.00491	PASA
FIN DE TECHO	1EW	0.07152	0.002808	0.83	0.00411	PASA

SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	1NS	0.010805	0.000131	3.70	0.00292	PASA
NIVEL 02	1NS	0.032497	0.000272	3.70	0.00588	NO PASA
NIVEL 03	1NS	0.055176	0.000294	3.70	0.00613	NO PASA
NIVEL 04	1NS	0.080660	0.000193	4.00	0.00639	NO PASA
INICIO DE TECHO	1NS	0.079472	0.000048	0.70	0.00468	PASA
FIN DE TECHO	1NS	0.080061	0.000088	0.83	0.00348	PASA

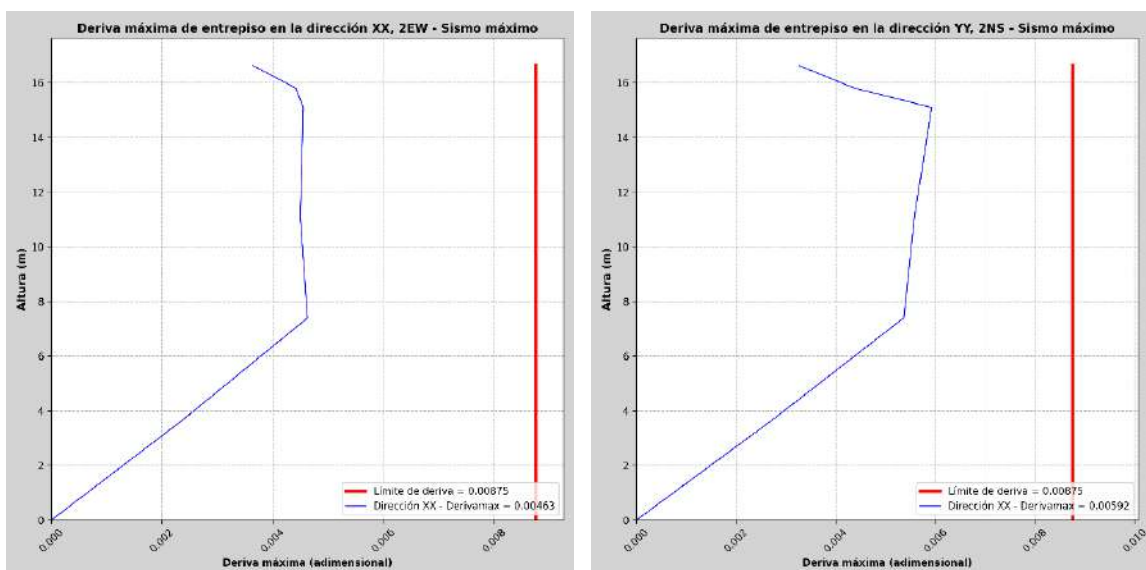


SISMO DE LORETO 2024 – 2EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030≤0.00875; HAZUS ≤0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	2EW	-0.008862	0.008862	3.70	0.00240	PASA
NIVEL 02	2EW	-0.025991	0.017129	3.70	0.00463	PASA
NIVEL 03	2EW	-0.042628	0.016637	3.70	0.00450	PASA
NIVEL 04	2EW	0.057864	0.100492	4.00	0.00455	PASA
INICIO DE TECHO	2EW	0.059590	0.001726	0.70	0.00442	PASA
FIN DE TECHO	2EW	0.061572	0.001982	0.83	0.00365	PASA

SISMO DE LORETO 2024 – 2NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030≤0.00875; HAZUS ≤0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	2NS	0.010186	0.000131	3.70	0.00275	PASA
NIVEL 02	2NS	0.030003	0.000272	3.70	0.00536	PASA
NIVEL 03	2NS	0.050071	0.000294	3.70	0.00558	PASA
NIVEL 04	2NS	0.073270	0.000193	4.00	0.00592	NO PASA
INICIO DE TECHO	2NS	0.072212	0.000048	0.70	0.00439	PASA
FIN DE TECHO	2NS	0.072783	0.000088	0.83	0.00327	PASA

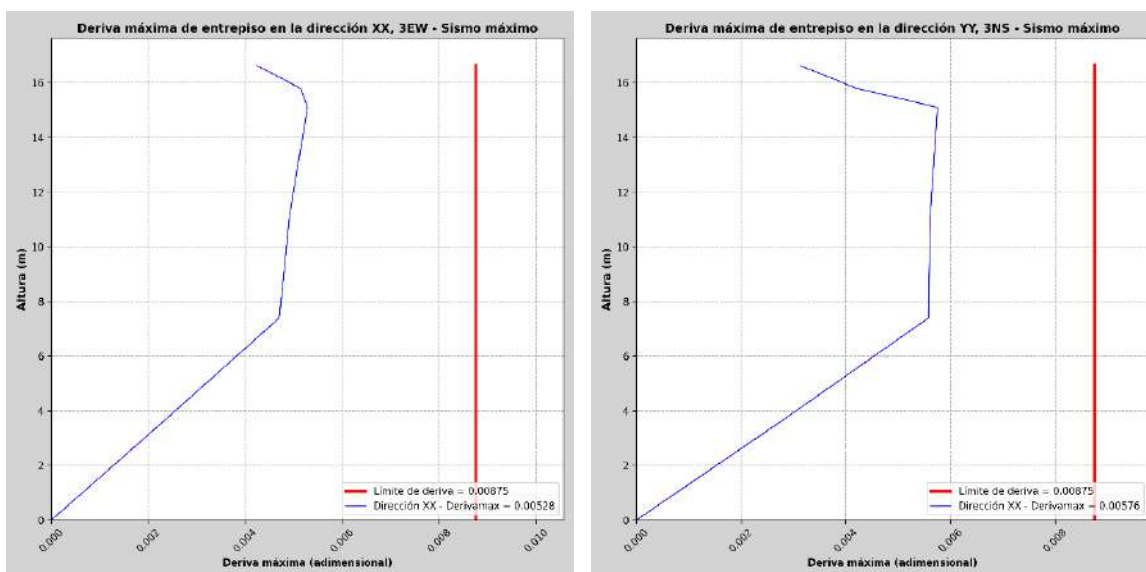


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030≤0.00875; HAZUS ≤0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	3EW	0.008763	0.008763	3.70	0.00237	PASA
NIVEL 02	3EW	0.026157	0.017394	3.70	0.00470	PASA
NIVEL 03	3EW	0.043813	0.017656	3.70	0.00491	PASA
NIVEL 04	3EW	0.063414	0.019601	4.00	0.00528	PASA
INICIO DE TECHO	3EW	0.065394	0.00198	0.70	0.00514	PASA
FIN DE TECHO	3EW	0.067730	0.002336	0.83	0.00425	PASA

SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030≤0.00875; HAZUS ≤0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	3NS	0.006358	0.000131	3.70	0.00172	PASA
NIVEL 02	3NS	0.018845	0.000272	3.70	0.00338	PASA
NIVEL 03	3NS	0.031484	0.000294	3.70	0.00342	PASA
NIVEL 04	3NS	0.045603	0.000193	4.00	0.00356	PASA
INICIO DE TECHO	3NS	0.044927	0.000048	0.70	0.00258	PASA
FIN DE TECHO	3NS	0.045149	0.000088	0.83	0.00206	PASA



1.5.1. Resumen del análisis en función de la deriva X

NIVEL	ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO - HISTORIA EN XX		
	CAJAMARCA 2021	LORETO 2024	SAN MARTÍN 2023
	1EW	2EW	3EW
NIVEL 01	0.002509	0.00240	0.00237
NIVEL 02	0.005036	0.00463	0.00470
NIVEL 03	0.005232	0.00450	0.00491
NIVEL 04	0.005233	0.00455	0.00528
INICIO DE TECHO	0.004909	0.00442	0.00514
FIN DE TECHO	0.004109	0.00365	0.00425

1.5.2. Resumen del análisis en función de la deriva Y

NIVEL	ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO - HISTORIA EN XX		
	CAJAMARCA 2021	LORETO 2024	SAN MARTÍN 2023
	1NS	2NS	3NS
NIVEL 01	0.002920	0.00275	0.00172
NIVEL 02	0.005878	0.00536	0.00338
NIVEL 03	0.006133	0.00558	0.00342
NIVEL 04	0.006391	0.00592	0.00356
INICIO DE TECHO	0.004679	0.00439	0.00258
FIN DE TECHO	0.003482	0.00327	0.00206

1.6. NIVEL DE DESEMPEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.6.1. Niveles de Amenaza Sísmica

Para el caso de la situación actual de la edificación y la incorporación de disipadores se ha considerado un sismo máximo con un periodo de retorno de 1000 años, con una probabilidad de excedencia de 5% en 50 años.

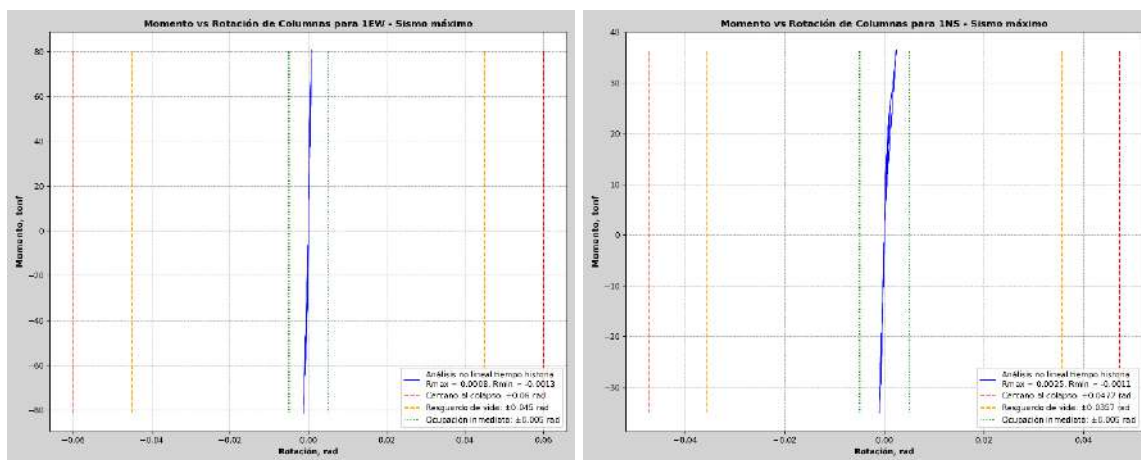
MOVIMIENTO SISMICO DE DISEÑO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)
Sismo de Servicio (SE)	75	50% en 50 años
Sismo de Diseño (DE)	500	10% en 50 años
Sismo Máximo (ME)	1000	5% en 50 años

1.6.2. Valores en Función de la Rotación de los Niveles de Desempeño Sísmico

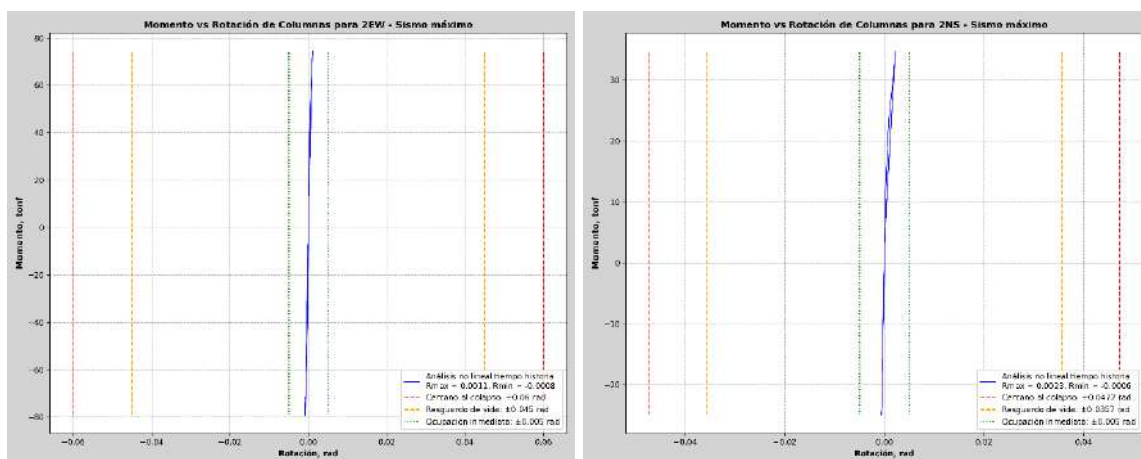
			NIVEL DE DESEMPEÑO		
			Ocupación Inmediata	Resguardo de Vida	Cercano al Colapso
ELEMENTO ESTRUCTURAL	COLUMNAS	EW	0.005	0.045	0.060
		NS	0.005	0.036	0.047
	MUROS ESTRUCTURALES	EW	0.003	0.009	0.012
		NS	0.004	0.011	0.014
	VIGAS	EW	0.005	0.020	0.040
		NS	0.005	0.020	0.040

1.1.1. Nivel de Desempeño Sísmico en Columnas

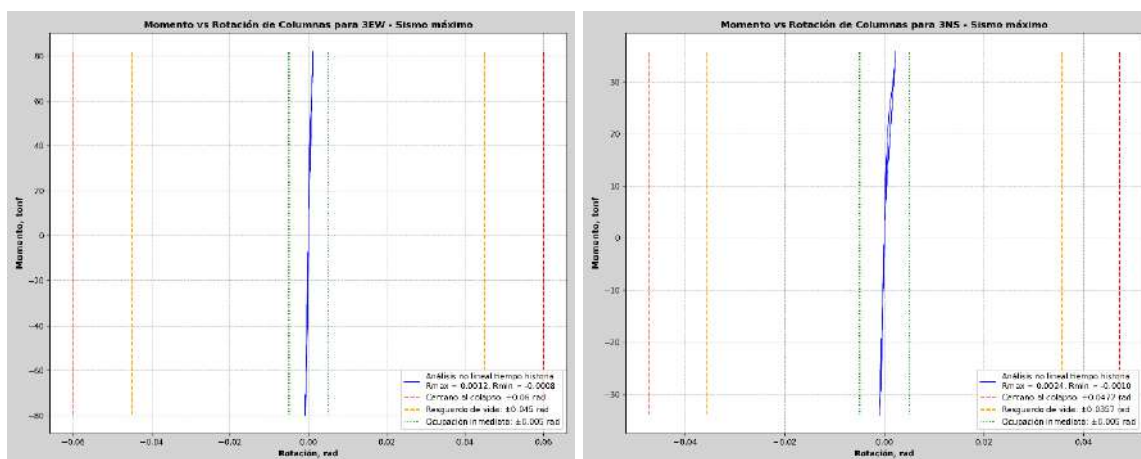
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

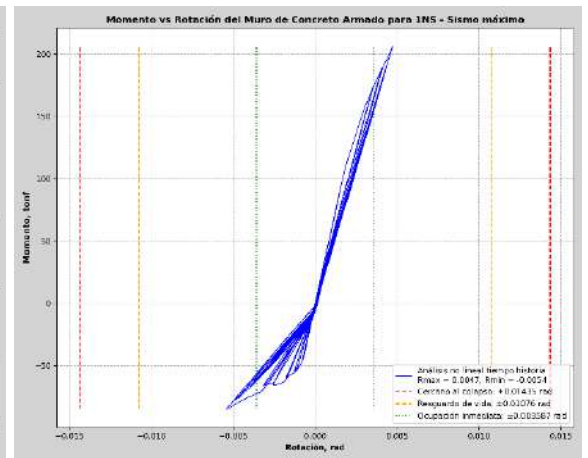
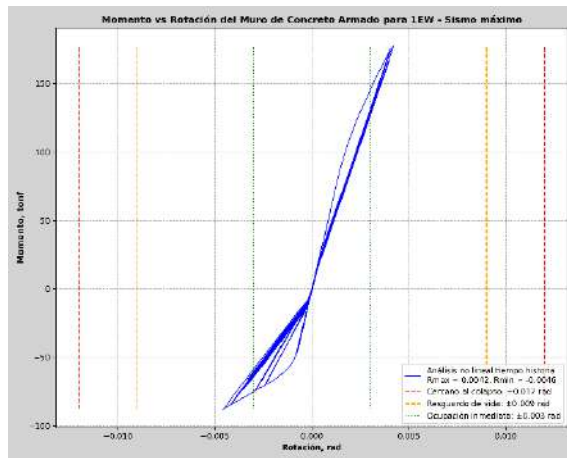


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

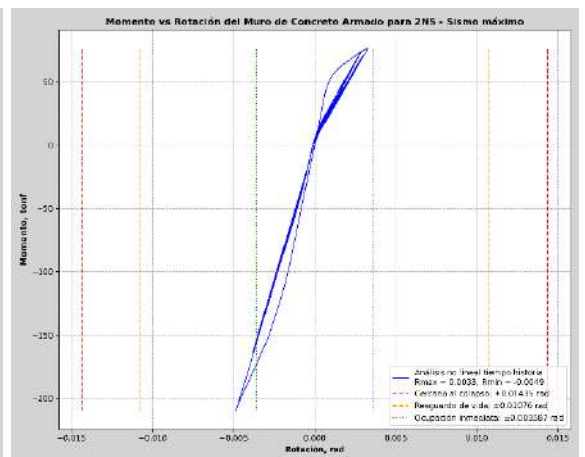
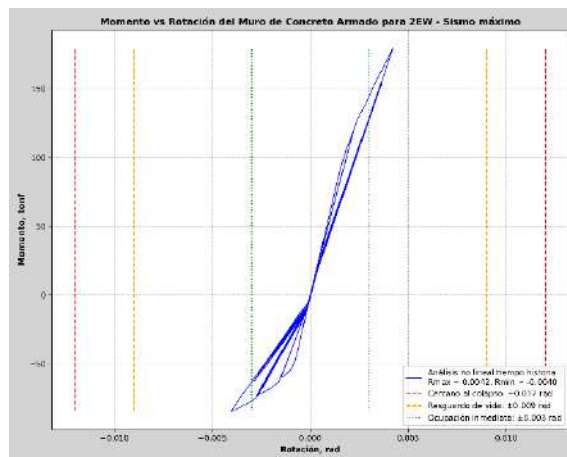


1.1.2. Nivel de Desempeño Sísmico en Muros Estructurales

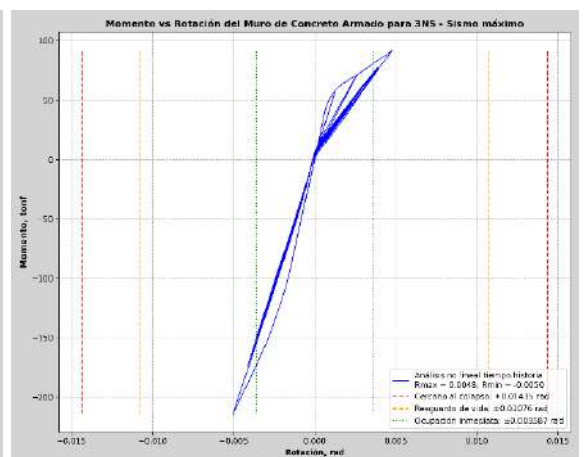
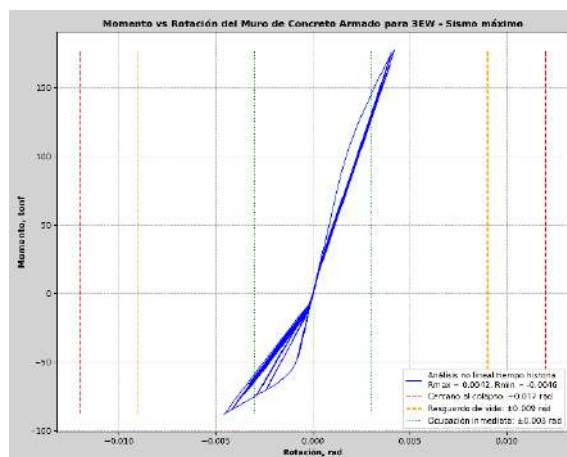
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

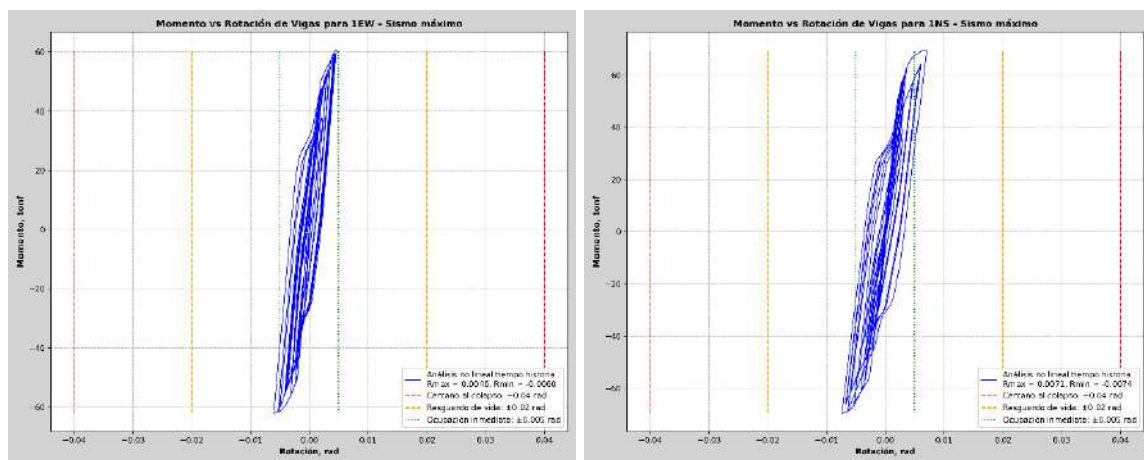


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

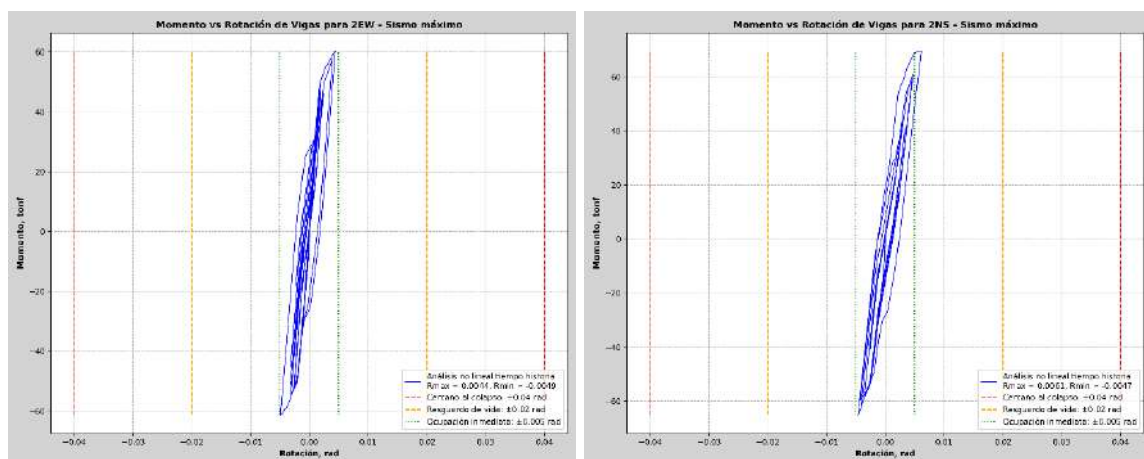


1.1.3. Nivel de Desempeño Sísmico en Vigas

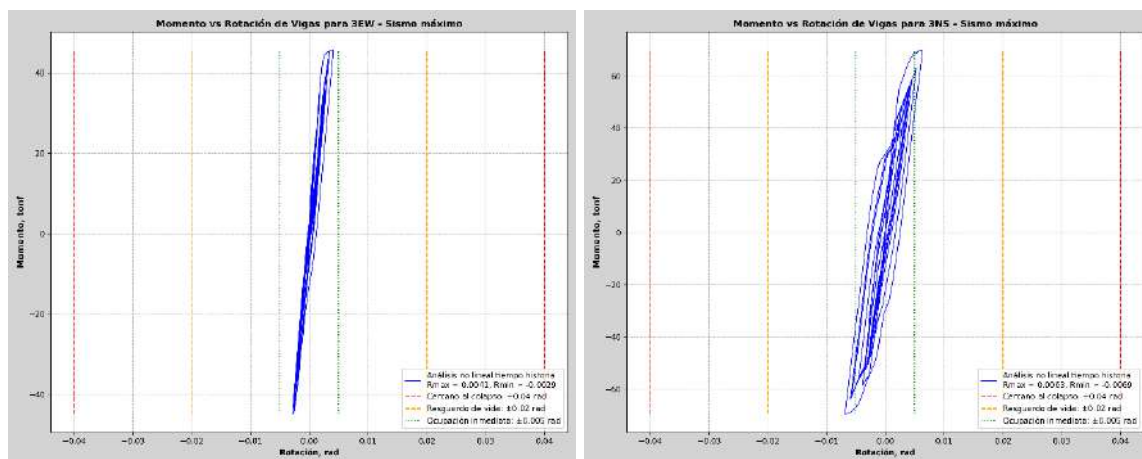
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS



SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS



ANEXO I. Análisis No Lineal Tiempo Historia Con Disipadores

1.1. ELECCIÓN DEL NIVEL DE DESEMPEÑO

		NIVEL DE DESEMPEÑO			
		Operacional	Ocupación Inmediata	Resguardo de Vida	Cercano al Colapso
MOVIMIENTO SISMICO DE DISEÑO	Sismo de Servicio (SE)				
	Sismo de Diseño (DE)				
	Sismo Maximo (ME)				

1.2. ELECCIÓN DE LA DERIVA OBJETIVO

PROPIEDADES DE LA EDIFICACIÓN			DISTORSIÓN LIMITE SEGÚN EL ESTADO DE DAÑO			
EDIFICACIÓN	TIPO	ALTURA (m)	LEVE	MODERADO	EXTENSO	COMPLETO
Muros de Concreto Armado	Bajo	6	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600
	Medio	15	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400
	Alto	36	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300

1.3. CÁLCULO DE PROPIEDADES NO LINEALES DE LOS DISIPADORES

Para determinar las propiedades no lineales (Ceff) del disipador no lineal, se emplean las siguientes las siguientes ecuaciones:

$$\xi_{v1} = \frac{\sum_i \sum_j c_j (\phi_{ri,1} \cos \theta_j)^{1+\alpha} \lambda_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega_1^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_{i,1}^2} \quad C_{piso} = nC = (\xi_{ef} - \xi_l) \frac{2\pi A^{1-\alpha} \omega_1^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_{i,1}^2}{\lambda \sum_i \phi_{ri,1}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}$$

Donde:

α : Exponente no lineal, en este caso se consideró $\alpha = 0.25$

λ : Factor relacionado al valor de α

ω : Frecuencia fundamental en la dirección de análisis

A : Desplazamiento máximo de la azotea sin disipadores en la dirección de análisis

C : Factor de amortiguamiento total por nivel

ϕ_i : Desplazamiento modal de la estructura, se deberá normalizar para el cálculo.

ϕ_{ir} : Desplazamiento modal normalizado relativo.

m_i : masa del nivel i

Para el factor Lambda (λ), la Norma Internacional FEMA 274 proporciona los siguientes valores de la tabla:

EXPONENTE α	PARAMETRO λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.0
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

La siguiente tabla evidencia la tabulación del cálculo para la dirección XX:

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	ϕ_i	ϕ_i norm	ϕ_{ri}	$\phi_{ri}^{(1+\alpha)} \cos^{(1+\alpha)} \theta$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	40.9700	0.7349	0.0050	0.1301	0.1301	0.0538	0.6935
2	42.6600	0.7349	0.0151	0.3931	0.2630	0.1297	6.5936
3	40.1900	0.7349	0.0256	0.6688	0.2757	0.1375	17.9776
4	39.2600	0.7661	0.0383	1.0000	0.3312	0.1668	39.2600
						0.4879	64.5248

La siguiente tabla evidencia la tabulación del cálculo para la dirección YY:

Piso	Masa (ton.s2/m)	θ	ϕ_i	ϕ_i norm	ϕ_{ri}	$\phi_{ri}^{(1+\alpha)} \cos^{(1+\alpha)} \theta$	$m_i \phi_i^2$ (ton.s2/m)
1	40.9700	0.5880	0.0058	0.1275	0.1275	0.0606	0.6665
2	42.6600	0.5880	0.0177	0.3874	0.2599	0.1474	6.4028
3	40.1900	0.5880	0.0304	0.6675	0.2801	0.1619	17.9061
4	39.2600	0.6172	0.0456	1.0000	0.3325	0.1957	39.2600
						0.5656	64.2354

Para cada dirección de análisis se tiene:

		X-X	Y-Y
Exponente	α	0.250	0.250
	λ	3.700	3.700
Desplazamiento Azotea	A s/d (cm)	3.830	4.559
	A (cm)	0.851	1.013
	$A^{(1-\alpha)}$	0.087	0.099
Periodo	T (s)	0.348	0.375
Frecuencia Natural	ω (Hz)	18.055	16.755
	$\omega^{(2-\alpha)}$	158.143	138.759
Amortiguamiento del Sistema	ξ_o	5	5
Amortiguamiento Efectivo Total	ξ_{eff}	12.123	12.123
Coefficiente de Amortiguamiento por Piso	C piso (ton.s/m)	219.044	188.079
Numero de Disipadores por Piso	n	2	2
Coefficiente C de Disipadores	C (ton.s/m)	109.522	94.040

Con los resultados obtenidos se insertan los valores de las propiedades en el Etabs:

1.2. ANÁLISIS SÍSMICO

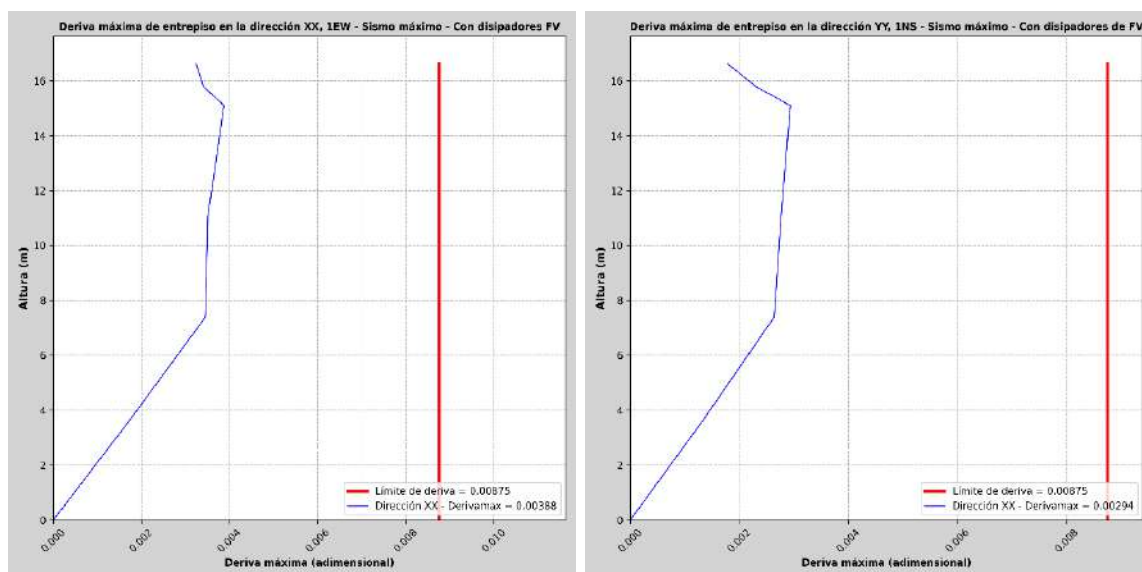
Se evidencia en las siguientes tablas los desplazamientos y derivas para cada nivel de cada uno de los registros sísmicos por dirección:

SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	1EW	-0.00652	0.006524	3.70	0.00176	PASA
NIVEL 02	1EW	-0.01930	0.012780	3.70	0.00345	PASA
NIVEL 03	1EW	-0.03230	0.012997	3.70	0.00351	PASA
NIVEL 04	1EW	-0.04719	0.014891	4.00	0.00388	PASA
INICIO DE TECHO	1EW	-0.04786	0.000665	0.70	0.00341	PASA
FIN DE TECHO	1EW	-0.05055	0.002689	0.83	0.00324	PASA

SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	1NS	-0.00502	0.005019	3.70	0.00136	PASA
NIVEL 02	1NS	-0.01478	0.009761	3.70	0.00264	PASA
NIVEL 03	1NS	-0.02495	0.010172	3.70	0.00277	PASA
NIVEL 04	1NS	-0.03667	0.011715	4.00	0.00294	PASA
INICIO DE TECHO	1NS	-0.03655	0.000121	0.70	0.00230	PASA
FIN DE TECHO	1NS	-0.03679	0.000242	0.83	0.00179	PASA

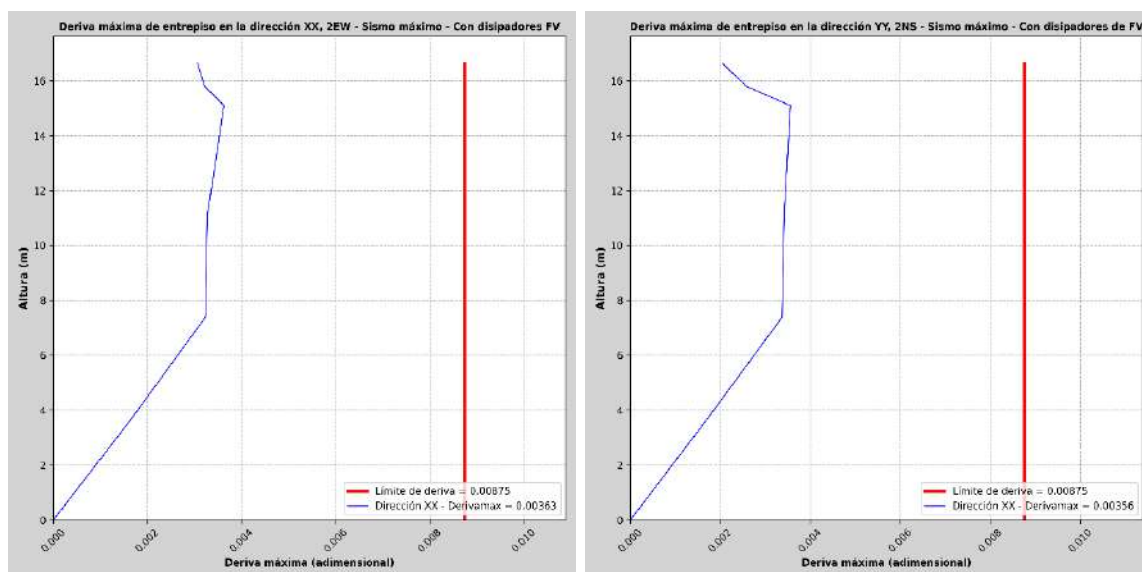


SISMO DE LORETO 2024 – 2EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	2EW	-0.00616	0.006162	3.70	0.00167	PASA
NIVEL 02	2EW	-0.01811	0.011952	3.70	0.00324	PASA
NIVEL 03	2EW	-0.03019	0.012074	3.70	0.00328	PASA
NIVEL 04	2EW	-0.04382	0.013628	4.00	0.00363	PASA
INICIO DE TECHO	2EW	-0.04446	0.000642	0.70	0.00322	PASA
FIN DE TECHO	2EW	-0.04697	0.002511	0.83	0.00307	PASA

SISMO DE LORETO 2024 – 2NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	2NS	0.006358	0.006358	3.70	0.00172	PASA
NIVEL 02	2NS	0.018845	0.012487	3.70	0.00338	PASA
NIVEL 03	2NS	0.031484	0.012639	3.70	0.00342	PASA
NIVEL 04	2NS	0.045603	0.014119	4.00	0.00356	PASA
INICIO DE TECHO	2NS	0.044927	0.000676	0.70	0.00258	PASA
FIN DE TECHO	2NS	0.045149	0.000222	0.83	0.00206	PASA

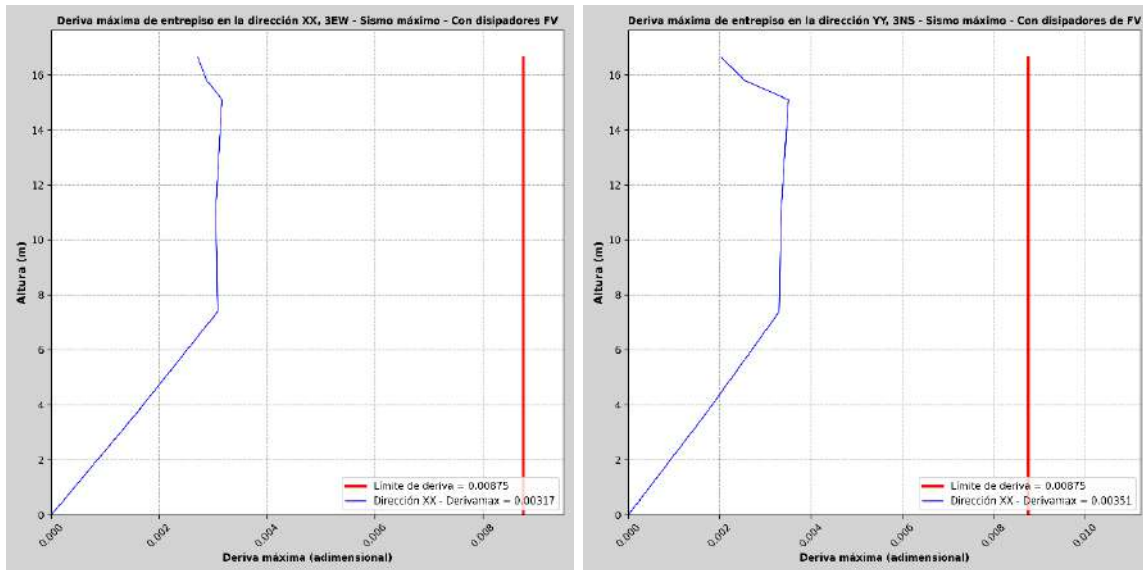


SISMO DE SAN MASRTIN 2023 – 3EW

Piso	Sismo	UX	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift X	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	3EW	-0.00585	0.005847	3.70	0.00158	PASA
NIVEL 02	3EW	-0.01727	0.011420	3.70	0.00309	PASA
NIVEL 03	3EW	-0.02856	0.011294	3.70	0.00305	PASA
NIVEL 04	3EW	-0.03966	0.011097	4.00	0.00317	PASA
INICIO DE TECHO	3EW	-0.04113	0.001471	0.70	0.00289	PASA
FIN DE TECHO	3EW	-0.04224	0.001115	0.83	0.00272	PASA

SISMO DE SAN MASRTIN 2023 – 3NS

Piso	Sismo	UY	D. Relativo	A. Entrepiso	Drift Y	CONTROL E.030<=0.00875; HAZUS <=0.0056
		(m)	(m)	(m)		
NIVEL 01	3NS	0.006358	0.006358	3.70	0.00172	PASA
NIVEL 02	3NS	0.018845	0.012487	3.70	0.00338	PASA
NIVEL 03	3NS	0.031484	0.012639	3.70	0.00342	PASA
NIVEL 04	3NS	0.045603	0.014119	4.00	0.00356	PASA
INICIO DE TECHO	3NS	0.044927	0.000676	0.70	0.00258	PASA
FIN DE TECHO	3NS	0.045149	0.000222	0.83	0.00206	PASA



1.2.1. Resumen del análisis en función de la deriva X

NIVEL	ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO - HISTORIA EN XX		
	CAJAMARCA 2021	LORETO 2024	SAN MARTÍN 2023
	1EW	2EW	3EW
NIVEL 01	0.001763	0.00167	0.00158
NIVEL 02	0.003454	0.00324	0.00309
NIVEL 03	0.003514	0.00328	0.00305
NIVEL 04	0.003877	0.00363	0.00317
INICIO DE TECHO	0.003409	0.00322	0.00289
FIN DE TECHO	0.003243	0.00307	0.00272

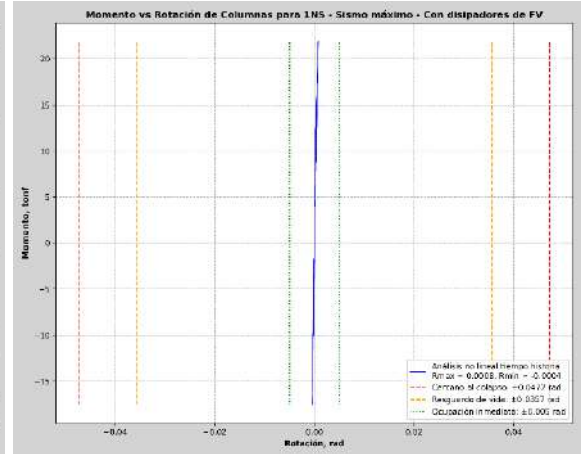
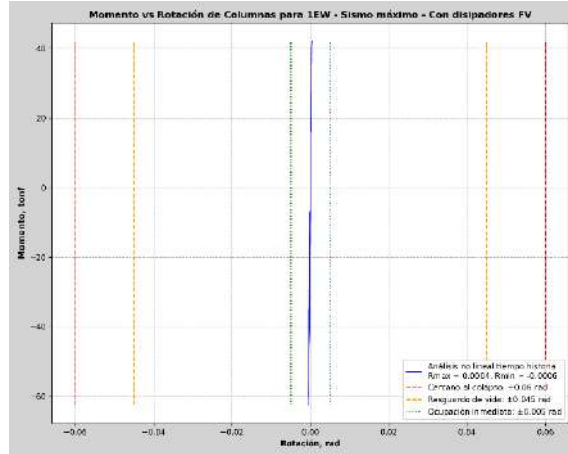
1.2.2. Resumen del análisis en función de la deriva Y

NIVEL	ANÁLISIS NO LINEAL TIEMPO - HISTORIA EN YY		
	CAJAMARCA 2021	LORETO 2024	SAN MARTÍN 2023
	1NS	2NS	3NS
NIVEL 01	0.00136	0.00172	0.00172
NIVEL 02	0.00264	0.00338	0.00338
NIVEL 03	0.00277	0.00342	0.00342
NIVEL 04	0.00294	0.00356	0.00356
INICIO DE TECHO	0.00230	0.00258	0.00258
FIN DE TECHO	0.00179	0.00206	0.00206

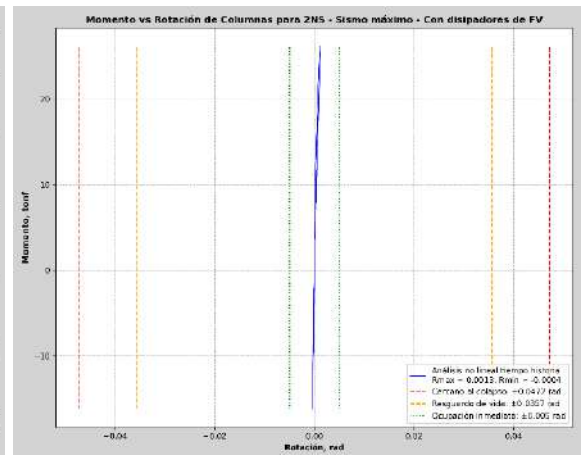
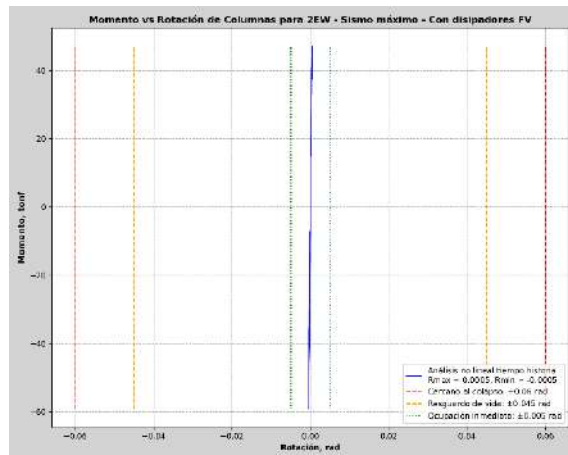
1.3. DESEMPEÑO SÍSMICO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.3.1. Nivel de Desempeño Sísmico en Columnas

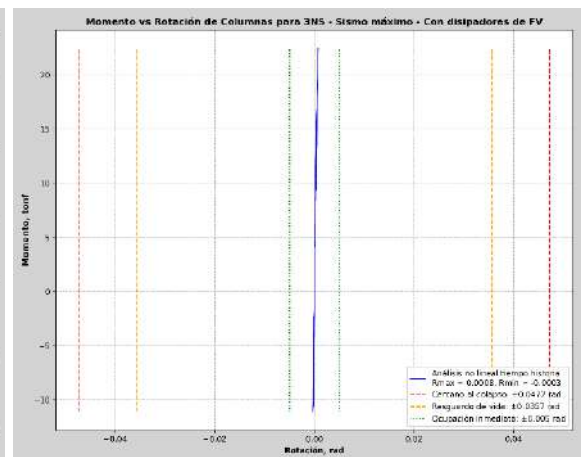
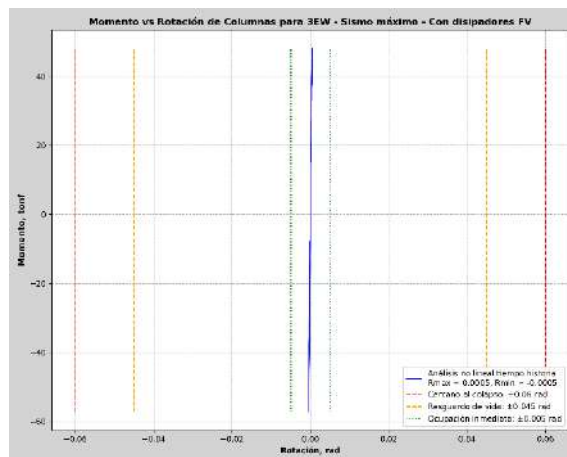
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

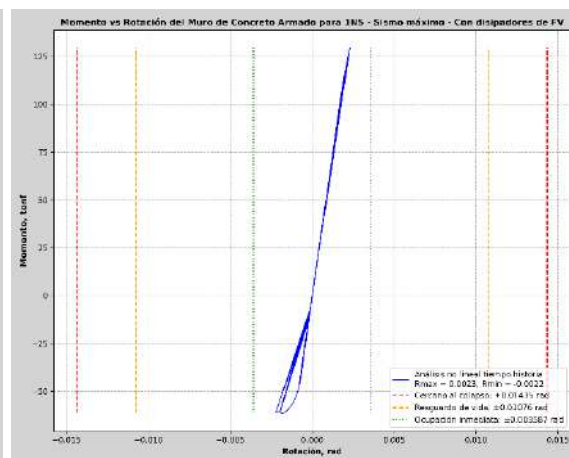
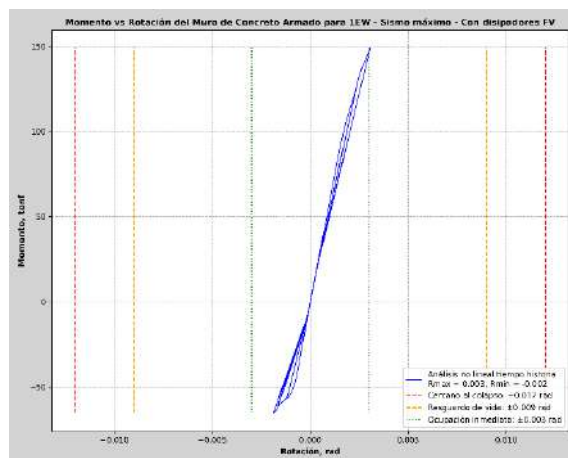


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

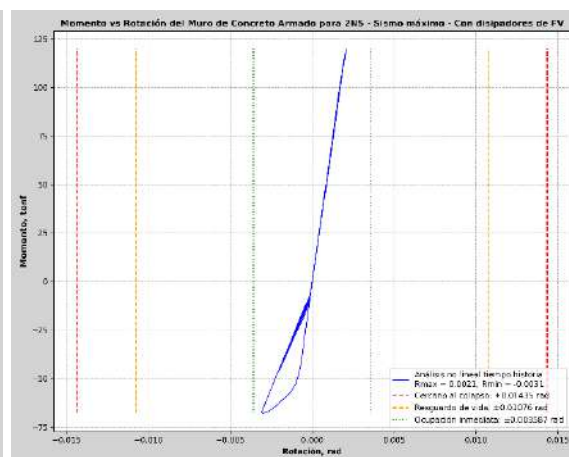
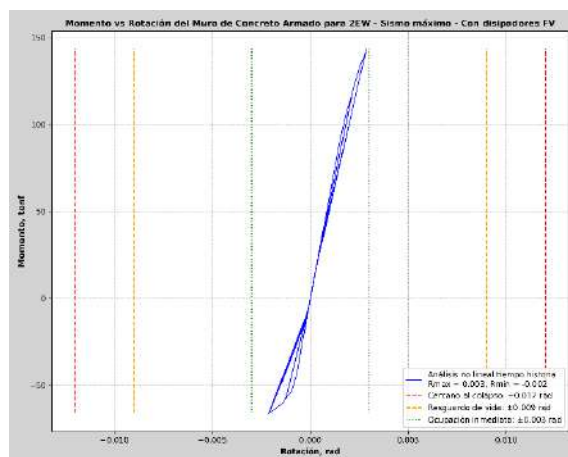


1.3.2. Nivel de Desempeño Sísmico en Muros Estructurales

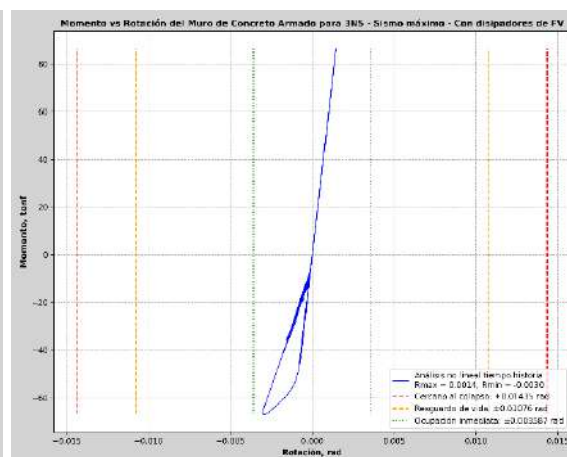
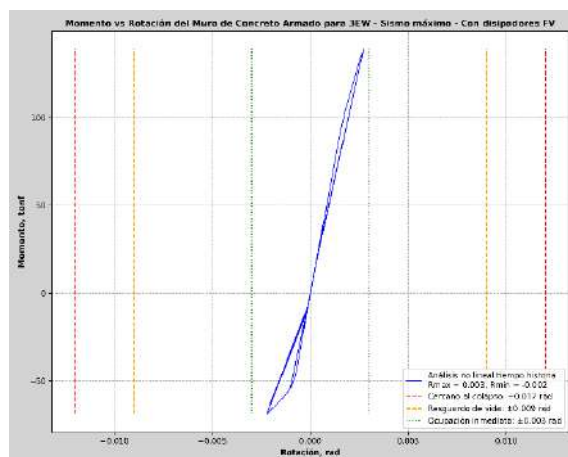
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

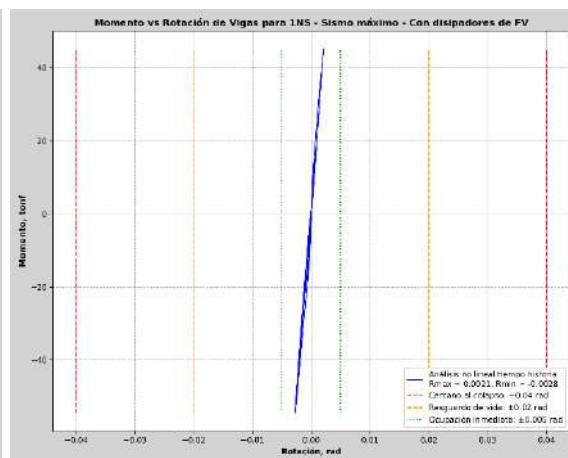
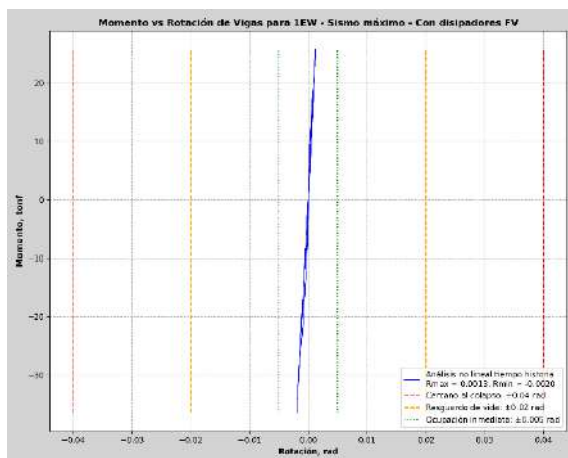


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

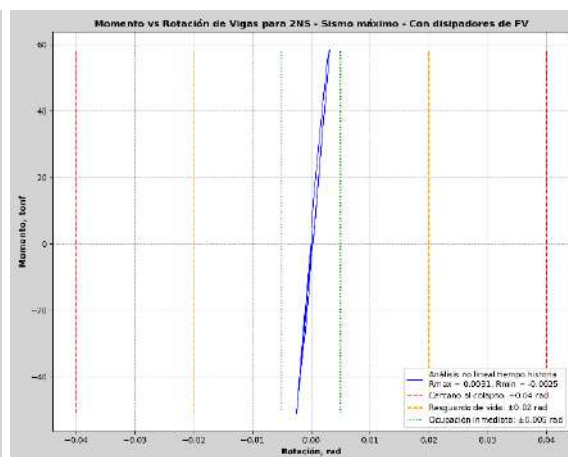
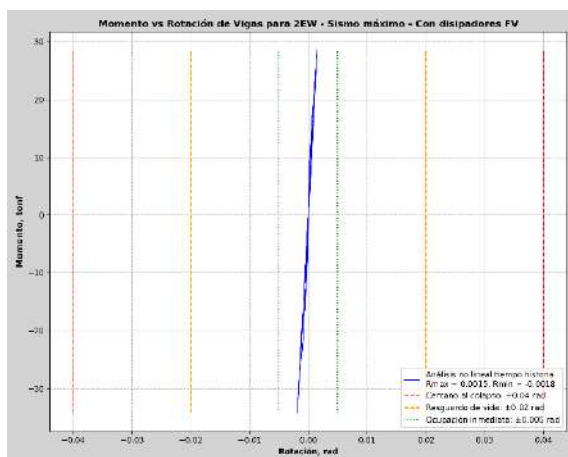


1.3.3. Nivel de Desempeño Sísmico en Vigas

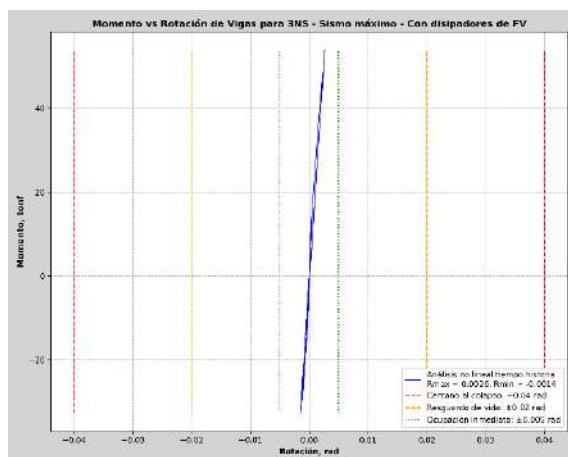
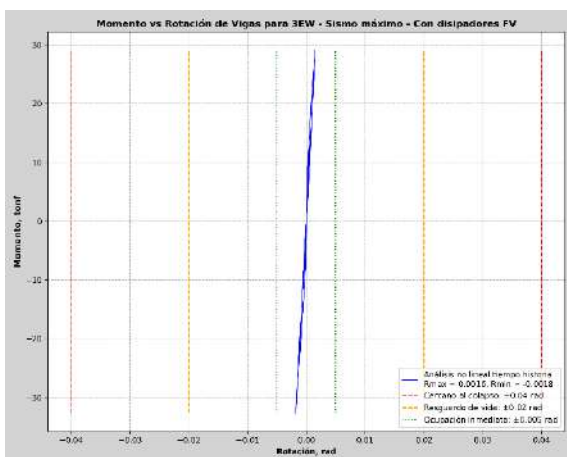
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS



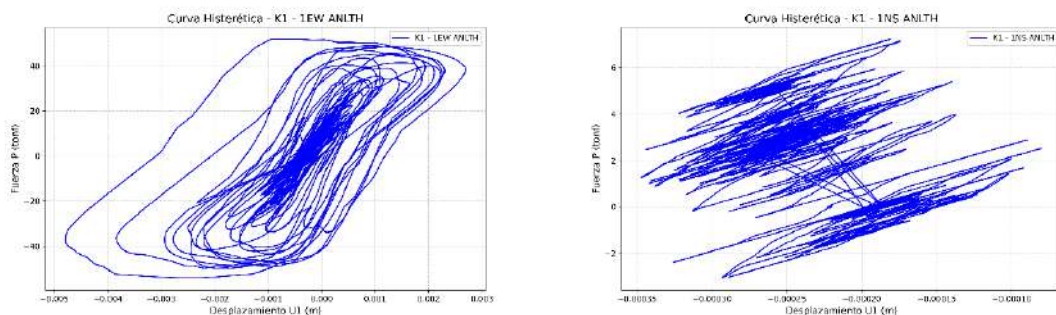
SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS



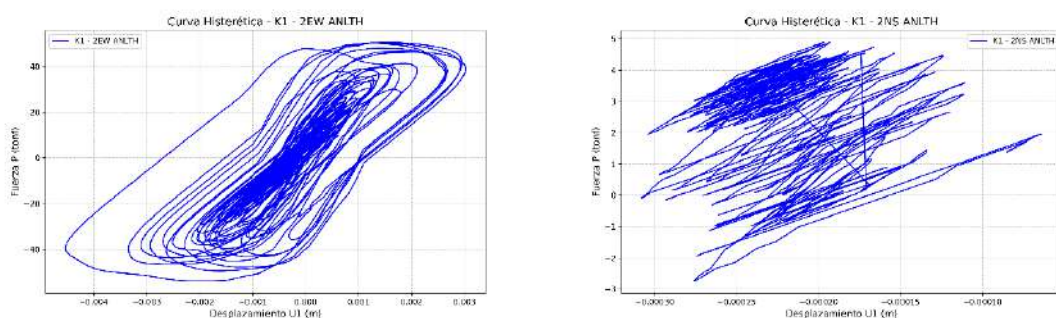
1.4. COMPORTAMIENTO HISTERÉTICO DE LOS DISIPADORES

A continuación, se muestra las curvas histeréticas del disipador K1 para cada sismo.

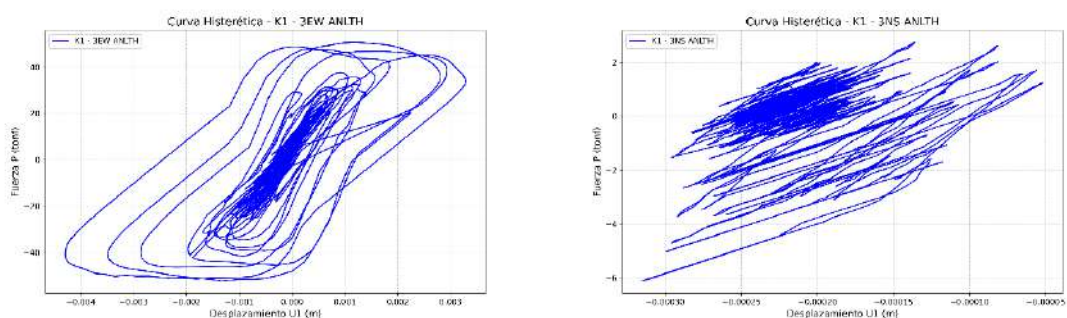
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS



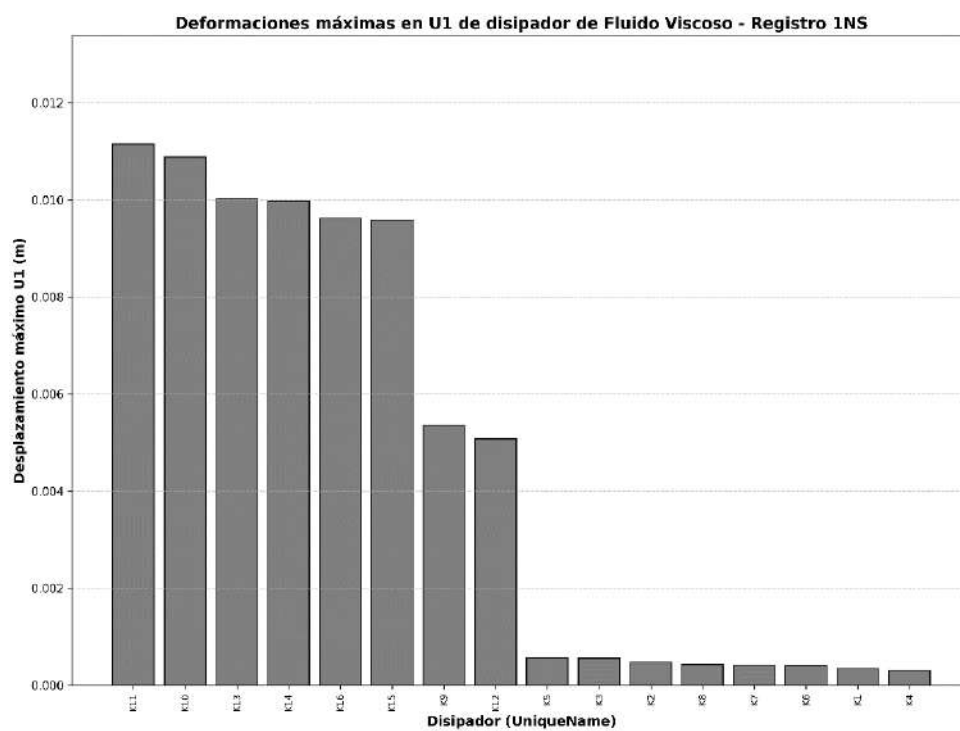
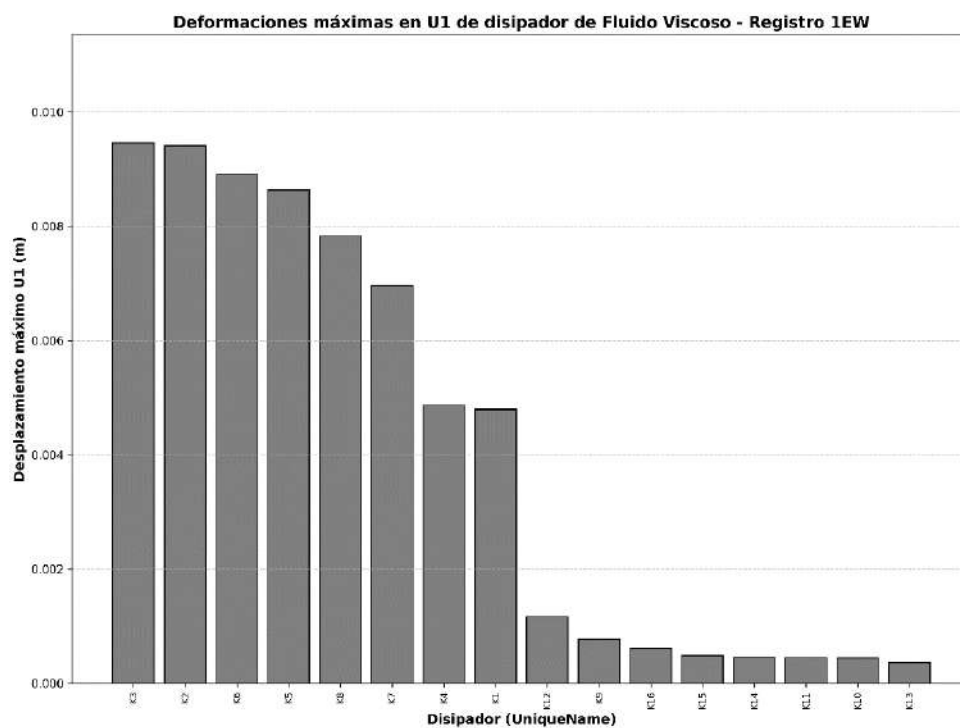
SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS



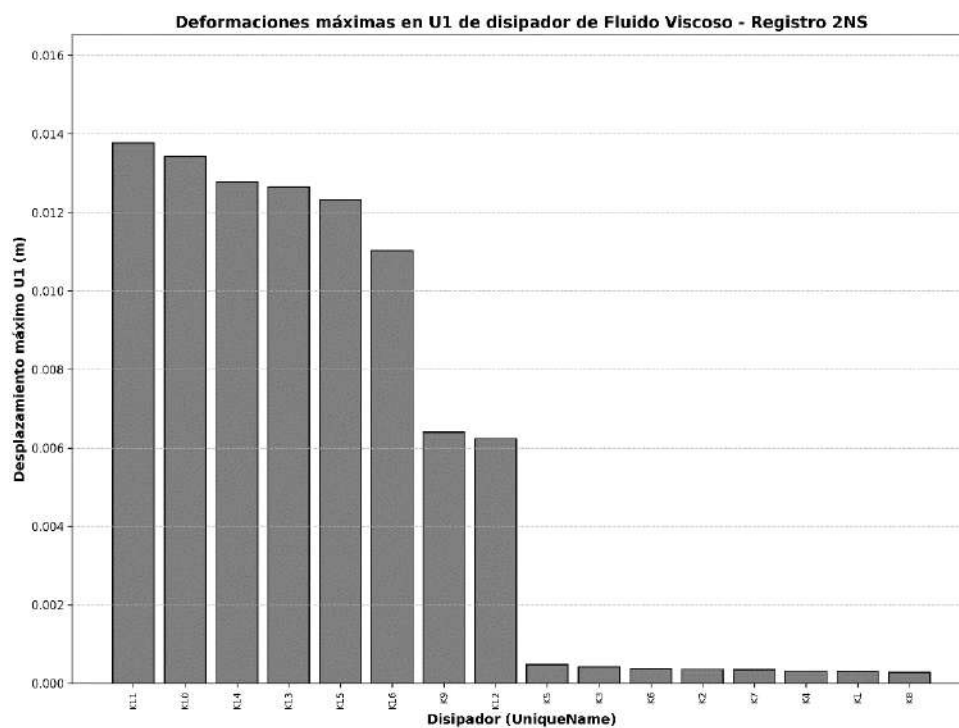
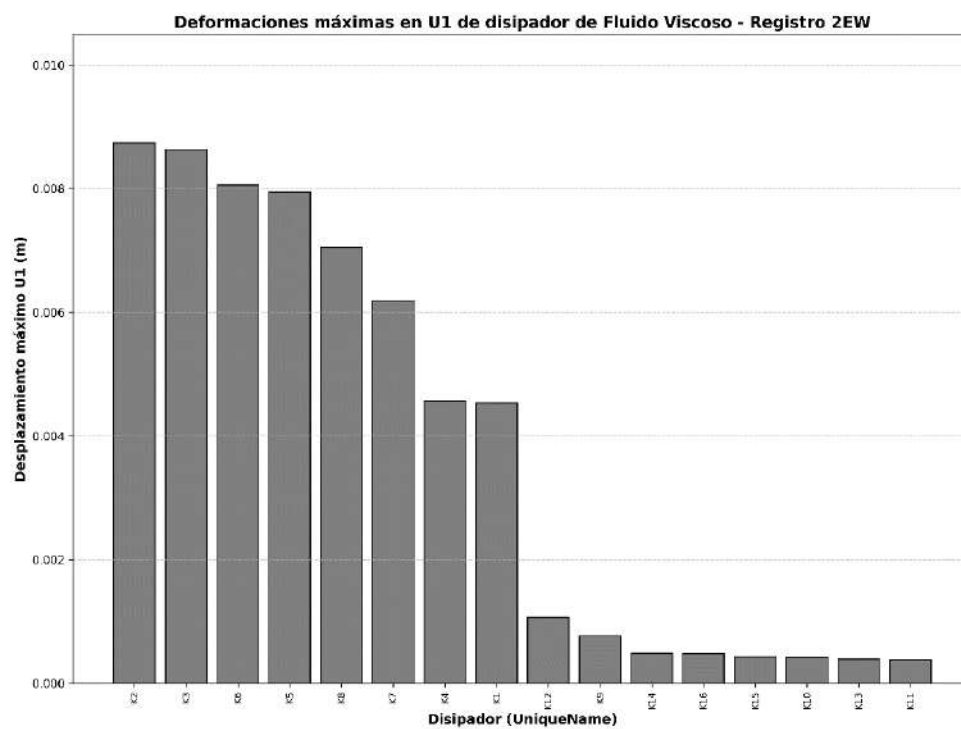
Y de la misma forma, se obtiene las curvas hasta el disipador K16 para cada sismo en cada dirección.

1.4.1. Deformaciones Máximas

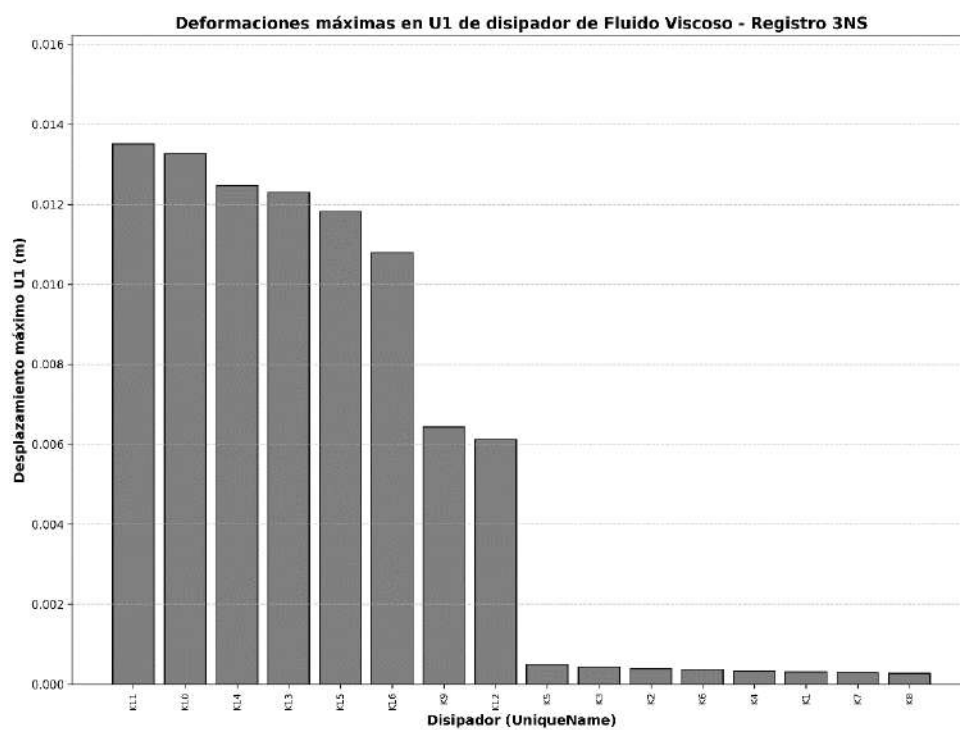
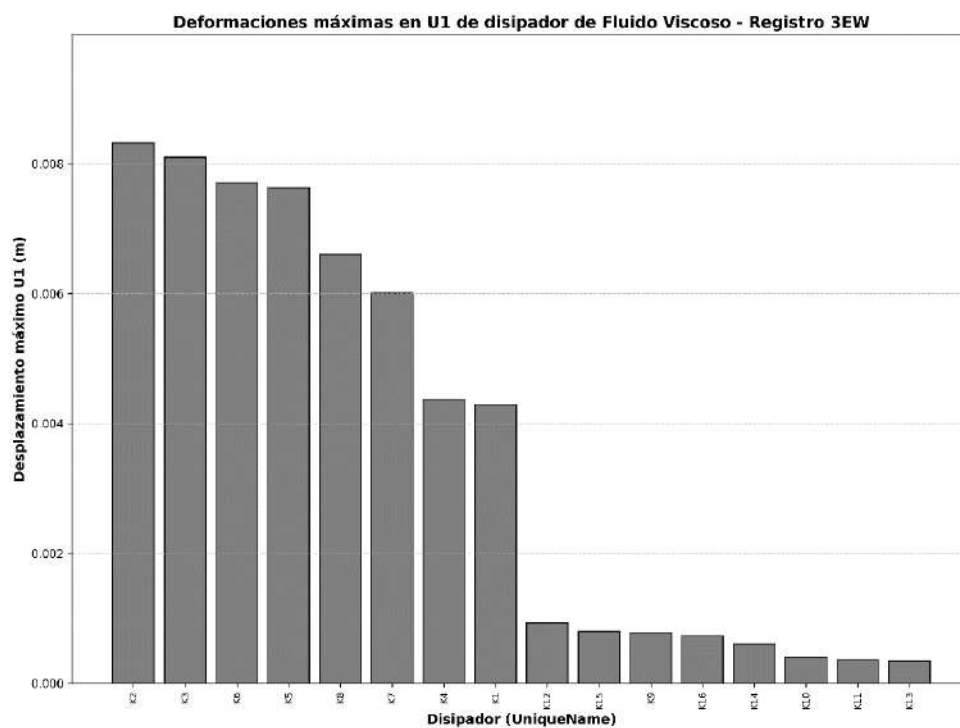
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

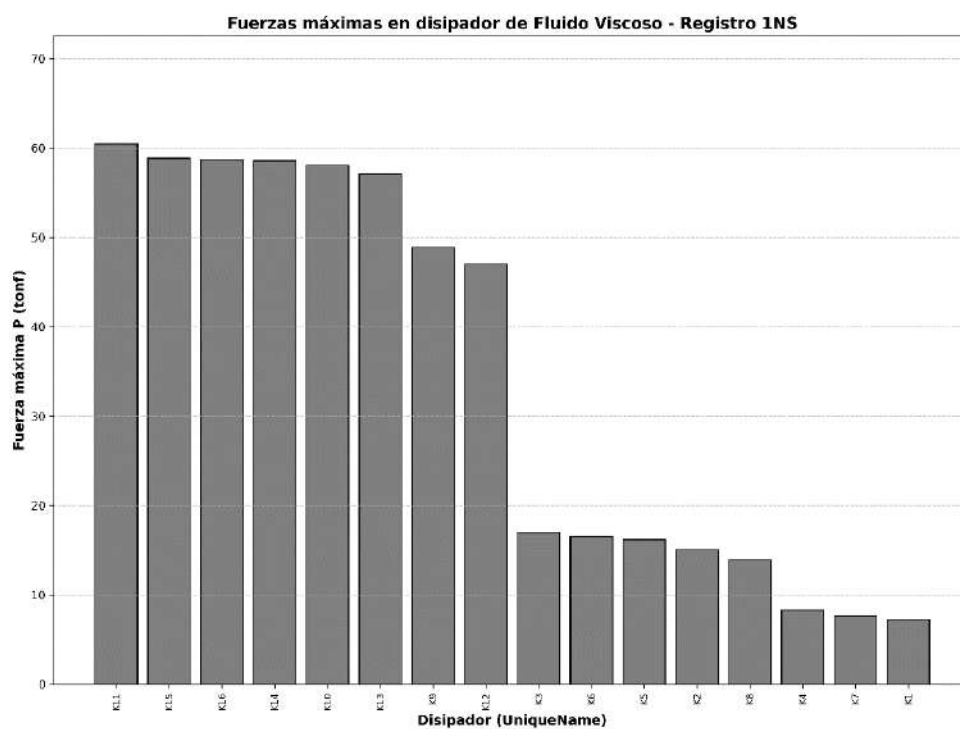
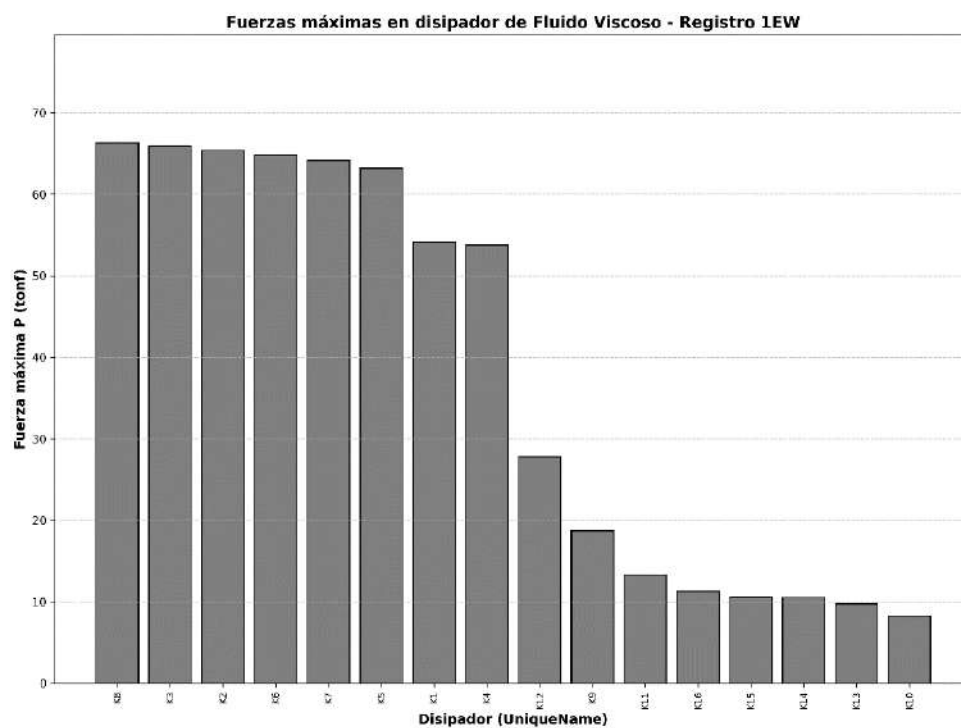


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

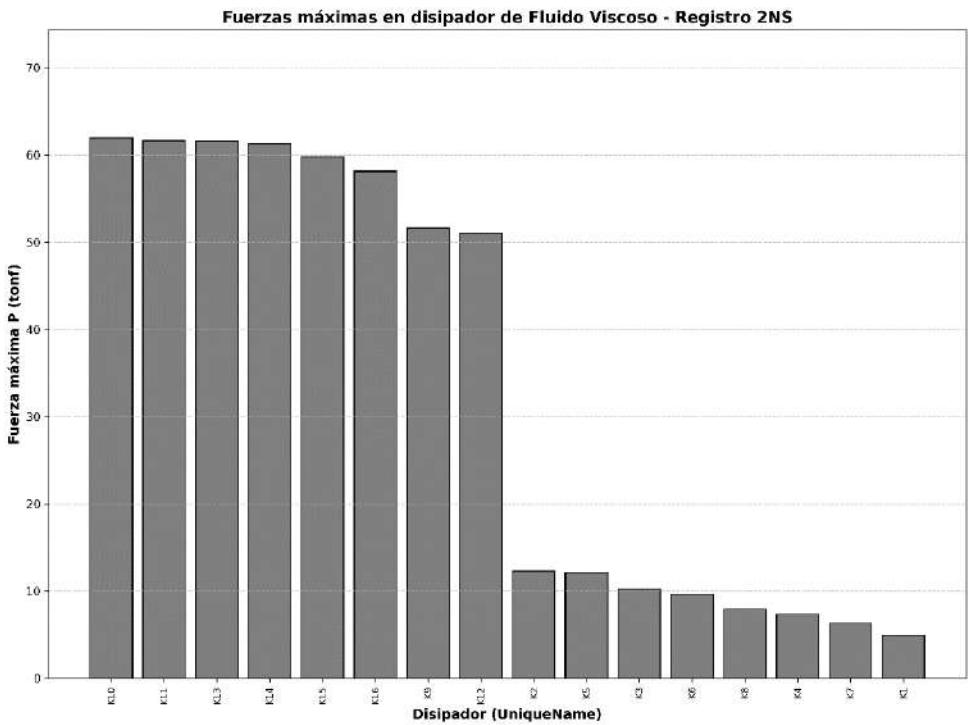
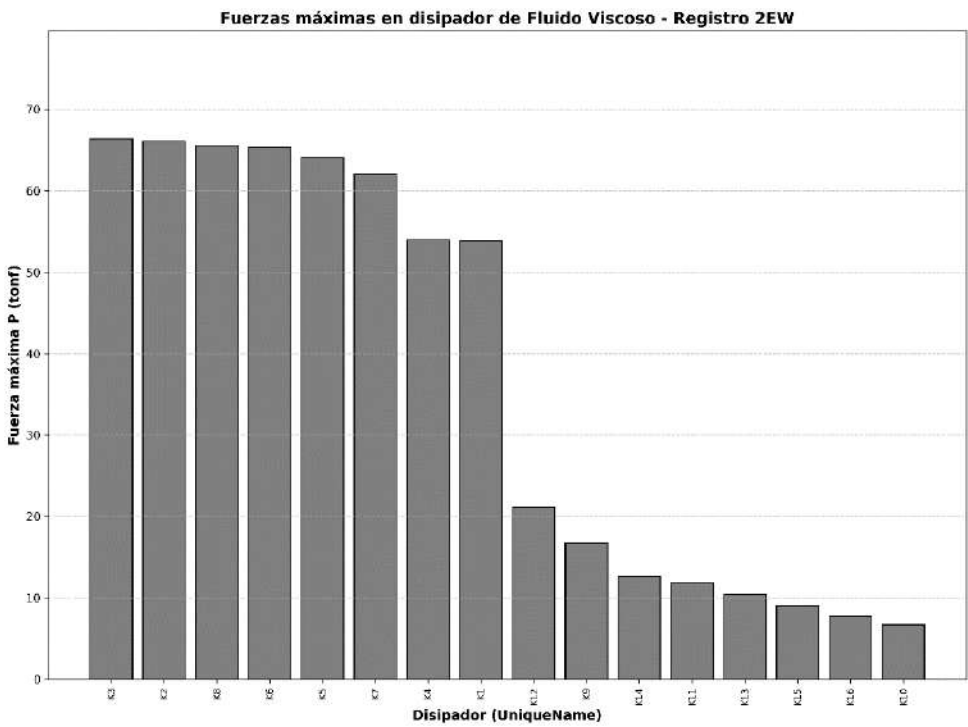


1.4.2. Fuerzas Máximas

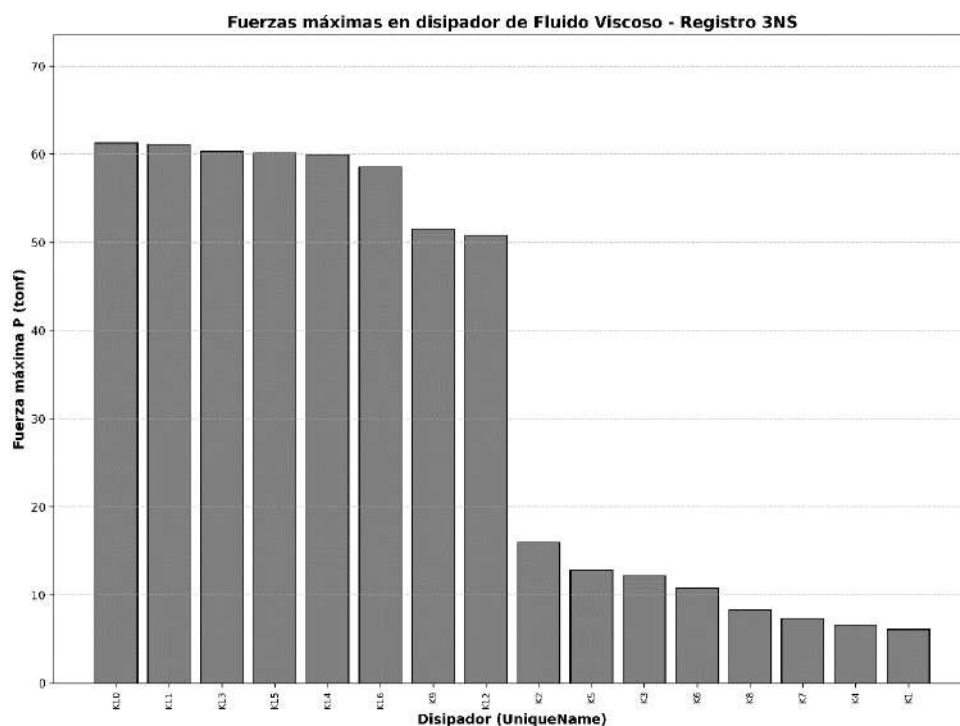
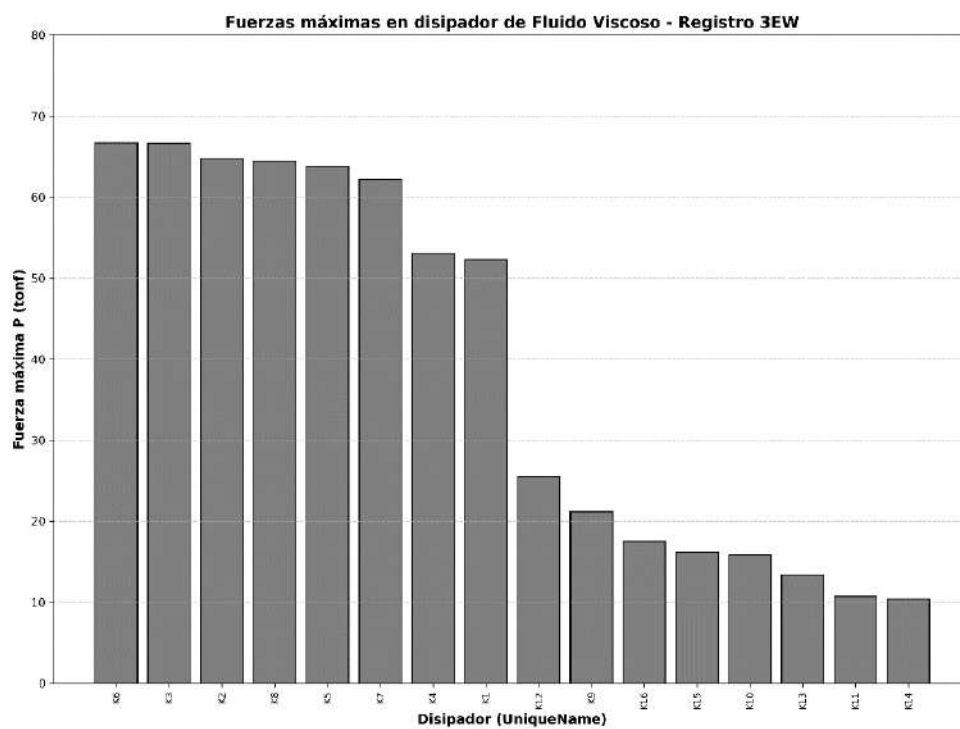
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS

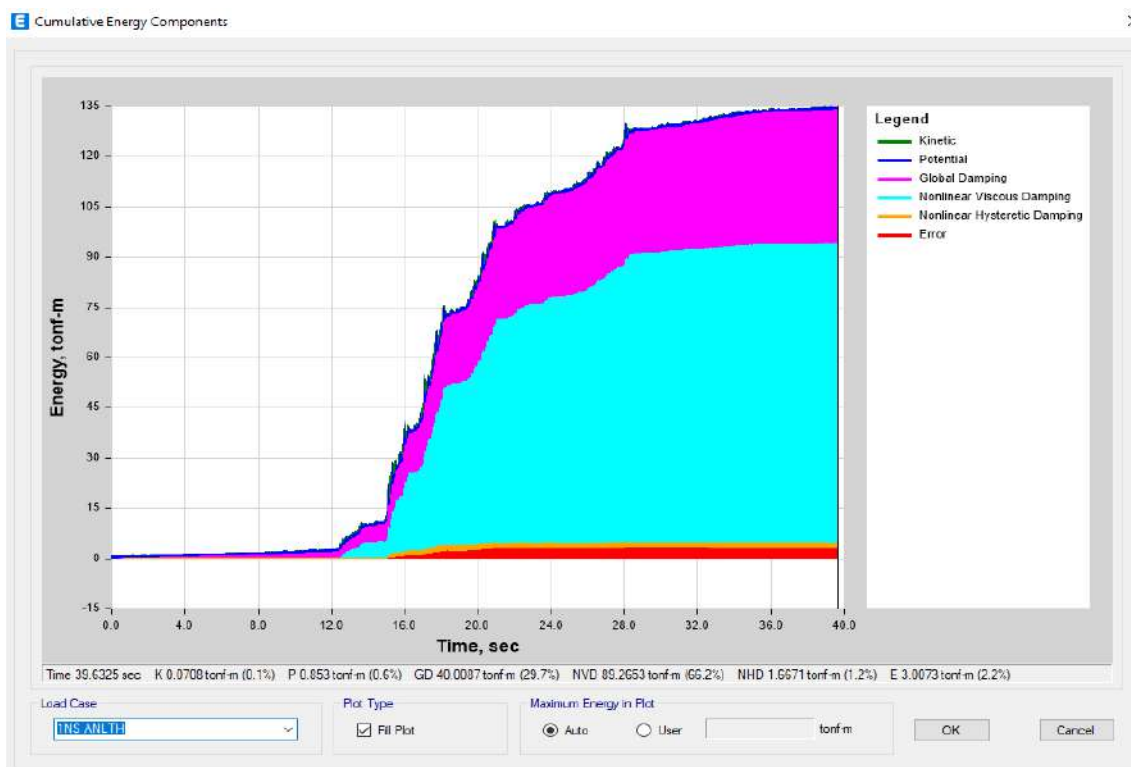
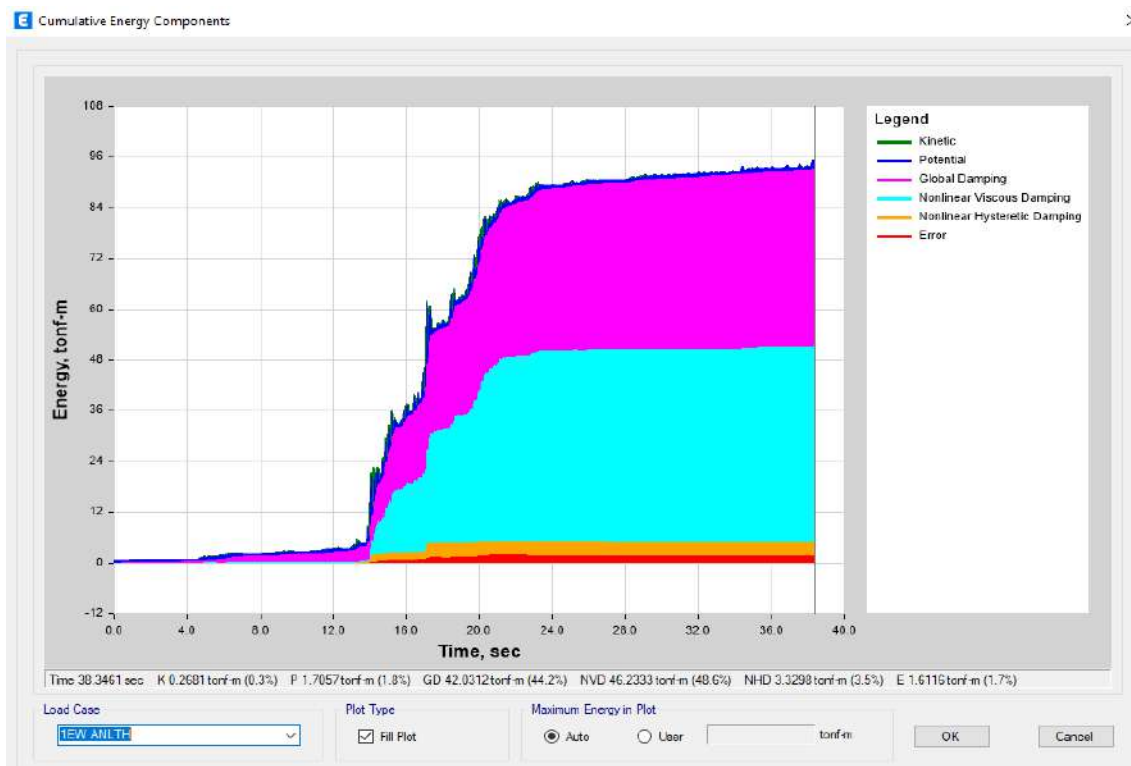


SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS

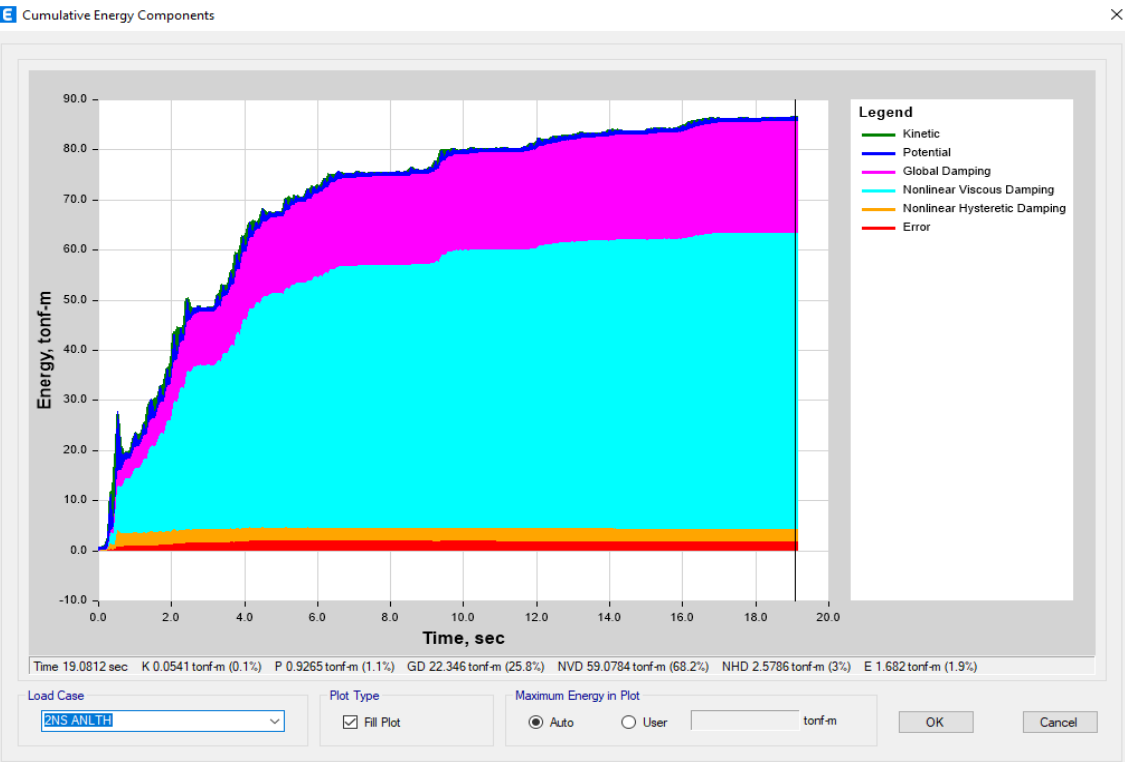
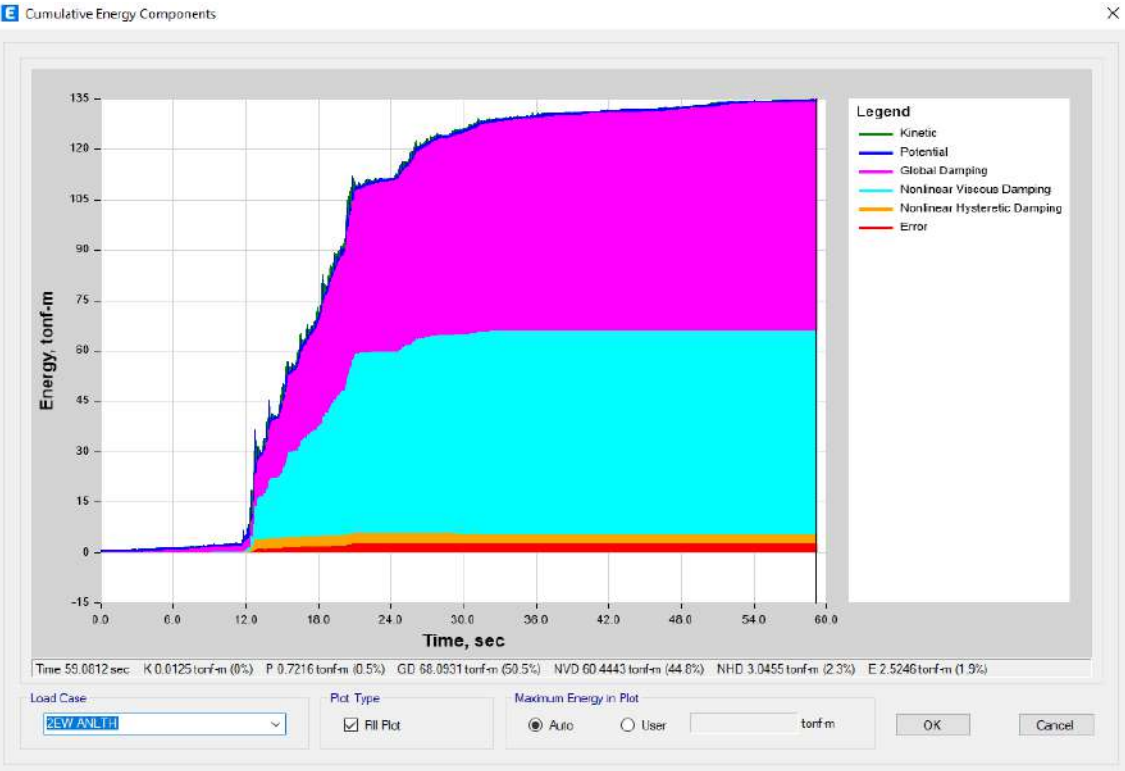


1.5. BALANCE ENERGÉTICO

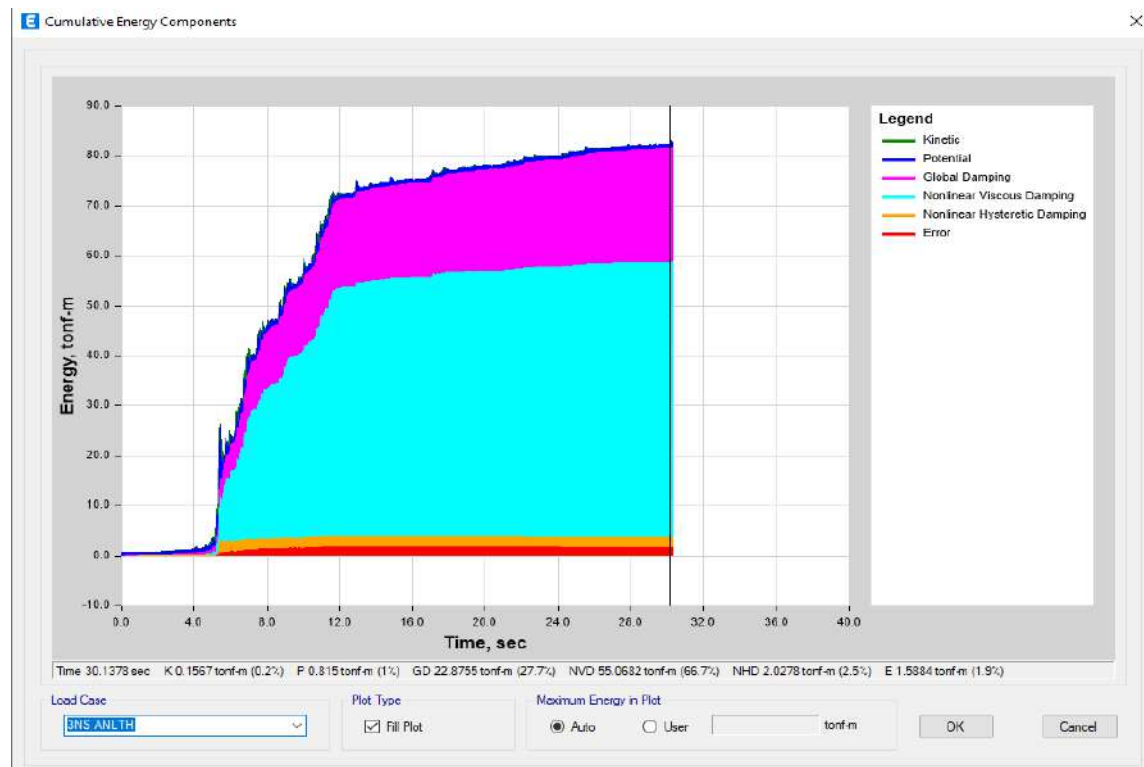
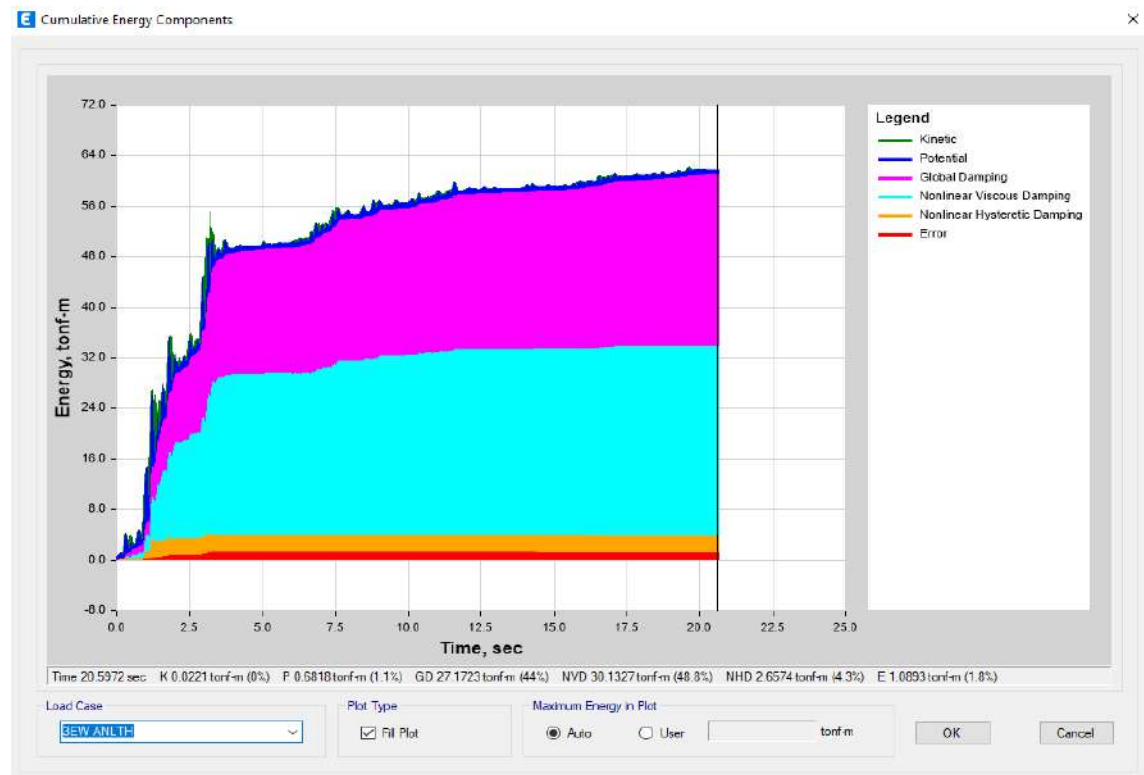
SISMO DE CAJAMARCA 2021 – 1EW Y 1NS



SISMO DE LORETO 2024 – 2EW Y 2NS



SISMO DE SAN MARTÍN 2023 – 3EW Y 3NS



ANEXO J. Planos

- Planos de Arquitectura
- Planos de Estructura



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
JAÉN**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:
**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**
**BACH. Merly Torres
Gavidia**

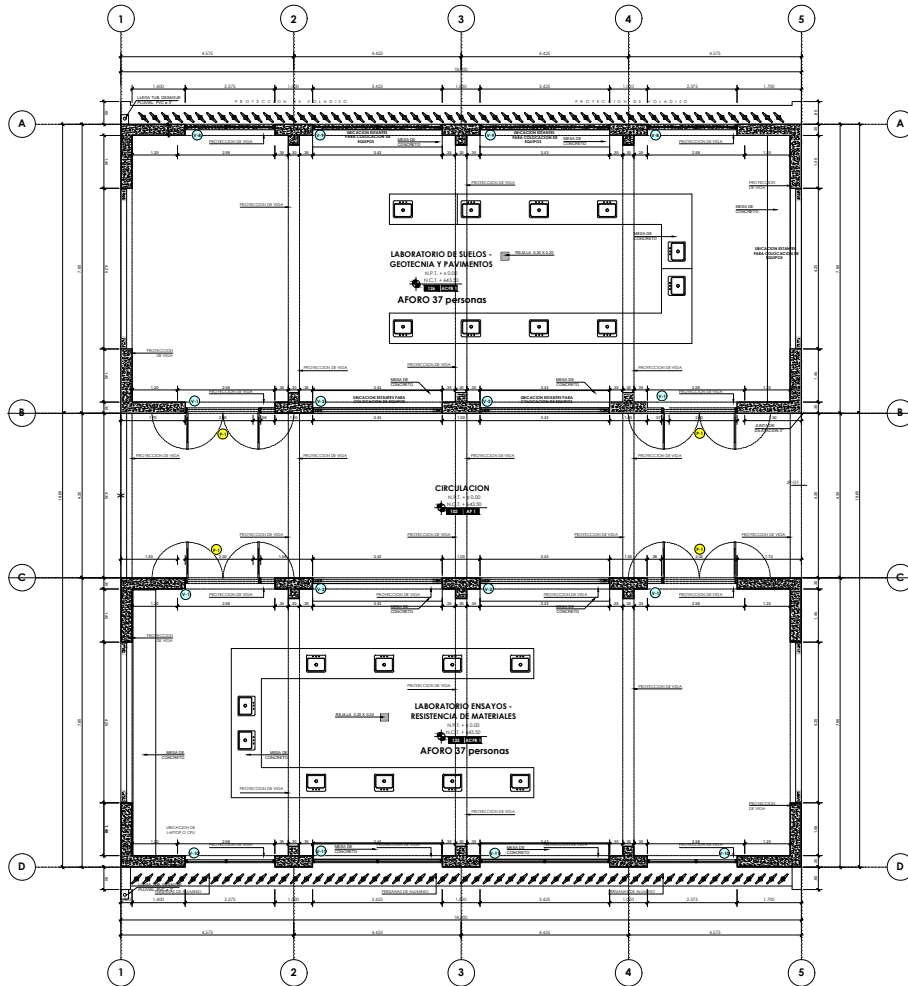
PLANO:
**Bloque I - Plano en
Planta**

FECHA:
Noviembre Del 2024

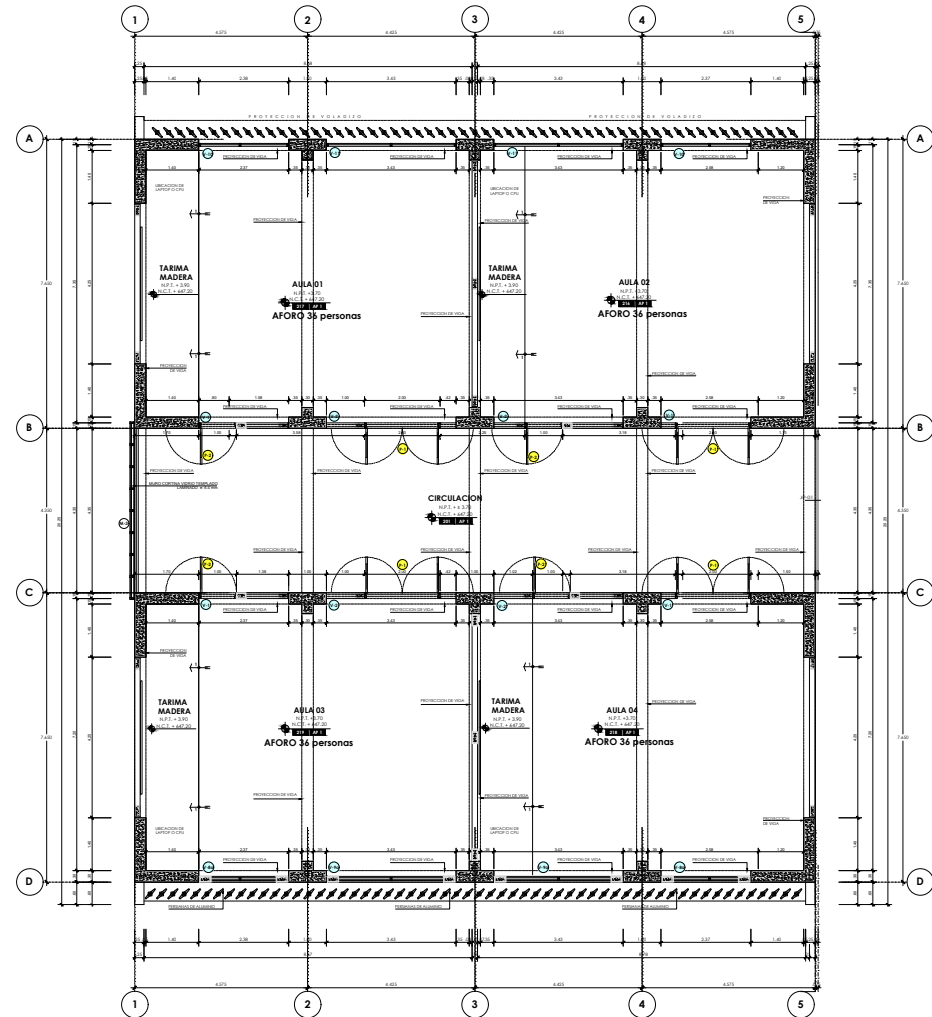
ESCALA:
Indicada



PLANO:
A-01



PLANTA BLOQUE I - PRIMER NIVEL
ESC. 1:200



PLANTA BLOQUE I - SEGUNDO NIVEL
ESC. 1:200



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
JAÉN**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:
**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**
**BACH. Merly Torres
Gavidia**

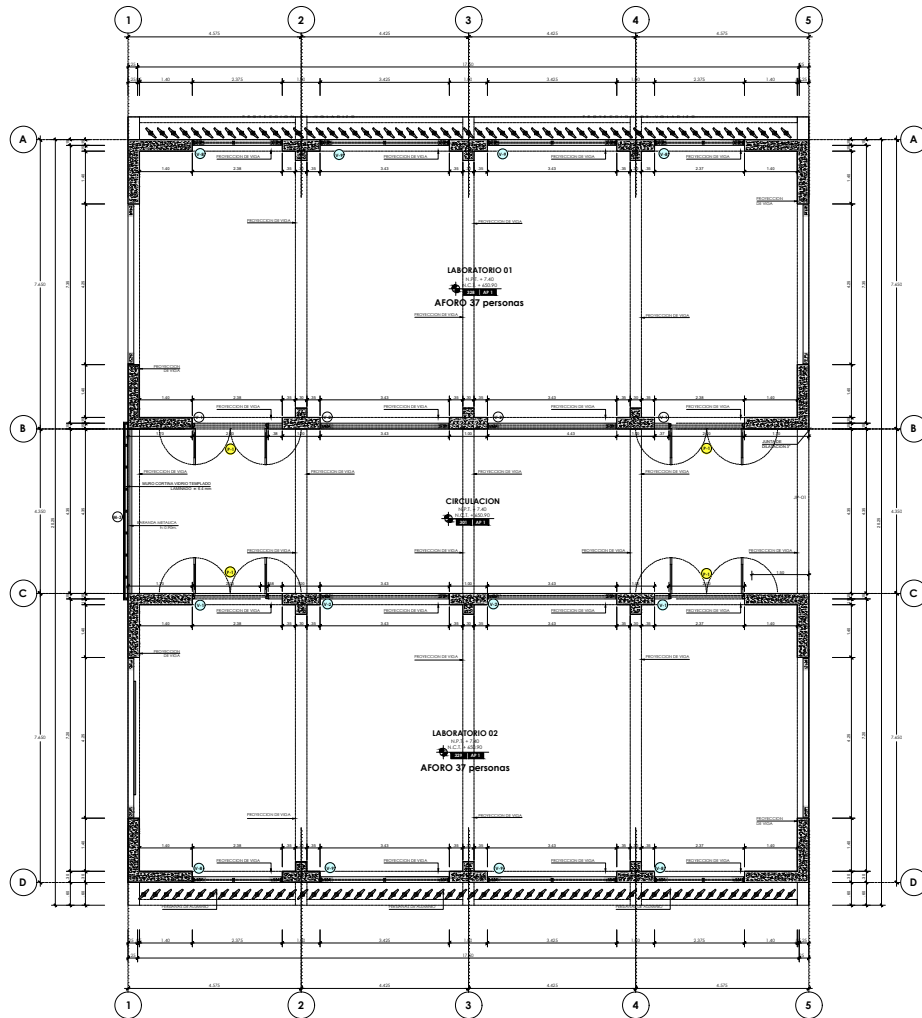
PLANO:
**Bloque I - Plano en
Planta**

FECHA:
Noviembre Del 2024

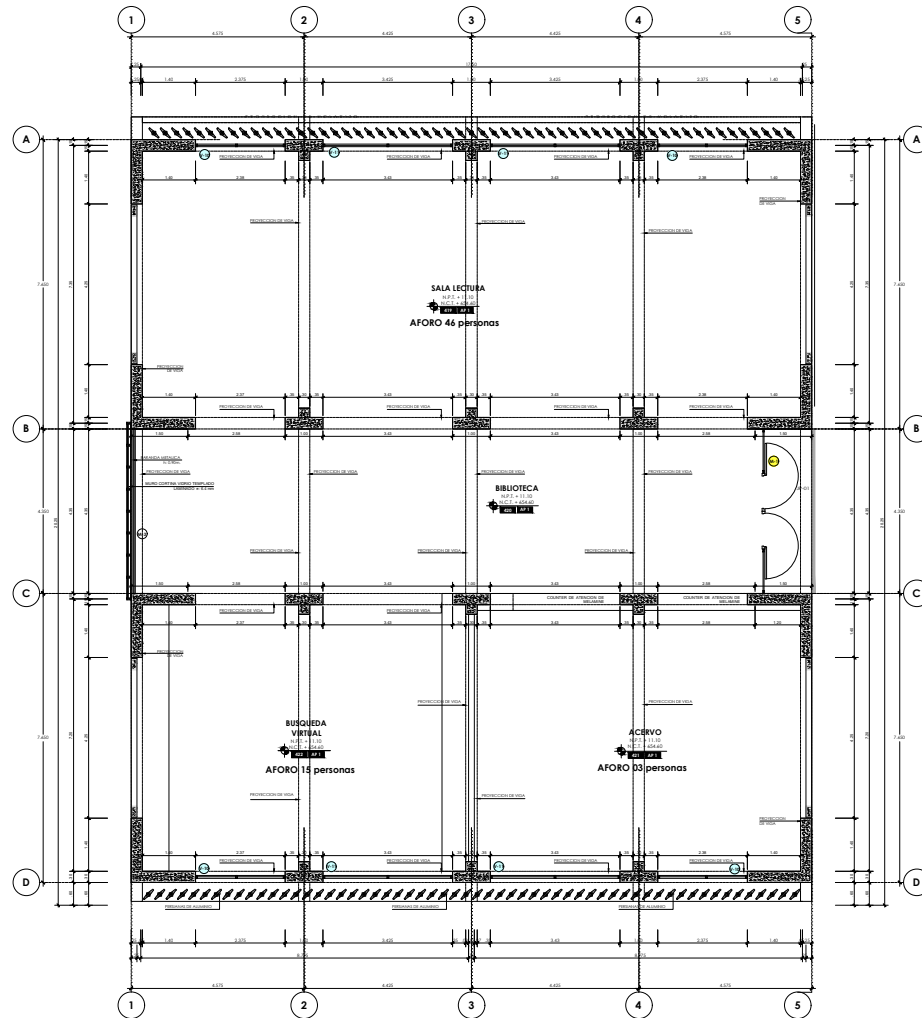
ESCALA:
Indicada



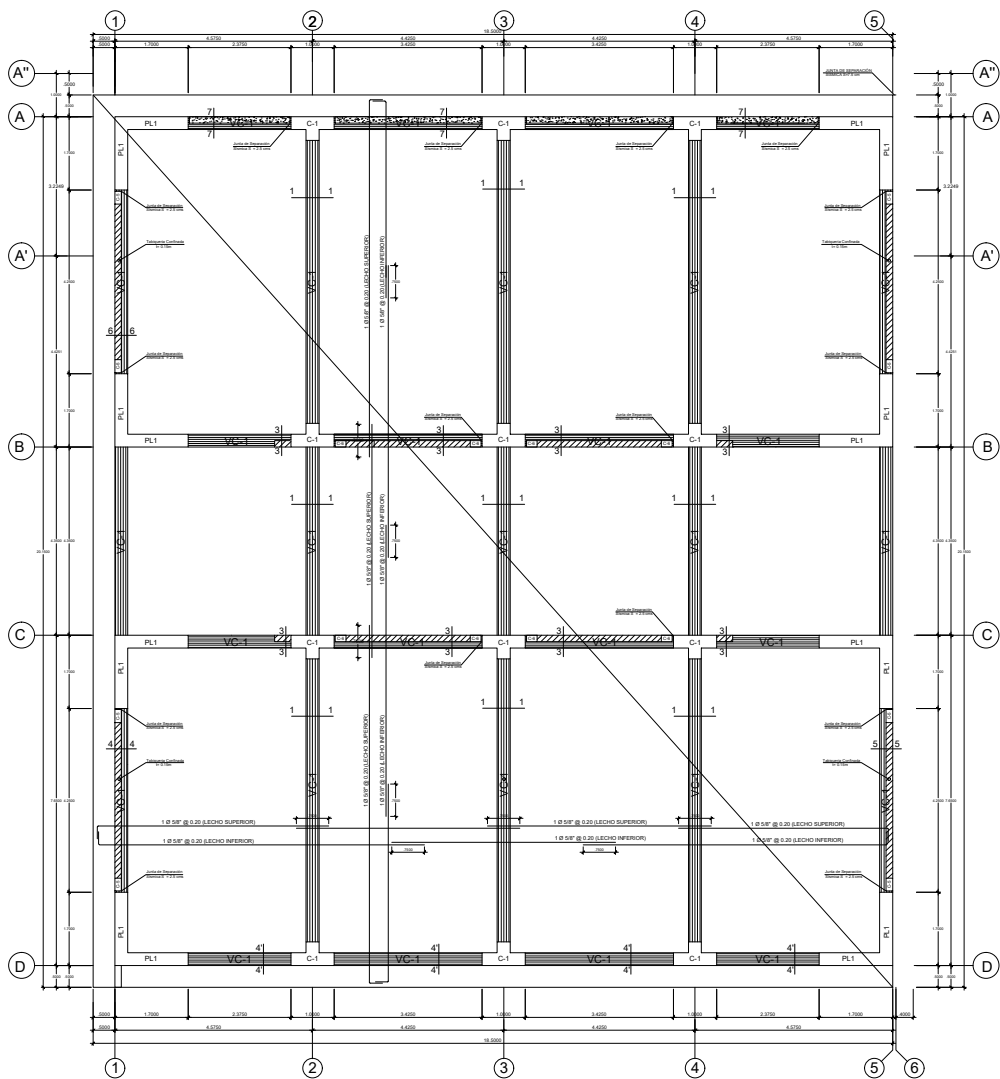
PLANO:
A-02



PLANTA BLOQUE I - TERCER NIVEL
ESC. 1:200



PLANTA BLOQUE I - CUARTO NIVEL
ESC. 1:200



PLATEA DE CIMENTACIÓN H=0.50 m
ESC. 1:175

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
1.- CONCRETO ARMADO NORMA E-060					2.- BARRAS Y CHAPETONES NORMA E-050				
A.- ARMADO					B.- BARRAS Y CHAPETONES DE CIMENTACIÓN DEL ESTADO				
C.- ARMADO					D.- ARMADO				
E.- ARMADO					F.- ARMADO				
G.- ARMADO					H.- ARMADO				
I.- ARMADO					J.- ARMADO				
K.- ARMADO					L.- ARMADO				
M.- ARMADO					N.- ARMADO				
O.- ARMADO					P.- ARMADO				
Q.- ARMADO					R.- ARMADO				
S.- ARMADO					T.- ARMADO				
U.- ARMADO					V.- ARMADO				
W.- ARMADO					X.- ARMADO				
Y.- ARMADO					Z.- ARMADO				
AA.- ARMADO					AB.- ARMADO				
AC.- ARMADO					AD.- ARMADO				
AE.- ARMADO					AF.- ARMADO				
AG.- ARMADO					AH.- ARMADO				
AI.- ARMADO					AJ.- ARMADO				
AK.- ARMADO					AL.- ARMADO				
AM.- ARMADO					AN.- ARMADO				
AO.- ARMADO					AP.- ARMADO				
AQ.- ARMADO					AR.- ARMADO				
AS.- ARMADO					AT.- ARMADO				
AU.- ARMADO					AV.- ARMADO				
AW.- ARMADO					AX.- ARMADO				
AY.- ARMADO					AZ.- ARMADO				
BA.- ARMADO					BB.- ARMADO				
BC.- ARMADO					BD.- ARMADO				
BE.- ARMADO					BF.- ARMADO				
BG.- ARMADO					BH.- ARMADO				
BI.- ARMADO					BJ.- ARMADO				
BK.- ARMADO					BL.- ARMADO				
BM.- ARMADO					BN.- ARMADO				
BO.- ARMADO					BP.- ARMADO				
BQ.- ARMADO					BR.- ARMADO				
BS.- ARMADO					BT.- ARMADO				
BU.- ARMADO					BV.- ARMADO				
BW.- ARMADO					BX.- ARMADO				
BY.- ARMADO					BZ.- ARMADO				
CA.- ARMADO					CB.- ARMADO				
CC.- ARMADO					CD.- ARMADO				
CE.- ARMADO					CF.- ARMADO				
CG.- ARMADO					CH.- ARMADO				
CI.- ARMADO					CJ.- ARMADO				
CK.- ARMADO					CL.- ARMADO				
CM.- ARMADO					CN.- ARMADO				
CO.- ARMADO					CP.- ARMADO				
CQ.- ARMADO					CR.- ARMADO				
CS.- ARMADO					CT.- ARMADO				
CU.- ARMADO					CV.- ARMADO				
CV.- ARMADO					CW.- ARMADO				
CX.- ARMADO					CX.- ARMADO				
CY.- ARMADO					CY.- ARMADO				
CZ.- ARMADO					CZ.- ARMADO				
DA.- ARMADO					DA.- ARMADO				
DB.- ARMADO					DB.- ARMADO				
DC.- ARMADO					DC.- ARMADO				
DD.- ARMADO					DD.- ARMADO				
DE.- ARMADO					DE.- ARMADO				
DF.- ARMADO					DF.- ARMADO				
DG.- ARMADO					DG.- ARMADO				
DH.- ARMADO					DH.- ARMADO				
DI.- ARMADO					DI.- ARMADO				
DJ.- ARMADO					DJ.- ARMADO				
DK.- ARMADO					DK.- ARMADO				

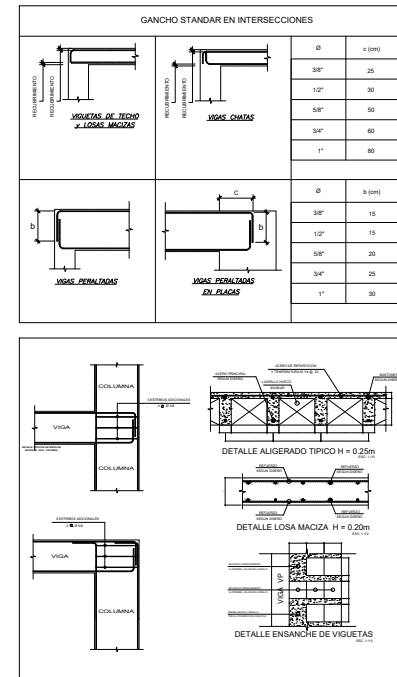


DETALLE DE TRASLAPES EN COLUMNAS Y MUROS

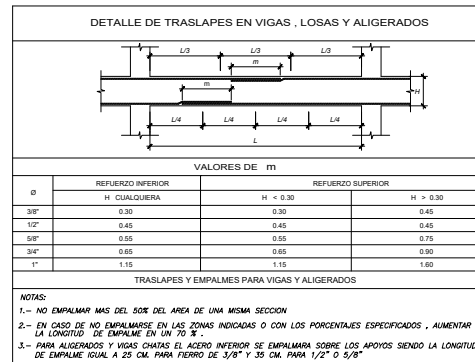
Ø	Le (cm.)
1 1/4"	40
3/8"	45
1 1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70
1"	130

NOTAS:

- 1.-NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION.
- 2.-EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PUNTEAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %.



ALIGERADO BLOQUE I - CUARTO NIVEL
ESC. 1:250

[illegible]

DETALLE DE TRASLAPES EN COLUMNAS Y MUROS

Ø	Le (cm.)
1/4"	40
3/8"	45
1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70
1"	130

NOTAS:

- 1.-NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL ÁREA DE UNA MISMA SECCIÓN.
- 2.-EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PARENTESIS ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %.



**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:

**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**

BACH. Merly Torres Gavidia

PLANO:

Bloque I - Cortes

FECHA:

Noviembre Del 2024

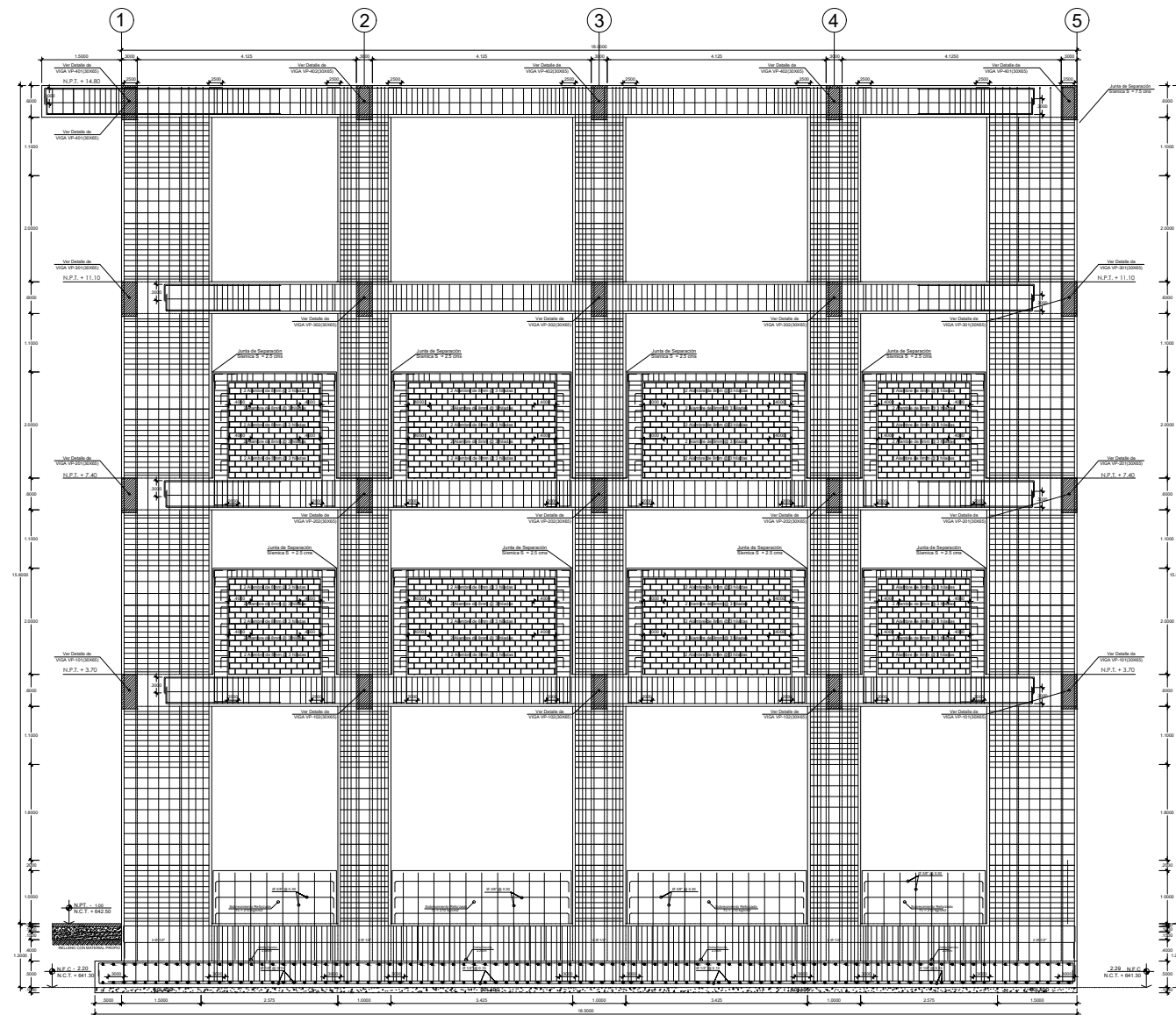
ESCALA:

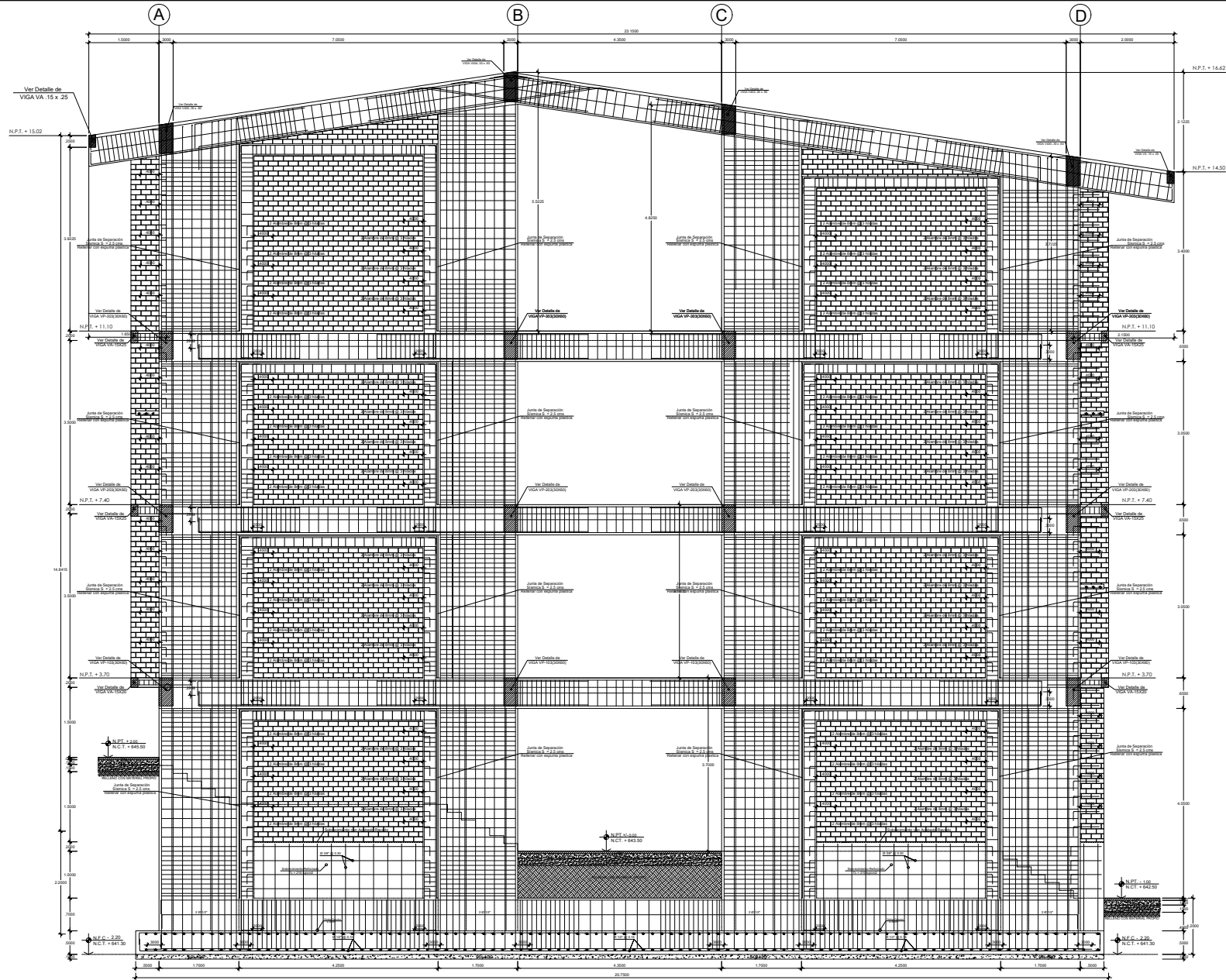
Indicada

ORIENTACIÓN:

**PLANO:**

E-08





CORTE ESTRUCTURAL DE ELEVACION LATERAL - EJE 1



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
JAÉN**

**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:

**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**

**BACH. Merly Torres
Gavidia**

PLANO:

Bloque I - Cortes

FECHA:

Noviembre Del 2024

ESCALA:

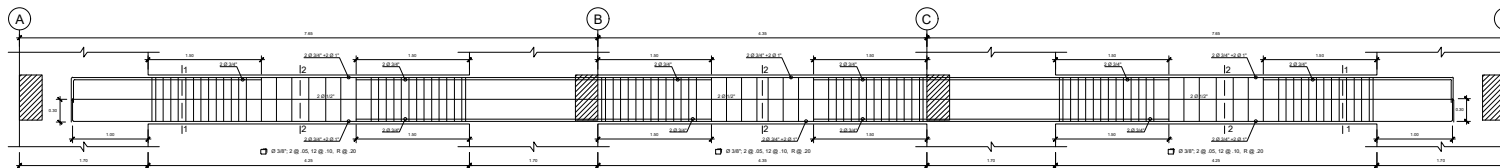
Indicada

ORIENTACIÓN:

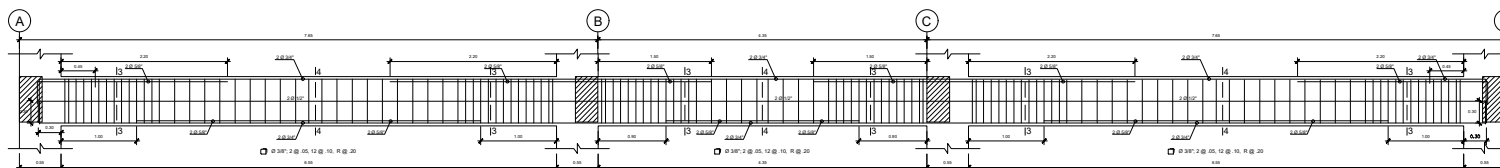


PLANO:

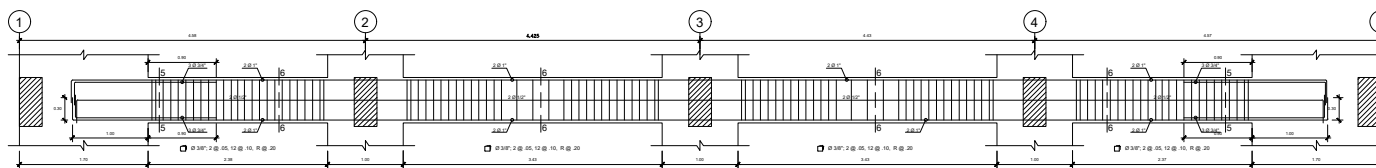
EA-09



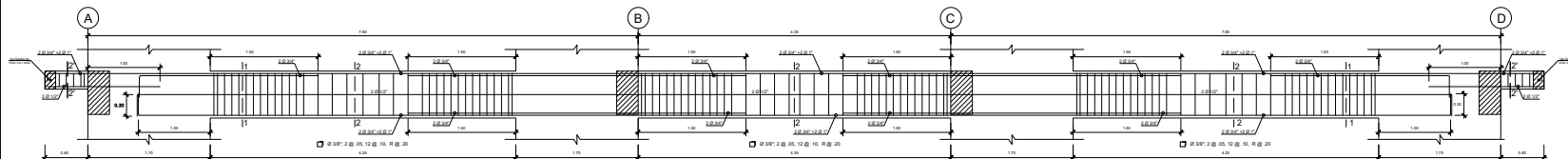
DETALLE DE VIGA VP - 101 (30 X .65) / EJE 1 Y 5 / TRAMO A - D
ESC. 1/25



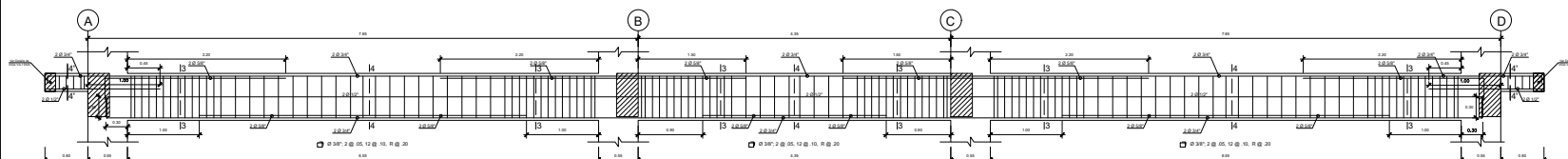
DETALLE DE VIGA VP - 102 (30 X .65) , EJE 2, 3 Y 4 / TRAMO A - D
ESC. 1/25



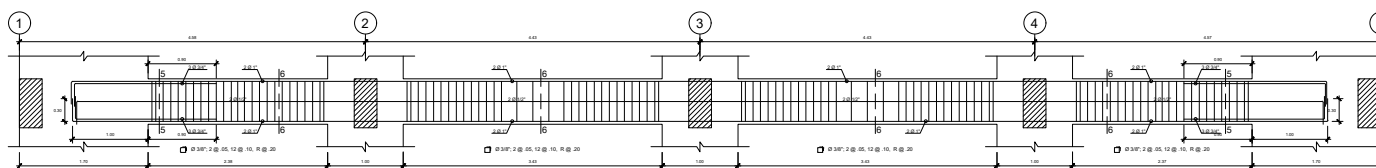
DETALLE DE VIGA VP - 103 (30 X .60) , EJE A, B, C Y D / TRAMO 1 - 5
ESC. 1/25



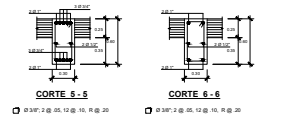
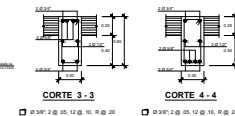
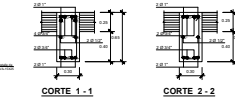
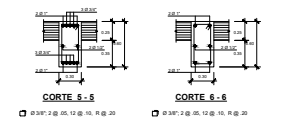
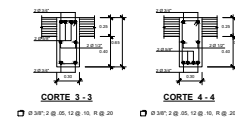
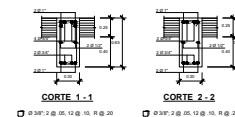
DETALLE DE VIGA VP - 201 (30 X .65) / EJE 1 Y 5 / TRAMO A - D
ESC. 1/25



DETALLE DE VIGA VP - 202 (30 X .65) , EJE 2, 3 Y 4 / TRAMO A - D
ESC. 1/25



DETALLE DE VIGA VP - 203 (30 X .60) , EJE A, B, C Y D / TRAMO 1 - 5
ESC. 1/25



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
JAÉN**

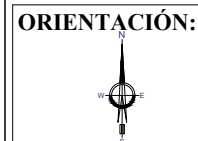
**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:
**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**
**BACH. Merly Torres
Gavidia**

PLANO:
Bloque I - Vigas

FECHA:
Noviembre Del 2024

ESCALA:
Indicada



PLANO:
ED-05



**FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL**

TESISTAS:

**BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández**

BACH. Merly Torres Gavidia

PLANO:

Bloque I - Vigas

FECHA:

Noviembre Del 2024

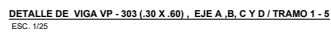
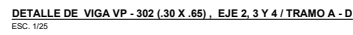
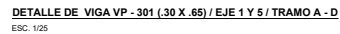
ESCALA:

Indicada

ORIENTACIÓN:



ED-06





UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
JAÉN

FACULTAD DE
INGENIERÍA
ESCUELA
PROFESIONAL
DE
INGENIERÍA
CIVIL

TESISTAS:

BACH. Gladis Lizbeth
Olaya Hernández

BACH. Merly Torres
Gavidia

PLANO:

Bloque I - Vigas

FECHA:

Noviembre Del 2024

ESCALA:

Indicada

ORIENTACIÓN:



PLANO:

ED-07

