

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis lineal y análisis no lineal pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Oscategui Atencio, Waldir Adolfo

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73830338

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | GRADO | DNI | Código ORCID |
|----|-------------------------------|---|----------|---------------------|
| 1 | Torres Ponce, Carlos Antonio | Magister en gestión pública | 22407564 | 0000-0001-9026-0647 |
| 2 | Narro Jara, Luis Fernando | Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible | 18206328 | 0000-0003-4008-7633 |
| 3 | Jara Trujillo, Alberto Carlos | Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible | 41891649 | 0000-0001-8392-1769 |

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 08:45 horas del día **miércoles 31 de julio de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

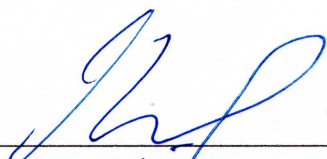
- ❖ DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE - PRESIDENTE
- ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA - SECRETARIO
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1656-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS LINEAL Y ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023."**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Waldir Adolfo OSCATEGUI ATENCIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

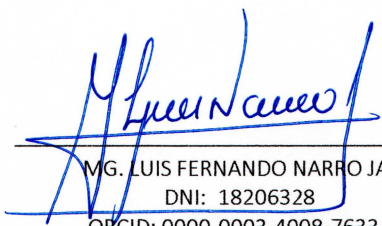
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **.. APROBADO ..** por **.. UNANIMIDAD ..** con el calificativo cuantitativo de **.. 13 ..** y cualitativo de **.. SUFICIENTE ..** (Art. 47).

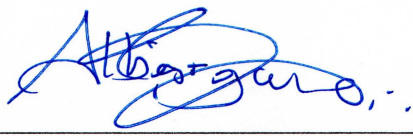
Siendo las **.. 10:00 ..** horas del día **31 del mes de julio** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE
DNI: 22407564
ORCID: 0000-0001-9026-0647

PRESIDENTE


MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633

SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: WALDIR ADOLFO OSCATEGUI ATENCIO, de la investigación titulada “Análisis lineal y análisis no lineal Pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto Armado, Amarilis - Huánuco - 2023”, con asesora YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, designada mediante documento: RESOLUCIÓN N° 369-2023-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 05 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

38. OSCATEGUI ATENCIO WALDIR ADOLFO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 2 | repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mi querida madre, pilar de mi vida y fuente de inspiración, y a mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios. Este logro es también suyo; gracias por ser mi motor en cada paso del camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su guía, a mis padres por su apoyo inquebrantable, a mis amigos de la universidad por su compañía y motivación, y a los profesores y personal universitario por su orientación académica. Su respaldo fue fundamental para culminar mi tesis con éxito.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| ÍNDICE..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| RESUMEN..... | IX |
| ABSTRACT..... | X |
| INTRODUCCIÓN..... | XI |
| CAPITULO I..... | 13 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 13 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL..... | 14 |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... | 14 |
| 1.3. OBJETIVOS | 14 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL | 14 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 14 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA..... | 15 |
| 1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA..... | 15 |
| 1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA..... | 15 |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| CAPITULO II..... | 17 |
| MARCO TEÓRICO | 17 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 17 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES | 17 |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES..... | 18 |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES | 21 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 22 |
| 2.2.1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO..... | 22 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2. ANÁLISIS LINEAL DE ESTRUCTURAS ANTE CARGAS SÍSMICAS..... | 27 |
| 2.2.3. ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE | 29 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES | 31 |
| 2.4. HIPÓTESIS | 32 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL..... | 32 |
| 2.5. VARIABLES..... | 32 |
| 2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE | 32 |
| 2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE | 32 |
| 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 33 |
| CAPITULO III | 34 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 34 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN | 34 |
| 3.1.1. ENFOQUE | 34 |
| 3.1.2. ALCANCE O NIVEL | 34 |
| 3.1.3. DISEÑO | 35 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 35 |
| 3.2.1. POBLACIÓN | 35 |
| 3.2.2. MUESTRA | 36 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 36 |
| 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS | 36 |
| 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS | 37 |
| 3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS | 37 |
| CAPITULO IV..... | 38 |
| RESULTADOS..... | 38 |
| 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS..... | 38 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS | 57 |
| CAPITULO IV..... | 60 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 60 |
| CONCLUSIONES | 62 |
| RECOMENDACIONES..... | 63 |

| | |
|---------------------------------|----|
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |
| ANEXOS..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización de variables | 33 |
| Tabla 2 Predimensionamiento de Columnas | 40 |
| Tabla 3 Predimensionamiento de vigas | 41 |
| Tabla 4 Predimensionamiento de losa..... | 42 |
| Tabla 5 Análisis de periodos de estructura base | 45 |
| Tabla 6 Análisis de periodos..... | 48 |
| Tabla 7 Análisis X-X..... | 50 |
| Tabla 8 Análisis Y-Y..... | 50 |
| Tabla 9 Análisis de fuerzas laterales | 51 |
| Tabla 10 Identificación de los límites de desplazamiento X-X | 54 |
| Tabla 11 Identificación de los límites de desplazamiento Y-Y | 54 |
| Tabla 12 Desplazamientos por sismos X-X | 55 |
| Tabla 13 Desplazamientos por sismos Y-Y | 55 |
| Tabla 14 Matriz de Desempeño X-X..... | 56 |
| Tabla 15 Matriz de Desempeño Y-Y | 57 |
| Tabla 16 Análisis X-X..... | 57 |
| Tabla 17 Análisis Y-Y..... | 57 |
| Tabla 18 Participación modal elementos predimensionados | 73 |
| Tabla 19 Participación de fuerzas..... | 74 |
| Tabla 20 Desplazamientos elementos predimensionados..... | 75 |
| Tabla 21 Derivas elementos predimensionados | 75 |
| Tabla 22 Participación modal..... | 76 |
| Tabla 23 Participación de fuerzas..... | 77 |
| Tabla 24 Desplazamientos | 78 |
| Tabla 25 Derivas..... | 78 |
| Tabla 26 Espectros de sismo analizados..... | 79 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Planta de distribución de los 10 niveles | 38 |
| Figura 2 Área construida..... | 39 |
| Figura 3 Áreas tributarias de columnas | 39 |
| Figura 4 Áreas tributarias de vigas | 41 |
| Figura 5 Modelo básico..... | 43 |
| Figura 6 Análisis modal 1 | 43 |
| Figura 7 Análisis modal 2..... | 44 |
| Figura 8 Análisis modal 3..... | 44 |
| Figura 9 Modelo mejorado | 46 |
| Figura 10 Análisis modal 1 | 46 |
| Figura 11 Análisis modal 2..... | 47 |
| Figura 12 Análisis modal 3..... | 47 |
| Figura 13 Análisis de deriva y desplazamiento de la edificación X-X | 49 |
| Figura 14 Análisis de deriva y desplazamiento de la edificación Y-Y | 49 |
| Figura 15 Diseños de aceros en columnas y vigas..... | 51 |
| Figura 16 Modificaciones de espectros con $R=1$ | 52 |
| Figura 17 Curva de resistencia de la edificación X-X..... | 52 |
| Figura 18 Curva de resistencia de la edificación Y-Y..... | 53 |
| Figura 19 Comportamiento de rótulas en la edificación | 53 |
| Figura 20 Análisis de espectro – Sismo Ocasional X-X | 54 |
| Figura 21 Análisis de desempeño X-X..... | 55 |
| Figura 22 Análisis de desempeño Y-Y..... | 56 |
| Figura 23 Análisis de desempeño X-X..... | 58 |
| Figura 24 Análisis de desempeño Y-Y..... | 59 |
| Figura 25 Ubicación de edificación | 69 |
| Figura 26 Distribución arquitectónica..... | 70 |
| Figura 27 Detalles de zapatas | 71 |
| Figura 28 Detalles de aligerado | 72 |
| Figura 29 Rótulas de edificación 3D | 79 |

RESUMEN

El diseño estructural, crucial para la seguridad de las edificaciones, se enfrenta a desafíos en Amarilis, Huánuco. Los métodos sísmicos actuales no cumplen con las necesidades de evaluación, y las constructoras se centran en el análisis lineal, ignorando el análisis no lineal Pushover, más preciso en simular la acción sísmica. Se propone una evaluación comparativa entre ambos enfoques.

El estudio adopta un enfoque cuantitativo, respaldado por normativas nacionales e internacionales, para verificar el cumplimiento de las exigencias estructurales. Se enfoca en una investigación explicativa para comprender la discrepancia entre los análisis lineal y no lineal. El diseño de la investigación se considera no experimental, ya que se basa en datos preexistentes sin manipulación directa. Se realiza un estudio transversal, evaluando la estructura en un momento específico. La población de estudio incluye un edificio de 8 niveles en Amarilis, Huánuco, mientras que la muestra se selecciona según criterios específicos. Las técnicas de recolección de datos incluyen observación y fichas de recopilación de datos, mientras que la presentación implica el uso de software para el modelado y análisis estructural.

Los resultados revelan que el análisis lineal cumple con los estándares de deriva y desplazamiento, mientras que el análisis Pushover muestra un desempeño adecuado para una edificación común, indicando límites de seguridad aceptables para la vida humana. En resumen, el estudio destaca la necesidad de considerar el análisis no lineal Pushover para evaluar la capacidad sísmica de las edificaciones en Amarilis, Huánuco, con el fin de garantizar su seguridad y cumplir con los estándares establecidos. (Fuente: Adaptado de Tipacti, Nina, Ugalde Binda, Balbastre-Benavent, Pérez Velásquez, Pérez Velásquez, Cortez Torrez, Cahuana, 2020-2023, Amarilis, Huánuco, Estudio comparativo entre análisis lineal y no lineal Pushover en diseño estructural, Informe Técnico).

Palabras clave: Diseño estructural, Análisis sísmico, análisis Pushover, edificación, concreto armado.

ABSTRACT

Structural design, crucial for building safety, faces challenges in Amarilis, Huánuco. Current seismic methods do not meet the evaluation needs, and construction companies focus on linear analysis, ignoring nonlinear pushover analysis, which is more precise in simulating seismic action. A comparative evaluation between both approaches is proposed.

The study adopts a quantitative approach, supported by national and international regulations, to verify compliance with structural requirements. It focuses on explanatory research to understand the discrepancy between linear and nonlinear analyses. The research design is considered non-experimental, as it is based on pre-existing data without direct manipulation. A cross-sectional study is carried out, evaluating the structure at a specific time. The study population includes an 8-story building in Amarilis, Huánuco, while the sample is selected according to specific criteria. Data collection techniques include observation and data collection sheets, while presentation involves the use of software for structural modeling and analysis.

The results reveal that the linear analysis meets the drift and displacement standards, while the pushover analysis shows adequate performance for a common building, indicating acceptable safety limits for human life. In summary, the study highlights the need to consider nonlinear pushover analysis to evaluate the seismic capacity of buildings in Amarilis, Huánuco, in order to guarantee their safety and comply with established standards. (Source: Adapted from Tipacti, Nina, Ugalde Binda, Balbastre-Benavent, Pérez Velásquez, Pérez Velásquez, Cortez Torrez, Cahuana, 2020-2023, Amarilis, Huánuco, "Comparative study between linear and nonlinear pushover analysis in structural design", Technical report).

Keywords: Structural design, Seismic analysis, Pushover analysis, building, reinforced concrete.

INTRODUCCIÓN

El diseño estructural, un pilar fundamental en la arquitectura moderna, no solo responde a cuestiones estéticas, sino que es vital para garantizar la seguridad de las estructuras y de quienes las habitan. Desde los inicios de la construcción de grandes edificaciones, como rascacielos, ingenieros han desempeñado un papel crucial en la evolución de este campo. En la actualidad, la importancia del diseño estructural radica en asegurar la estabilidad y resistencia de las construcciones, tanto para proteger a los habitantes como para preservar los recursos económicos invertidos.

El análisis estructural, basado en principios matemáticos y físicos, permite comprender el comportamiento de las estructuras, especialmente las de concreto armado, y guía el desarrollo de los diseños según las necesidades específicas de cada proyecto. Sin embargo, los métodos convencionales de estudio sísmico, como el Análisis Lineal Estático y Dinámico, presentan limitaciones en la validación de las reglas de diseño establecidas. La exposición continua a terremotos puede comprometer la integridad de las estructuras, y las técnicas tradicionales no consideran adecuadamente los efectos de las cargas externas ni la capacidad de la estructura para resistir más allá del rango elástico.

Ante estas limitaciones, la ciudad de Amarilis, en Perú, enfrenta el desafío de equilibrar el uso del análisis estructural lineal con el análisis no lineal Pushover, que simula la respuesta sísmica de las estructuras de manera más precisa. La investigación se enfoca en clarificar las discrepancias entre ambos enfoques y examinar sus ventajas y desventajas en términos de resistencia sísmica en estructuras de concreto armado.

Este estudio, fundamentado en un enfoque cuantitativo y explicativo, se propone analizar en profundidad la capacidad de resistencia sísmica de una edificación de diez niveles en Amarilis, Huánuco, mediante la comparación de resultados obtenidos a través de diferentes técnicas de análisis estructural. Con una muestra no probabilística, se busca identificar las características específicas de la población de estudio y obtener conclusiones relevantes para

el diseño y la construcción de estructuras seguras y eficientes en zonas sísmicas.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El diseño estructural en todos los países del mundo ha sido considerado de gran influencia por ingenieros desde las construcciones de los primeros grandes rascacielos o edificaciones complejas en altura. En la actualidad el diseño estructural radica la importancia, por la seguridad de las estructuras que alberga habitantes y recursos de valor económico significativo. El análisis estructural se acoge de principios matemáticos y físicos para describir el comportamiento de las estructuras de concreto armado, a partir del análisis estructural se desarrolla los diseños estructurales de todos los elementos estructurales según el sistema estructural de las edificaciones. (Tipacti, 2020)

Los métodos de estudio sísmico citados en la NTE E.030 (Análisis Lineal Estático y Lineal Dinámico) no pueden validar la regla de diseño allí establecida. Esto se debe a que la exposición repetida a estos terremotos puede dañar la estructura del inmueble. Las técnicas usuales de modelo estructural son aproximaciones y no consideran los efectos de las cargas exteriores que experimentan los inmuebles a lo largo del tiempo. Además, no se considera si esta estructura supera el rango elástico (por ejemplo, diseñar un valor único para la sección y el material). Sin embargo, cuando se analiza en el régimen no lineal, cada elemento debe modelar su procedimiento más allá del régimen flexible dependiendo de la dimensión del esfuerzo. (Nina ,2019)

Considerando las limitaciones que presenta el análisis lineal como la ausencia para calcular los efectos de las acciones sísmicas de sistemas disipativos que tienen un comportamiento elástico-plástico, los nuevos inmuebles deben diseñarse investigando su capacidad sísmica e identificando y corrigiendo posibles deficiencias en el diseño preliminar. Ante todo, esto en la ciudad de Amarilis, las constructoras realizan el análisis estructural mediante el método del análisis lineal, dejando de lado el análisis no lineal

Pushover, ya que este método analiza la estructura sometida bajo cargas gravitatorias de valor constante y a cargas horizontales que se incrementan de forma monótona, simulando el efecto de la acción sísmica, por todo ello se plantea realizar una evaluación entre estos dos tipos de análisis.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo evaluar el análisis lineal y análisis no lineal Pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo realizar el análisis lineal para la mejora del diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?

¿Cómo realizar el análisis no lineal Pushover para la mejora del diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?

¿Cómo realizar el diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el análisis lineal y análisis no lineal Pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conducir un análisis lineal con el objetivo de mejorar el diseño de resistencia sísmica de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, durante el año 2023.

Realizar un análisis no lineal de tipo Pushover con el fin de mejorar el diseño de resistencia sísmica de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.

Desarrollar el diseño estructural para resistir sismos de un edificio de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación aportará un conocimiento científico acerca del análisis lineal y no lineal, ya que las reglas de la E030 nos brindan un análisis lineal estático y dinámico y con la implementación o comparación de la presente investigación se plantea realizar un análisis comparativo entre el análisis lineal y no lineal.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación estará validada o justificada por la regla vigente de reglamento nacional de edificaciones, ya que emplearemos los parámetros mismo los siguientes según la regla E030 para poder calcular los periodos de vibración las derivas y los deslizamientos así también como la regla E060 para el diseño sismo resistente y las comprobaciones de diseño, el software ETABS tiene consigo integrado la regla ACI 318-14 y para las comprobaciones de diseño.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Con la elaboración de la presente tesis se pretende dar conocimiento y consolidar lo aprendido en la facultad de ingeniería civil, para de esta manera poder tener un mejor entendimiento del análisis no lineal Pushover, ya que este tipo de análisis es importante en el campo de la ingeniería estructural. Conocer el comportamiento sísmico entre el análisis línea y no lineal según la reglativa vigente.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La limitación presente en esta tesis fue analizar únicamente estructuras de concreto armado con el análisis no lineal Pushover, también otra limitación fue que solo emplearemos la norma E030 para el análisis sismorresistente, no emplee otro tipo de normativas extranjeras y se recolectó los datos de manera transversal, como los parámetros sismorresistentes fueron del año 2023.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación técnicamente estará sustentada por los conocimientos de la ingeniería civil y la regla técnica E.030 Diseño Sismorresistente, asimismo, se aplicará la regla técnica E.060 Concreto armado y regla técnica E.020 Cargas para el diseño estructural del inmueble.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ureña (2022) en su trabajo titulado: “*Análisis estático no lineal (Push Over) de los talleres de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, con aisladores sísmicos, ubicadas en el campus Huachi de la Universidad Técnica de Ambato*”; presentada a la Universidad Técnica de Ambato; esta investigación es un análisis comparativo del comportamiento estructural de la estructura tradicional y la segunda con la implementación de sustancias sísmicas aislantes, lo que le permite deformar el edificio y distraer la dirección. Energía en el proceso de terremotos de valores importantes. Los trabajos se analizan como seminarios de las piezas: ingenieros civiles y técnicos y técnicos en sistemas, electrónica e industrial y clasificadas como ofertas especiales y tiene un sistema especial de construcción de alas de acero caliente con caliente El diámetro también se utiliza como laboratorio para el área de producción y un centro de educación superior. En el primer estudio se realizó un análisis lineal de las estructuras para comprobar su condición actual mediante el análisis de ciclos de vibración, desplazamientos y desplazamientos permisibles, seguido del análisis estático lineal para determinar sus características sísmicas para posteriormente determinar las dimensiones iniciales de la estructura. sistema de aislamiento. Está diseñado con una prioridad ASCE/SEI 7-10, carga específica del edificio más un 30% de carga viva en exceso del sistema de aislamiento, y se basa en la información proporcionada por el fabricante. Considere que existen muchas opciones de dispositivos sísmicos para mejorar el desempeño y desempeño de la estructura, en este caso se optó por un elastómero con núcleo de plomo (LRB). Luego, se verifican todas las restricciones establecidas como

deriva, desplazamiento y desplazamiento, teniendo en cuenta lo establecido en las Normas de Edificación Ecuatorianas. En el caso de un edificio de grandes almacenes con suelos aislados, la demolición del techo se redujo en un 64%. En comparación con el diseño sin aislamiento, el desplazamiento básico y el desplazamiento horizontal son del 73% y 51%, respectivamente.

Duarte, Martinez, & Santamaria (2017) en su tesis titulado: “*Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador*”; presentada a la Universidad de El Salvador; En este estudio, el uso de un método de análisis estático no lineal (push) del edificio central de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, que ha sufrido numerosos impactos sísmicos durante su vida útil, puede causar una amenaza a la edificación. ocupantes. En esta averiguación se tuvo las próximas conclusiones: El mecanismo de falla de los elementos estructurales del edificio (vigas, columnas, muros, etc.) se determinó mediante un diagrama de momento de curvatura y se normalizó para su inclusión en SAP2000, creando un modelo en el que cada elemento tiene características propias. mecanismo de plastificación adecuado. La rigidez efectiva de los componentes individuales que soportan el edificio se determina de acuerdo con las recomendaciones de ATC-40. Al asignar a las columnas una reducción del 30% en la rigidez a la flexión y una reducción del 60% en la rigidez al corte, las vigas reducen su rigidez a la flexión en un 50% y su rigidez a cortante en un 60%.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Babilón (2018) en su trabajo titulado: “*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de Tucume aplicando los métodos italiano y colombiano*”; enseñada por la Universidad César Vallejo; Para ello se utilizarán dos métodos cualitativos: el método del Índice de Sensibilidad Italiano, desarrollado por los investigadores italianos Benedetti y Petrini en 1984, y el método AIS colombiano, desarrollado por la Asociación Sismológica Colombiana

"AIS"; Estos métodos se aplicarán a una muestra de 2 instituciones educativas en el distrito de Tukume. La investigación muestra que la sensibilidad sísmica en la organización editorial de Federico Villarreal utiliza el método AIS de Colombia como baja sensibilidad (100 % de la totalidad) y, según el método italiano del método benedetti -petrini, también tiene la propiedad. Baja sensibilidad a las amenazas (100 % (100 % del total), de los cuales los indicadores de daños más altos bajo el Departamento General del Interior - 13 (1985), hasta 12.42 % (daño moderado) en el otro. "A" y "E" y 13.10 % (moderado) en "GRAMO". La investigación muestra que la sensibilidad sísmica en la organización de educación privada "Khorhe Bassie" por el método AIS de Colombia es de baja sensibilidad (50 % de todo) en los bloques "B" y "D", promedio de sensibilidad promedio (25 % de enteros) en el "A" Bloque y alta sensibilidad (25 % del número total) en el bloque "C" y de acuerdo con el método italiano de Benedetti: Petrini, que es la sensibilidad promedio (es la sensibilidad promedio (50 % de todo) en "B" y "B" y "B" y "D", así como la alta sensibilidad (50 % del número total) en los bloques "A" y "C", en los que el índice de daño más alto según ATC - 13 (1985) alcanzó el 55.23 % (daño grave) en el bloque "C" y el 39.54 % (daño grave) en el bloque "A". Estos resultados también ayudan a determinar cuál de los dos métodos cualitativos para evaluar la probabilidad de sacudidas sísmicas es el más apropiado para su uso en nuestra práctica de las instituciones educativas distritales. Tukume, está claro que, en los resultados y procesos de la metodología, es el más Adecuado para instituciones educativas construidas de esta manera es el método italiano Benedetti-Petini.

Nina (2019) en su tesis titulado: "Diseño estructural en concreto armado de un inmueble de ocho niveles y un semisótano"; presentada a la Universidad Nacional de San Agustín De Arequipa; Este trabajo considera procedimientos y principio del estudio estructural hasta el modelo de todas las partes estructurales de hormigón armado con base en la reglativa vigente del Código Nacional de Edificación. El anteproyecto presentado nos muestra un inmueble de ocho plantas y

medio sótano destinado a viviendas plurifamiliares (inmueble plurifamiliar), la compatibilidad de los requisitos estructurales para las diferentes modalidades de construcción, se realizará proyecto de arquitectura para conocer el resultado final. Solución para el proyecto Cumplir con la regla vigente. Este proyecto está situado en la Provincia de Arequipa. En este trabajo se extraen las siguientes conclusiones: La estructura de un inmueble depende en gran medida de la distribución arquitectónica que exhibe, ya que tiene un inmueble contenedor de estacionamiento en la parte inferior, no es posible dotar de paredes de cortante en la parte inferior., por lo que elegimos una estructura donde todas las paredes de cortante estén en el ámbito de la estructura, esta distribución de placas es lo que le da gran rigidez a nuestra estructura. Para elegir la losa de entrepiso más óptima, se realizó una comparación del costo y el peso de dos losas de 25 cm de profundidad. Se concluyó que la losa aligerada Viga cero es la más óptima para este proyecto, ya que reduce el costo en un 12% y el peso de la losa en un 50% en comparación con la losa aligerada tradicional.

Cahuana (2021) en su tesis titulado: “Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021”; presentada a la Universidad Privada de Tacna; en este estudio, el objetivo principal fue evaluar el desempeño sísmico del Módulo III de la Comisaría Clase C La estación está ubicada en la calle 28. Asociación de Agosto en el Distrito de Ciudad Nueva. Departamento de Tacna. Este estudio no cuestiona la especificación actual E-030 para diseño sísmico, que se considera el punto de referencia para identificar peligros sísmicos que se ha utilizado en la evaluación del desempeño. Todo comienza con el análisis lineal definido en la especificación E.030 Earthquake Design (2018). Luego se realizó un análisis estático no lineal (Pushover) según los lineamientos y recomendaciones del comité VISION 2000 SEAOC, ATC-40 y ASCE/SEI 41-17, se creó el modelo de análisis utilizando el programa Etabs, luego se realizó el análisis de no linealidad. Se determina la textura, se utiliza la rótula de fibra para las columnas, la rótula de foco se utiliza en las

vigas y muros, dando como resultado la formación de rótula plástica y la curvatura de la estructura portante, según la dirección X., tiene una fuerza horizontal en la base de 488014,84 kgf, provocando un desplazamiento de 0,154 m. en la dirección Y hay una fuerza cortante de 425.582,07 kgf en la base, lo que da como resultado un desplazamiento de 0,082 m. Los puntos de ruptura estructurales se determinan de acuerdo con ASCE/SEI 41-17. El riesgo sísmico se origina en el espectro de diseño de la norma técnica E.030 Diseño Sísmico (2018). Finalmente, se presentaron los resultados alineados con los objetivos del comité VISIÓN 2000; Se descubrió que el edificio no cumplía con los objetivos de desempeño establecidos para los edificios principales.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Chiuyari & Olivas (2018) en su tesis titulado: "Evaluación y propuesta de reparación estructural de la Institución Educativa Mariano Melgar de Huariaca aplicando el análisis no lineal de Pushover"; presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan; esta tesis su principal objetivo es evaluar la integridad estructural de la Institución Mariano Melgar de Huariaca y sugerir un modelo de reparación estructural basado en las normas más recientes. El edificio fue construido en 2016, pero debido a una mala construcción, las vigas principales y losas tuvieron problemas de grietas, lo que obligó a suspender las obras para que se pudiera investigar la falla del edificio. Con el fin de recopilar los datos necesarios, en una primera etapa se realizó una inspección visual. Para comparar los datos con los datos de diseño y determinar las propiedades de los materiales y componentes, el segundo paso implica realizar pruebas de campo y de laboratorio. La verificación del cumplimiento del diseño estructural con los requisitos de la RNE E-060 - 2016 es un componente de la tercera fase. El proyecto se examinará mediante un análisis PUSHOVER estático no lineal en la cuarta fase. Los resultados nos ayudarán a comprender el estado actual

del plantel educativo Mariano Melgar de Huariaca y nos ayudarán a decidir si es necesario o no reforzar la estructura.

Narro (2021) en su tesis: "Evaluación del desempeño sismorresistente aplicando el método de análisis estático no lineal Pushover en una edificación de 4 niveles en la ciudad de Huánuco 2019"; presentada a la Universidad de Huánuco; este estudio investiga la capacidad sísmica de un edificio de apartamentos de mampostería de cuatro pisos en la ciudad de Huánuco aplicando el modelo de plasticidad concentrada en el caso de elementos viga-columna. Tirantes para muros de mampostería revestidos. y el modelo constitutivo de Martinelli. La metodología utilizada para desarrollar este trabajo constó de dos partes principales. La primera parte estaba destinada a estudiar las propiedades geométricas, los materiales y los sistemas estructurales de los edificios. La segunda parte estuvo dirigida a desarrollar modelos matemáticos para el análisis no lineal de estructuras. En base a estos se realizó la determinación de la curva de resistencia estructural, la demanda de resistencia sísmica y la determinación del punto de resistencia estructural. Además, la aplicación del macro modelo stay-tight junto con el modelo constitutivo de Martinelli permitió evaluar el comportamiento local de cada uno de los muros de mampostería presentes dentro de la estructura. Los resultados obtenidos muestran que el comportamiento sísmico de la estructura analizada para un sismo con un periodo de recurrencia de 475 años fue seguro para la vida tanto en la dirección X como en la Y.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

2.2.1.1. CONCEPTOS PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE

Se empleará el método de Diseño por Resistencia en el caso del cálculo de estructuras de hormigón reforzado. Es fundamental

garantizar resistencias de diseño adecuadas. (ΦR_n) En las secciones de la estructura (RNE, NORMA E.060, 2019)

Ofrece cantidades aumentadas de cargas y disminuidas de resistencia Φ . Para todas las unidades las partes estructurales se debe cumplir:

$$\Phi R_n \geq R_u$$

➤ **Necesidades usuales de resistencia**

Según (RNE, NORMA E.060, 2019):

La fuerza requerida para las cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) debe ser al menos igual a:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

En el caso de que se deban tener en cuenta las cargas sísmicas (CS), entonces la fuerza necesaria deberá ser al menos:

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

➤ **Modelo de losas aligeradas: Vigas T**

• **Modelo por Flexibilidad**

Es fundamental considerar La posición del bloque de compresión al calcular la capacidad de resistencia a la flexión de las losas aligeradas, ya que esto define la región efectiva del acero. Para momentos negativos, es crucial garantizar que el bloque de compresión esté a una distancia no mayor de 5 centímetros del alma, mientras que, para momentos positivos, no debe sobrepasar los 15 centímetros del alma. El procedimiento para calcular el área de refuerzo para la vigueta se lleva a cabo de manera secuencial utilizando las siguientes fórmulas:

$$a = d - \sqrt{d - \frac{2M_u}{\Phi 0.85 f'_c \times b}}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Por lo tanto, se requiere ver el refuerzo pequeño para los elementos bajo flexión utilizando la fórmula proporcionada a continuación:

$$A_{s \min} = \frac{0.22 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

- **Diseño por cortante**

Según (RNE, NORMA E.060, 2019) Se puede considerar que la resistencia al corte del concreto en las nervaduras es un 10% mayor de lo estimado inicialmente.

$$V_c = 1.1 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} b_w d$$

Es crucial verificar que la resistencia al corte supere la resistencia requerida. Última al corte V_c Si no se alcanza la resistencia necesaria, se deben realizar ajustes en el refuerzo variando su cantidad o su disposición.

Refuerzo por cambios volumétricos

Las proporciones mínimas de área La cantidad de refuerzo necesario para contrarrestar los efectos de retracción y temperatura en la losa debe ser proporcional al área transversal total del concreto, adaptándose según el tipo de acero utilizado empleado. Esto también abarca las cuantías de refuerzo más bajas. posibles:

Cuantía pequeña de losa.

| Tipo de barra | Cuantía |
|--|---------|
| Barras lisas | 0.0025 |
| Barras corrugadas con $f_y < 420 \text{MPa}$ | 0.0020 |
| Barras corrugadas con $f_y > 420 \text{MPa}$ | 0.0018 |

- **Corte de refuerzo**

Para determinar el corte en el acero de refuerzo, es fundamental igualar el momento resistente proporcionado al momento actuante, garantizando que se cumpla la siguiente condición ($\phi M_n > M_u$), Este representa el punto teórico crítico de corte, donde se debería aumentar la longitud de anclaje por una cantidad equivalente a "d" o "12db" para generar los esfuerzos provocados por la flexión.

- **Modelo de vigas:**

- **Modelo por Flexión**

Se puede aplicar los procedimientos de manera gradual para calcular la sección de acero.

$$a = d - \sqrt{d - \frac{2M_u}{\phi 0.85 f'_c \times b}}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

Se requiere validar la cantidad mínima de acero para las vigas mediante la aplicación de la expresión matemática correspondiente:

$$A_{s \text{ mín}} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

Es necesario validar la cantidad máxima de acero para las vigas mediante la aplicación de la expresión matemática correspondiente:

$$A_{S \text{ máx}} = 0.75 \rho_{bal} bd = 1.59\% bd$$

- **Diseño por cortante**

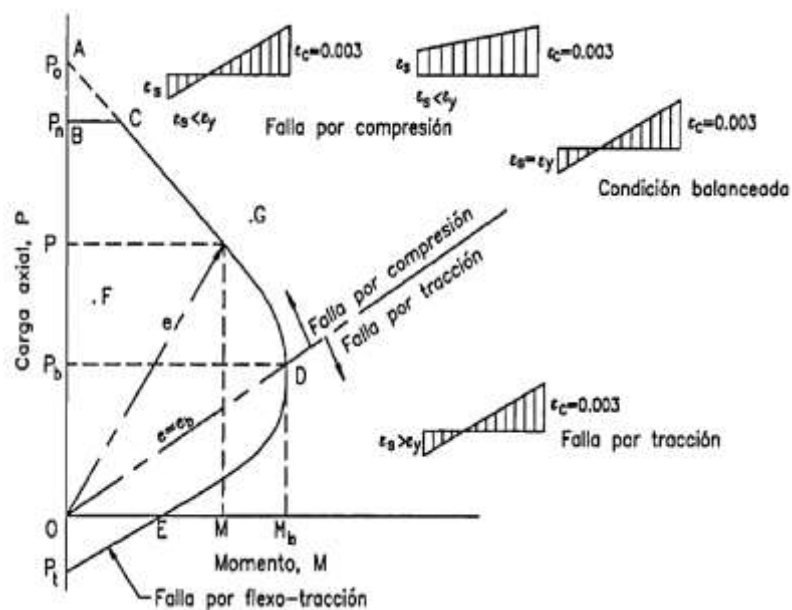
Es importante tener en cuenta que la losa debe ser capaz de resistir completamente la fuerza de corte diseñada, dado que el concreto no cuenta con los estribos necesarios para soportar dicha fuerza de corte.

$$V_C = 0.53 \times \sqrt{f'c} b_w d$$

- **Diseño de columnas:**

- **Diseño por flexo-compresión**

El diseño que se basa en la flexo-compresión implica fijar un nivel mínimo de refuerzo en la columna, seguido por la instalación del diafragma para verificar que las cargas estén dentro de los límites establecidos.



La normativa E.060 Hormigón armado establece las siguientes pautas examinados a un análisis de temblores basado en flexo-compresión. El contenido de hierro debe consistir dentro del parámetro del 1% al 6%.

En las conexiones entre travesaño y viga, la distribución de los soportes no deberá exceder los 15 centímetros.

- **Diseño por cortante**

La normativa E.060 "Concreto Armado" presenta la siguiente ecuación para determinar la resistencia al corte de elementos reprimidos a penetración axial.

$$\Phi V_C = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} b_w d \left(1 + \frac{N_u}{140A_g} \right)$$

$$V_S = \frac{V_u}{\Phi} - V_C$$

2.2.2. ANÁLISIS LINEAL DE ESTRUCTURAS ANTE CARGAS SÍSMICAS

2.2.2.1. PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS LINEAL ESTÁTICO Y DINÁMICO DE ESTRUCTURAS

El análisis lineal estático y dinámico son dos métodos fundamentales para evaluar el comportamiento estructural de edificaciones y otros tipos de estructuras. (Chopra, 2011)

El análisis lineal estático: se basa en la suposición de que las cargas actúan de manera constante y que las deformaciones resultantes son proporcionales a las cargas aplicadas. Este método es útil para estructuras que experimentan cargas relativamente pequeñas y donde los efectos de segundo orden pueden ser ignorados. En este enfoque, se calculan las respuestas de las

estructuras utilizando ecuaciones de equilibrio estático, sin considerar el efecto del tiempo o la velocidad. (Chopra, 2011)

El análisis lineal dinámico: considera la respuesta de una estructura ante cargas que varían con el tiempo, como las fuerzas sísmicas. Este método tiene en cuenta la masa, la rigidez y la amortiguación de la estructura, así como la naturaleza cíclica de las cargas sísmicas. Utiliza principios de la mecánica de vibraciones para predecir las respuestas de la estructura a diferentes frecuencias de excitación. Este enfoque es esencial para comprender cómo las estructuras responderán a eventos sísmicos y otras cargas dinámicas. (Chopra, 2011)

Ambos métodos tienen sus ventajas y limitaciones, y es importante seleccionar el más adecuado según las características específicas de la estructura y las cargas que se enfrentarán.

2.2.2.2. USO DE MÉTODOS DE ANÁLISIS LINEAL PARA DETERMINAR LA RESPUESTA DE UNA ESTRUCTURA FRENTE A CARGAS SÍSMICAS

El uso de métodos de análisis lineal para determinar la respuesta de una estructura frente a cargas sísmicas implica la aplicación de principios de la mecánica estructural y la teoría de vibraciones para evaluar cómo una estructura se comportará bajo la influencia de un terremoto. (Chopra, 2011)

Estos métodos, que incluyen el método de los espectros de respuesta y el método de los modos de respuesta, entre otros, permiten a los ingenieros prever cómo una estructura responderá a diferentes niveles de excitación sísmica.

En esencia, estos enfoques calculan las respuestas de la estructura mediante ecuaciones matemáticas que modelan su comportamiento dinámico, considerando factores como la masa,

rigidez y amortiguación, así como las características del suelo y las propiedades del terreno.

El objetivo principal del análisis lineal en este contexto es proporcionar una estimación inicial de la respuesta estructural bajo cargas sísmicas, lo que permite a los ingenieros evaluar la seguridad y la eficacia del diseño de la estructura. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el análisis lineal tiene sus limitaciones, especialmente cuando se trata de predecir la respuesta de estructuras altamente no lineales o sujetas a cargas sísmicas extremadamente grandes. (Chopra, 2011)

2.2.3. ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

2.2.3.1. CONCEPTOS PARA ANÁLISIS NO LINEAL

La falta de fiabilidad en la evaluación del riesgo sísmico abarca aspectos como la exposición y la vulnerabilidad, es decir, las posibles pérdidas tras la ocurrencia de un terremoto. Su incremento se ve afectado por factores artificiales, como la densidad poblacional, la diversidad de estructuras construidas en áreas urbanas, los cambios en el mercado inmobiliario y el nivel de riesgo asociado en ese entorno. (Sigchos, 2017)

Existen tres categorías de riesgo sísmico. El nivel alto indica que las viviendas están ubicadas en terrenos débiles, lo que las hace susceptibles a fuertes sacudidas geológicas y posibles colapsos. El riesgo medio indica que las casas construidas sobre suelos duros experimentan vibraciones geológicas más suaves y pueden resistir varios tipos de terremotos. Por otro lado, el riesgo bajo implica que las estructuras están en terrenos normales y cuentan con procedimientos adecuados en caso de un sismo (Mezquita, 2019).

Entonces, cuanto mayor es la vulnerabilidad de una situación, mayor es el riesgo. Para reducir el riesgo de desastres, es necesario minimizar tanto las amenazas como las vulnerabilidades. Para lograr esto, es crucial aprender de experiencias pasadas y reconocer el nivel de incertidumbre asociado, así como el nivel de peligro ante desastres que podemos prever, como los movimientos sísmicos y las zonas de placas tectónicas activas, que son comúnmente identificados en estudios geotécnicos y monitoreo de terremotos.

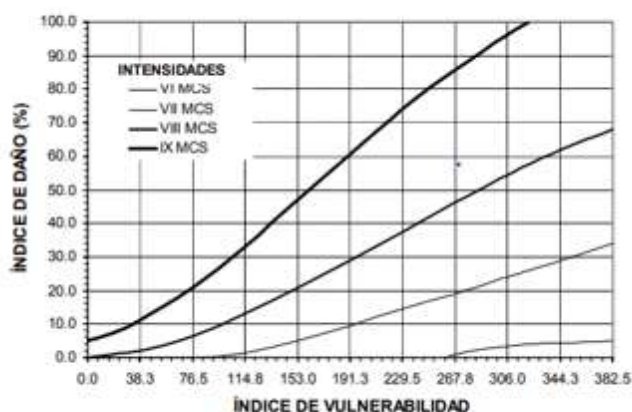
El riesgo sísmico se define como la posibilidad de que un área específica sea afectada por un terremoto en un momento dado, independientemente de la magnitud del sismo, según lo señalado por Kuev (2017). El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) clasifica los riesgos en cinco criterios: geodinámica interna y externa, meteorología o hidrología, riesgos biológicos, riesgos tecnológicos y riesgos derivados de la actividad humana. Estos criterios abarcan una variedad de desastres naturales y causas antropogénicas que pueden impactar el entorno.

Un enfoque importante para evaluar los daños por terremotos en las viviendas es mediante el diagnóstico de vulnerabilidad sísmica. Este método considera diversas características de las estructuras, como su masa, tipo de cimientos, materiales de construcción y condiciones de mantenimiento. El índice de vulnerabilidad, que es una medida numérica, se utiliza para clasificar la vulnerabilidad de las viviendas ante un sismo y se calcula teniendo en cuenta factores como el grado de vulnerabilidad, el tipo de daño y el nivel general de daño de las estructuras.

El análisis de vulnerabilidad también ayuda a prever los posibles daños que podrían ocurrir en las viviendas después de un terremoto, utilizando herramientas estadísticas y ecuaciones de probabilidad. Este enfoque permite comprender mejor el estado

estructural de las viviendas y planificar medidas de mitigación y recuperación adecuadas para reducir los impactos negativos de los sismos.

Diafragma de iteración para secciones rectangulares simétricas.



2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Evaluar: Implica examinar detenidamente un objeto, situación o fenómeno para obtener conclusiones significativas. (Bernal, 2010)

Análisis lineal: dentro del diseño sismorresistente es una técnica fundamental para evaluar la respuesta estructural ante cargas sísmicas. Este método considera la linealidad de materiales y la elasticidad de las estructuras. (Zavala, 2018)

Análisis no lineal Pushover: es una técnica fundamental en el diseño sismorresistente peruano. Evalúa la capacidad de estructuras para resistir cargas sísmicas, considerando la no linealidad de materiales y la redistribución de esfuerzos. (Pérez, 2020)

Diseño sismorresistente: es una disciplina crucial en ingeniería civil que busca garantizar la seguridad de las estructuras frente a los efectos de los terremotos. (Bazán, 2018)

Edificación: en el contexto peruano se refiere al proceso de construcción de estructuras habitacionales, comerciales e industriales. Este

proceso involucra diseño, ingeniería y materiales locales, adaptándose a la geografía y cultura. (Pérez, Edificación en el Perú, 2018)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La comparación entre el análisis lineal y no lineal Pushover arroja resultados congruentes para el diseño antisísmico de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.

H0: La contrastación entre el análisis lineal y no lineal Pushover revela diferencias en los resultados para el diseño antisísmico de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Diseño sismorresistente.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio lineal y no lineal.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

| VARIABLE | TIPO DE VARIABLE | TIPO DE VARIABLE | DIMENSIÓN | INDICADOR |
|-----------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|--|
| Diseño sismorresistente | Cuantitativa | Variable dependiente | Análisis dinámico. | Deslizamiento Cortante basal Periodo de vibración |
| | | | Análisis estático. | Factor de zona Peso sísmico Excentricidad accidental |
| Análisis lineal y no lineal | | Variable Independiente | Elementos de concreto armado. | Vigas Columnas Losa aligerada Escalera Muros portantes |

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Según Ugalde Binda & Balbastre-Benavent (2022) La investigación cuantitativa se emplea para explicar fenómenos de causa y efecto, requiriendo un lenguaje unificado y la capacidad de cuantificar los fenómenos estudiados. Se utiliza cuando hay teoría suficiente con conceptos definidos que pueden ser analizados y medidos concretamente.

La investigación presente trabajo con un enfoque cuantitativo, ya que todo el análisis se validó mediante el uso de fórmulas o ecuaciones establecidas en el reglamento nacional de edificaciones, como la norma 030, o en estándares internacionales reconocidos, como el ACI 318-14, todo esto con el objetivo de verificar el cumplimiento de las exigencias estructurales.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Pérez Velásquez & Pérez Velásquez (2023) propone que la investigación explicativa, al fundamentarse en teorías sólidas, facilita el análisis profundo de situaciones específicas y la formulación de propuestas teóricas que contribuyen a abordar y resolver problemas.

Para el desarrollo de esta investigación se adoptó un enfoque explicativo, con el propósito de esclarecer la discrepancia entre el análisis lineal y no lineal, así como examinar las ventajas y desventajas que presenta cada uno al momento de realizar un análisis de resistencia sísmica en una estructura de concreto armado.

3.1.3. DISEÑO

Cortez Torrez (2020) define a la investigación no experimental es un enfoque de investigación que se centra en la recopilación y análisis de datos sin establecer condiciones de manipulación o control.

Esta investigación se clasificó como no experimental debido a que las fórmulas y/o parámetros de las que hará uso se encuentran definidas en las normativas E050, E030 y E060 no han sufrido modificaciones, de igual manera se considera no experimental debido a que los datos fueron recopilados antes de realizar su análisis y simulación en el software ETABS.

Cvetković Vega, Maguiña, Soto, Lama-Valdivia, & Correa López, (2020) definen a los estudios transversales se centran en evaluar un momento específico en el tiempo y son conocidos por determinar la prevalencia de una condición. También pueden analizar la asociación entre variables.

La investigación es de carácter transversal, debido a que se llevó a cabo una única vez utilizando la misma variable, que en este caso fue la recopilación de parámetros sismorresistentes, incluyendo el uso de la relativa E030 y el estudio de suelos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Mucha-Hospina, Chamorro-Mejía, Oseda-Lazo, & Alania-Contreras (2021) definen a la población como al conjunto completo de elementos o individuos que comparten ciertas características y que son objeto de estudio en una investigación. Esta población puede ser teórica, que incluye a todos los posibles elementos que cumplen con esas características, o de estudio, que son los elementos específicos seleccionados para participar en la investigación según criterios previamente establecidos.

Para la presente investigación la población abarcó el diseño estructural del inmueble de 10 niveles ubicado Amarilis, Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Mucha-Hospina, Chamorro-Mejía, Oseda-Lazo, & Alania-Contreras (2021) definen a la muestra como un subconjunto de la población que se elige con el fin de obtener conclusiones válidas y generalizables sobre la población más amplia, sin tener que estudiar a todos los individuos de esa población.

Para la presente investigación la muestra es no probabilista, es decir que la selección se realizó de acuerdo a criterios específicos, por lo que solo abarcó el diseño estructural de un inmueble de 10 niveles en Amarilis, Huánuco.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

Según Campos & Lule (2012) la técnica de observación implica la presencia de un investigador y un objeto de estudio, la definición clara de los objetivos a alcanzar y la concentración en la unidad de observación.

La principal metodología para recopilar información utilizada fue la observación, que consistió en examinar el sitio donde se planea construir el edificio con el propósito de entender los parámetros de resistencia sísmica de acuerdo con la normativa E030.

Instrumentos

Ficha de recolección de datos:

Se elaboraron fichas de recolección de datos para obtener información sobre la capacidad portante del suelo, con el fin de definir

los parámetros de resistencia sísmica del lugar y realizar un análisis y diseño estructural precisos.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Desde el inicio del proyecto, se realizó un levantamiento topográfico utilizando una estación total para identificar los puntos geodésicos del área. Luego, se llevó a cabo una excavación para estudiar la mecánica del suelo presente. Este análisis permitió definir los parámetros de resistencia sísmica conforme a la regla E030, incluyendo el tipo de suelo, el factor sísmico, el factor de reducción, el coeficiente de reducción y otros parámetros relevantes. Posteriormente, se realizó el predimensionamiento estructural basado en el plano arquitectónico proporcionado. Todos estos datos se introdujeron en el software ETABS para su modelado, incluyendo cargas estructurales de acuerdo con la regla E020. Finalmente, se llevó a cabo el análisis de resistencia sísmica conforme a la regla E030.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para iniciar la investigación, se utilizó una estación total para localizar los puntos geodésicos del área. Estos datos se transfirieron al software CIVIL 3D para generar un plano de ubicación. Luego, en el software Excel, se realizó el predimensionamiento y algunas verificaciones de análisis. Después, se llevó a cabo el modelado estructural del edificio de concreto armado en ETABS. Se ingresaron los parámetros de resistencia sísmica obtenidos del estudio de suelos y la normativa E030. Finalmente, se realizó el análisis estático y dinámico de la resistencia sísmica de la estructura conforme a la normativa E030.

CAPITULO IV

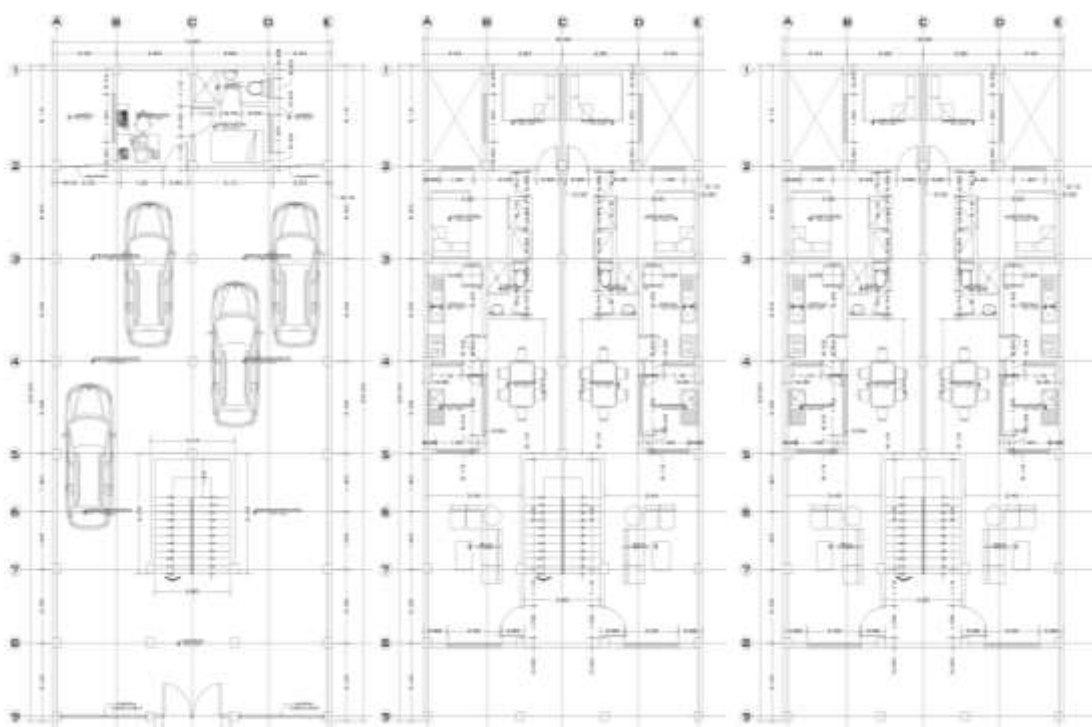
RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En la evaluación de la edificación por la metodología Pushover se tomó en cuenta una edificación multifamiliar que se compone de 10 niveles en los cuales a partir de un planteamiento arquitectónico se pudo presentar la siguiente distribución:

Figura 1

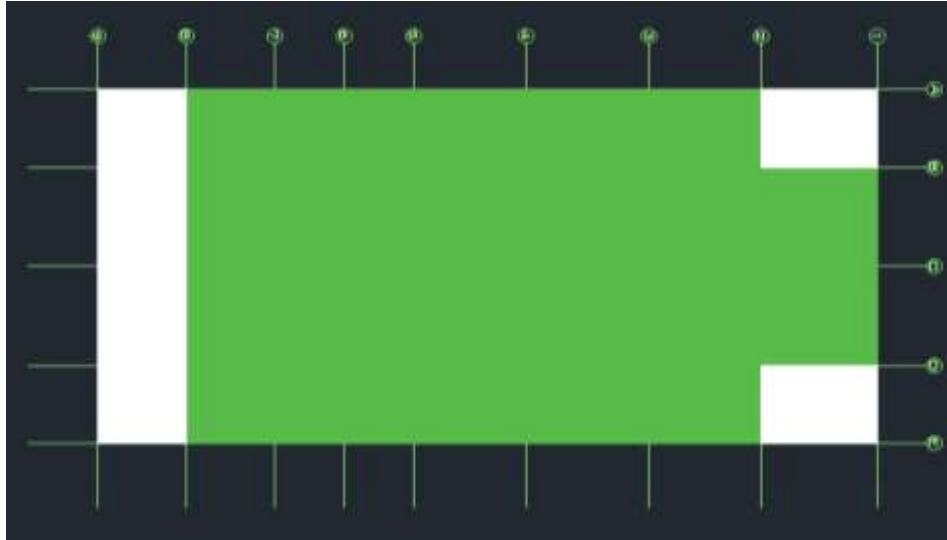
Planta de distribución de los 10 niveles



Nota. El planteamiento de la edificación comprende en un primer nivel un estacionamiento general para la edificación con los ambientes de guardianía correspondientes, el siguiente nivel de la edificación comprende 2 departamentos los cuales cuentan con lavanderías, a partir del tercer nivel se la lavandería se considera junto a la cocina por efectos del tragaluz generado por las lavanderías del segundo nivel.

Figura 2

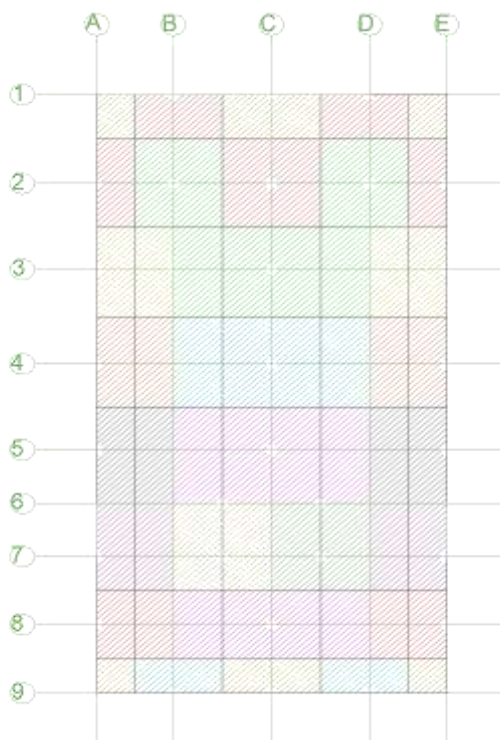
Área construida



Nota. Con la distribución arquitectónica se identificó que la edificación cuenta con un área construida de 165.80 m² y un área libre de 36.20 m², con lo cual se determinó que la edificación cuenta con un área total de 202.00 m². Teniendo las dimensiones del terreno y los muros divisorios de la arquitectura de la edificación se elaboraron los predimensionamiento de los elementos de concreto armado en la edificación teniendo en cuenta las cargas y ubicaciones de cada de uno de los elementos estructurales.

Figura 3

Áreas tributarias de columnas



Nota. Se identificaron que las columnas tomadas en cuenta en la distribución las columnas centrales presentan una mayor área tributaria llegando a los 18.02 m² en su zona más crítica, para las columnas laterales el área más crítica para el cual se realizará el predimensionamiento fue de 7.11 m² y para las columnas de esquina el área tributaria crítica es de 17.13 m².

Tabla 2

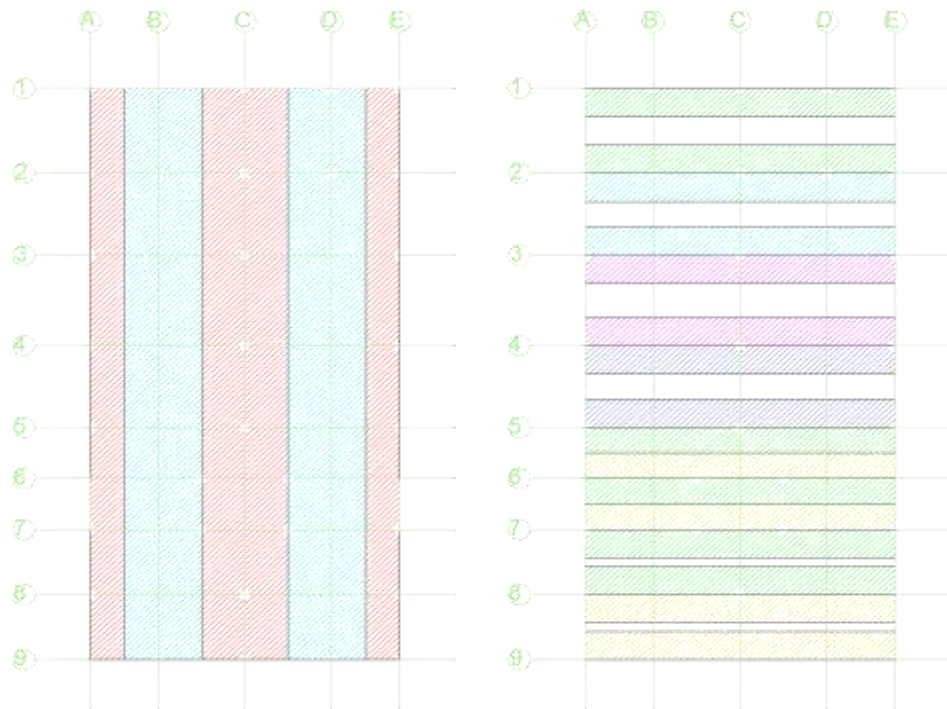
Predimensionamiento de Columnas

| PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS | | |
|--|--------|--------|
| DATOS DE LA EDIFICACIÓN | | |
| CATEGORÍA | C | |
| ZONA SÍSMICA | 2 | |
| TIPO DE SUELO | S2 | |
| PERIODO FUNDAMENTAL | 1 | |
| ALTURA DE LA EDIFICACIÓN | 30 | |
| U | 1 | |
| Z | 0.25 | |
| T_p | 0.6 | |
| S | 1.15 | |
| CT | 35 | |
| ZUCS | 0.5 | |
| C-E | 0.30 m | 0.40 m |
| C-L | 0.35 m | 0.35 m |
| C-C | 0.40 m | 0.45 m |

Nota. Para el predimensionamiento de las estructuras de concreto armado que compone la edificación se identificó los parámetros de categorización sísmica, debido a que la edificación planteada se localiza en el distrito de amarilis y en la región y provincia de Huánuco se identificó que esta se encuentra en una categoría C al ser una edificación multifamiliar, ubicado en una zona sísmica 2, de la caracterización del suelo se le pudo clasificar como un suelo intermedio con lo cual se identifica como S2, a partir de eso se determinó que el coeficiente ZUCS es de 0.5, de esta caracterización se determinó un predimensionamiento de columnas de 0.30 x 0.40, de 0.35 x 0.35 y 0.40 x 0.45 m para las columnas de esquina, laterales y centrales respectivamente.

Figura 4

Áreas tributarias de vigas



Nota. Al igual que el procedimiento de las columnas las vigas también se identificaron las áreas tributarias y las dimensiones de las luces críticas para los cuales se van a predimensionar los elementos estructurales, con lo cual se determinaron las secciones de la edificación.

Tabla 3

Predimensionamiento de vigas

| PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| VIGAS PRINCIPALES | |
| CONCRETO F'_c | 280 kg/cm ² |
| ACERO F'_y | 4200 kg/cm ² |
| LUZ CRÍTICA | 3.20 m |
| ANCHO TRIBUTARIO | 5.60 m |
| CARGA DE TABIQUERÍA | 270 kg/m ² |
| CARGA DE ACABADOS | 100 kg/m ² |
| ESPESOR DE LOSA | 0.25 m |
| PP DE LOSA | 380 kg/m ² |
| SOBRECARGA EN ENTREPISO | 250 kg/m ² |
| PERALTE | 0.45 m |
| BASE | 0.30 m |

| VIGAS SECUNDARIAS | |
|--------------------------|-------------------------|
| CONCRETO F'c | 280 kg/cm ² |
| ACERO F'y | 4200 kg/cm ² |
| LUZ CRÍTICA | 4.00 m |
| ANCHO TRIBUTARIO | 2.00 m |
| CARGA DE TABIQUERÍA | 270 kg/m ² |
| CARGA DE ACABADOS | 100 kg/m ² |
| ESPESOR DE LOSA | 0.25 m |
| PP DE LOSA | 380 kg/m ² |
| SOBRECARGA EN ENTREPISO | 250 kg/m ² |
| PERALTE | 0.40 m |
| BASE | 0.25 m |

Nota. En la caracterización de los elementos estructurales de concreto armado se pudo determinar que el concreto aplicado para la edificación de la estructura es de f'c 280 kg/cm² con un acero de grado 60 con un f'y de 4200 kg/cm². Para las vigas principales se tiene una luz crítica de 3.20 m el cual presenta un ancho tributario de 5.60 m, teniendo en cuenta las cargas aplicadas en los elementos se pudo determinar que el peralte adecuado para el elemento es de 0.45 m y el ancho de la base de la viga se estimó en 0.30 m, para el caso de las vigas secundarias teniendo los mismos parámetros con una luz crítica de 4.00 m y un ancho tributario de 2.00 m, se pudo determinar que el peralte adecuado es de 0.40 m y una base de 0.25 m.

Tabla 4

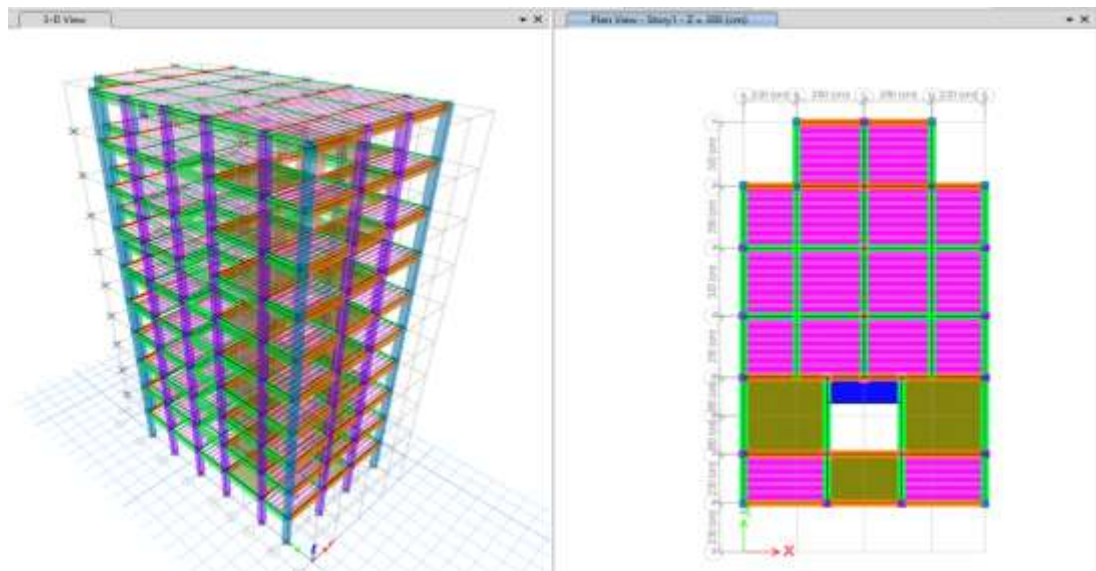
Predimensionamiento de losa

| PREDIMENSIONAMIENTO LOSAS ALIGERADAS Y MACIZAS | |
|---|-------------------------|
| CONCRETO F'c | 280 kg/cm ² |
| ACERO F'y | 4200 kg/cm ² |
| LUZ CRÍTICA | 5.00 m |
| CARGA DE TABIQUERÍA | 270 kg/m ² |
| CARGA DE ACABADOS | 100 kg/m ² |
| Ln/25 | 20 cm |
| PP DE ALIGERADO | 380 kg/m ² |
| ESPESOR DE LOSA ALIGERADA | 25 cm |
| ESPESOR DE LOSA MACIZA | 20 cm |

Nota. Para el predimensionamiento de las losas que compondrán la estructura se tomó en cuenta al igual que las vigas las mismas condiciones de material, con ello teniendo en cuenta una luz crítica de 5.00 m y teniendo en cuenta las sobrecargas analizadas se estimó que el espesor de la losa aligerada es de 0.25 m y el espesor predimensionado de la losa maciza es de 0.20 m.

Figura 5

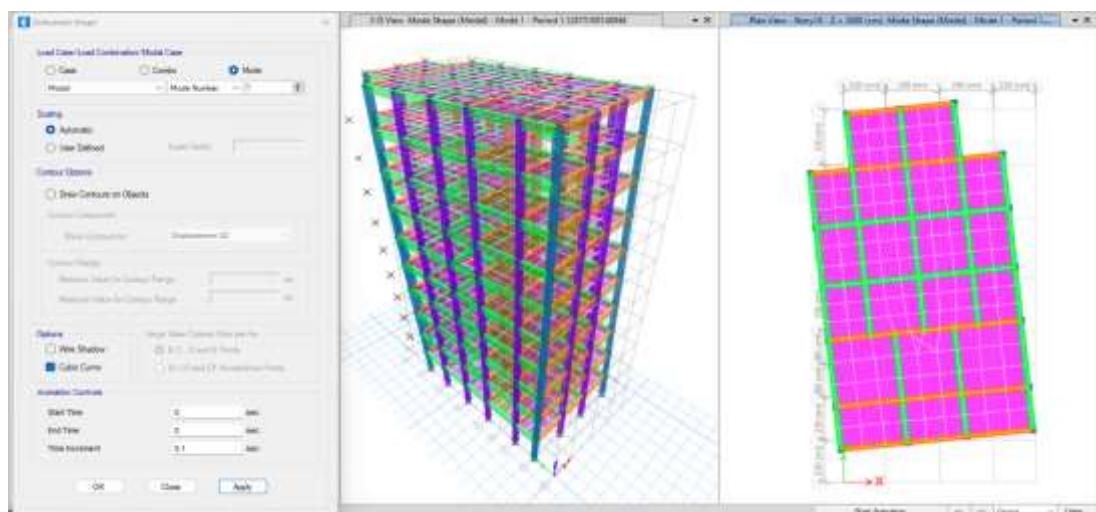
Modelo básico



Nota. Con las dimensiones del predimensionamiento se elaboró un modelo previo con el cual se identifique el comportamiento de la edificación frente a los efectos de carga y sísmicos presentados para la edificación.

Figura 6

Análisis modal 1

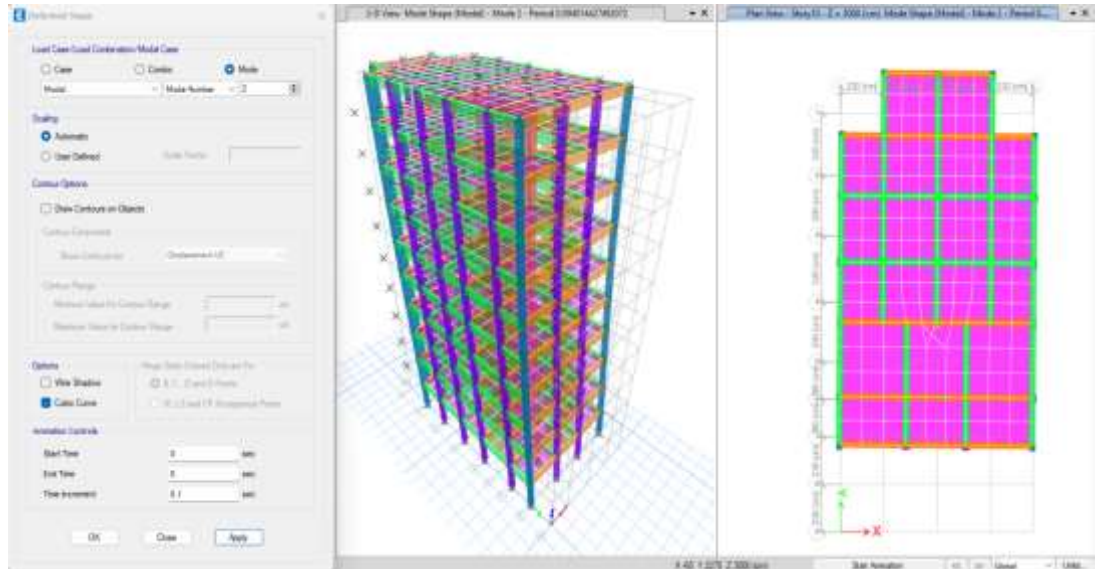


Nota. Para el comportamiento sísmico del primer caso modal se evidencia que el comportamiento de la edificación es rotacional siendo este muy diferente al planteado con los

parámetros sísmicos que debería tener un desplazamiento en el eje X, dando así que se requiere una reestructuración para el control de las rotaciones.

Figura 7

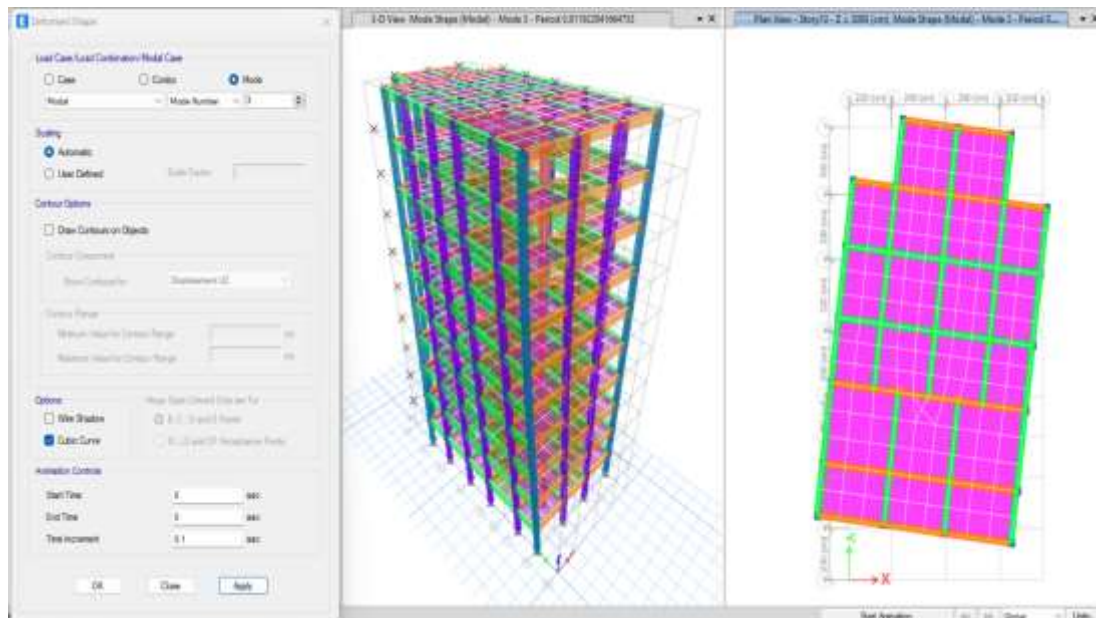
Análisis modal 2



Nota. Para el comportamiento modal del segundo caso se evidencia visualmente que existe un desplazamiento en el eje Y el cual si se encuentra dentro de los parámetros sísmicos en la cual se establece que el segundo caso modal debe tener desplazamientos en el eje Y.

Figura 8

Análisis modal 3



Nota. Para el comportamiento modal del tercer caso se evidencia un desplazamiento rotacional el cual se encuentra dentro de las características del análisis sísmico.

Con el análisis de los desplazamientos modales se pudo identificar que la edificación requiere de un mejoramiento de las estructuras para el control de las rotaciones, se analizó de la misma forma los periodos de vibración que presenta de acuerdo con el espectro de diseño para la ubicación de la edificación.

Tabla 5

Análisis de periodos de estructura base

| case | Mode | Period sec | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY | SumUZ | RX |
|-------|------|---------------|-----------|-----------|----|--------|--------|-------|-----------|
| Modal | 1 | 1.129 | 0.5567 | 0.0002 | 0 | 0.5567 | 0.0002 | 0 | 3.924E-05 |
| Modal | 2 | 0.994 | 3.434E-06 | 0.8086 | 0 | 0.5567 | 0.8088 | 0 | 0.1981 |
| Modal | 3 | 0.912 | 0.2366 | 0.0003 | 0 | 0.7933 | 0.8091 | 0 | 0.0001 |
| Modal | 4 | 0.367 | 0.077 | 2.203E-05 | 0 | 0.8703 | 0.8091 | 0 | 0.0001 |
| Modal | 5 | 0.324 | 6.498E-06 | 0.1128 | 0 | 0.8703 | 0.9219 | 0 | 0.5808 |
| Modal | 6 | 0.293 | 0.0495 | 4.363E-06 | 0 | 0.9198 | 0.9219 | 0 | 0.0001 |
| Modal | 7 | 0.213 | 0.021 | 1.461E-05 | 0 | 0.9408 | 0.9219 | 0 | 4.148E-05 |
| Modal | 8 | 0.186 | 2.303E-05 | 0.0366 | 0 | 0.9408 | 0.9585 | 0 | 0.0745 |
| Modal | 9 | 0.166 | 0.0167 | 1.13E-05 | 0 | 0.9575 | 0.9585 | 0 | 0.0001 |
| Modal | 10 | 0.151 | 0.0116 | 2.106E-05 | 0 | 0.9691 | 0.9586 | 0 | 0.0001 |
| Modal | 11 | 0.132 | 0.0001 | 0.0184 | 0 | 0.9692 | 0.9769 | 0 | 0.0756 |
| Modal | 12 | 0.119 | 0.0014 | 6.691E-06 | 0 | 0.9706 | 0.9769 | 0 | 3.438E-06 |
| Modal | 13 | 0.117 | 0.0129 | 0.0001 | 0 | 0.9835 | 0.977 | 0 | 0.0002 |
| Modal | 14 | 0.102 | 0.0001 | 0.0103 | 0 | 0.9836 | 0.9873 | 0 | 0.0265 |
| Modal | 15 | 0.097 | 0.0011 | 0.0001 | 0 | 0.9874 | 0.9874 | 0 | 0.0001 |

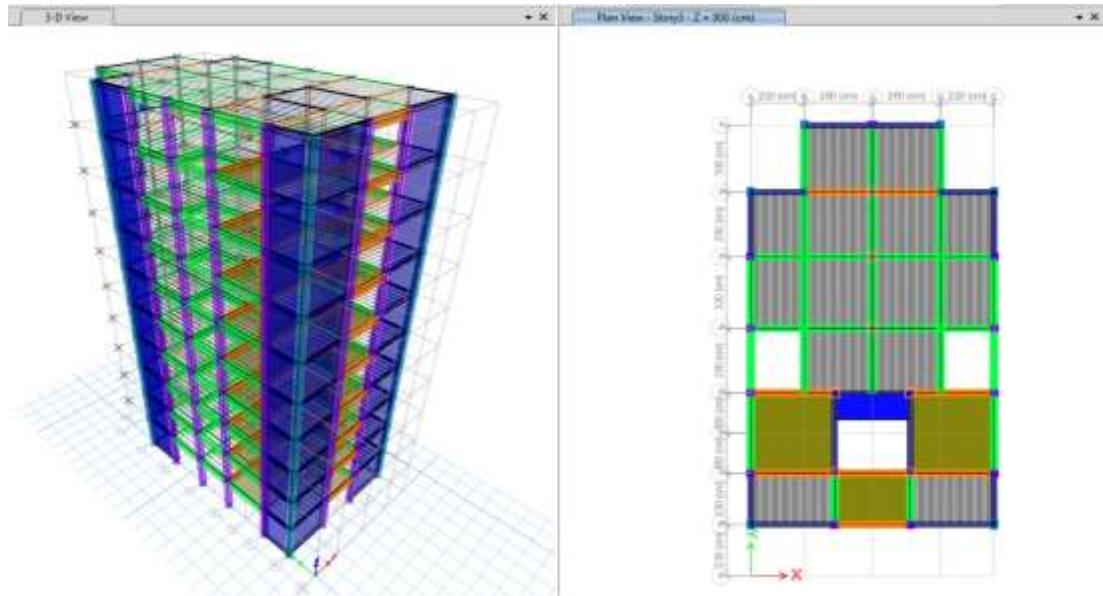
Nota. De la estimación de la participación de las masas se pudo determinar que los valores de periodos de vibración se estimó que la edificación presenta un valor de 1.129 seg como periodo, se estima que un límite máximo para los periodos de vibración de la edificación es

de 1.00 seg debido a que el valor del periodo máximo es del 10% de la cantidad de pisos de la edificación.

Con ello se determinó que la edificación requiere de mejoras en su estructuración y dimensión.

Figura 9

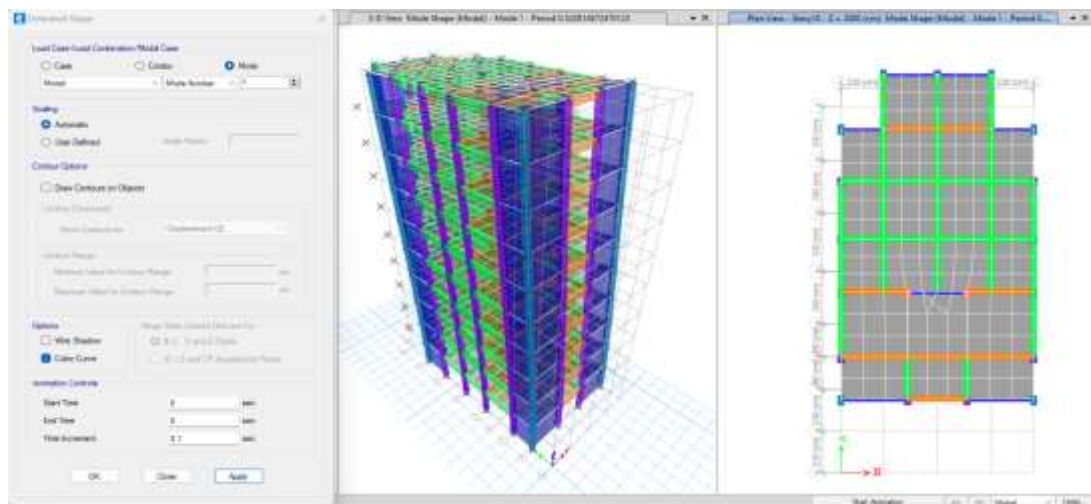
Modelo mejorado



Nota. En la estructuración de la edificación se consideraron un redimensionamiento de los elementos estructurales, así como el incremento de placas de concreto armado para el mejoramiento de las rotaciones de la estructura dando rigidez al diafragma de la edificación.

Figura 10

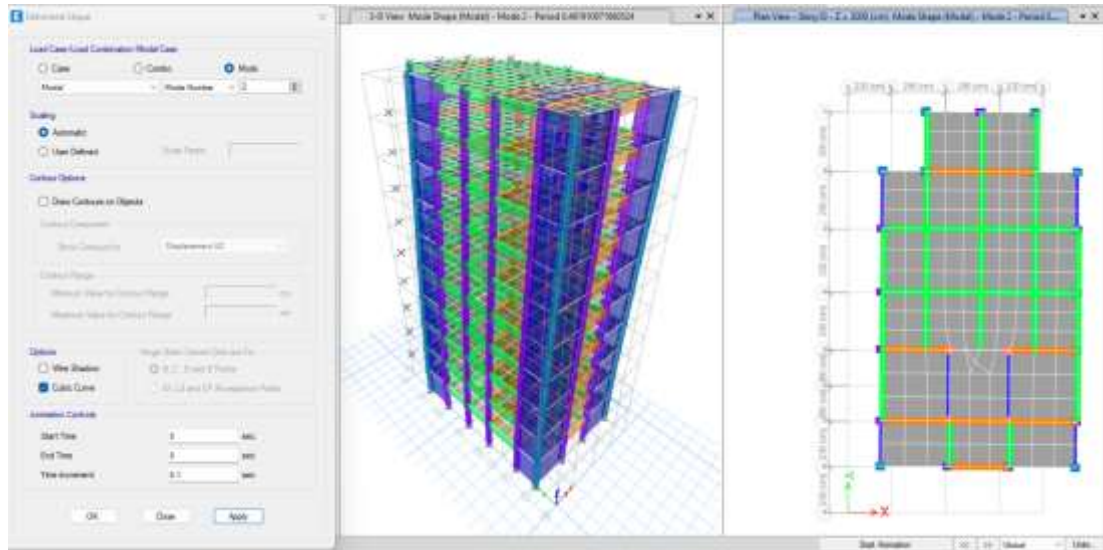
Análisis modal 1



Nota. Para el análisis modal de primer orden se pudo identificar que el modelo presenta un desplazamiento en el eje X con lo cual se encuentra dentro de los parámetros del análisis sísmico ya que el primer modo debe desplazarse en el eje X.

Figura 11

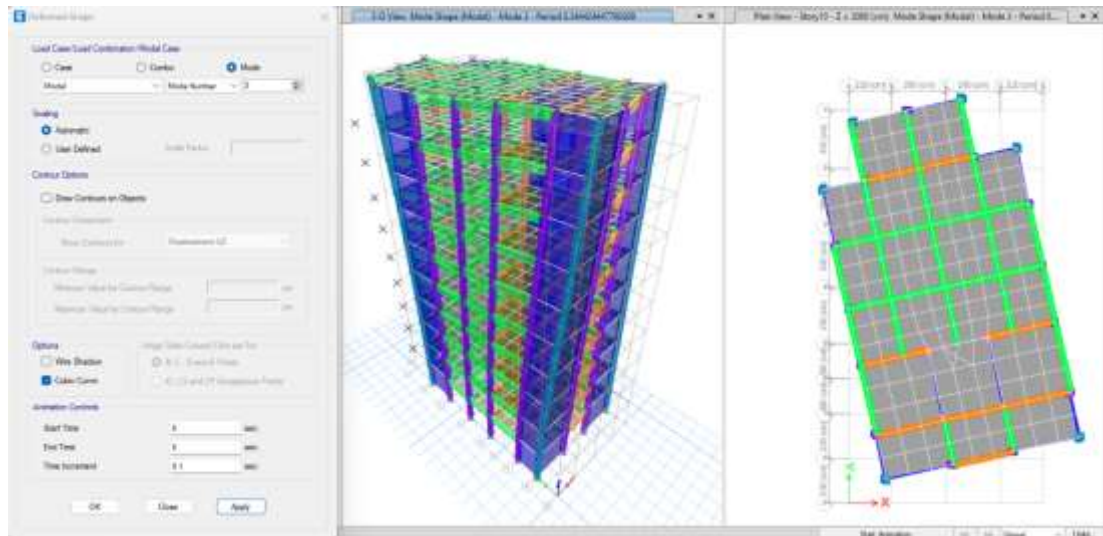
Análisis modal 2



Nota. Para el análisis modal de segundo orden se pudo identificar que el modelo presenta un desplazamiento en el eje Y con lo cual se encuentra dentro de los parámetros del análisis sísmico ya que el segundo modo debe desplazarse en el eje Y.

Figura 12

Análisis modal 3



Nota. Para el análisis modal de tercer orden se pudo identificar que el modelo presenta un desplazamiento rotacional con lo cual se encuentra dentro de los parámetros del análisis sísmico ya que el tercer modo debe desplazarse de manera rotacional.

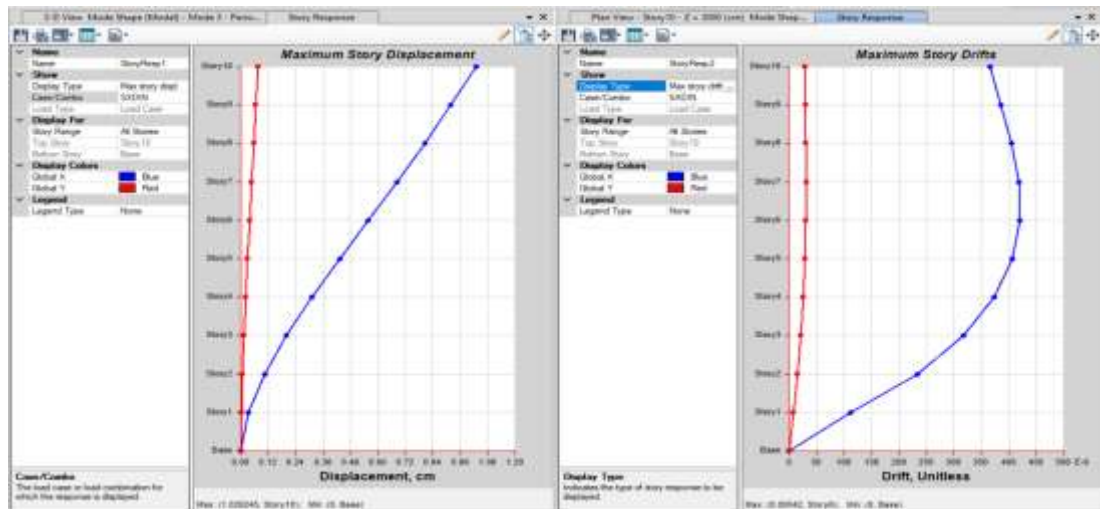
Tabla 6*Análisis de periodos*

| case | Mod e | Perio d sec | UX | UY | UZ | SumU X | SumU Y | SumU Z | RX |
|-----------|----------|-------------------|---------------|---------------|----|--------------|------------|-----------|---------------|
| Mod al | 1 | 0.521 | 3.89E- 06 | 0.7054 | 0 | 3.89E- 06 | 0.705 4 | 0 | 0.325 |
| Mod al | 2 | 0.482 | 0.697 | 3.674E- 06 | 0 | 0.697 | 0.705 4 | 0 | 1.631E- 06 |
| Mod al | 3 | 0.334 | 0.0006 | 0 | 0 | 0.697 6 | 0.705 4 | 0 | 0 |
| Mod al | 4 | 0.133 | 8.791E- 07 | 0.1653 | 0 | 0.697 6 | 0.870 7 | 0 | 0.3594 |
| Mod al | 5 | 0.12 | 0.1762 | 9.85E- 07 | 0 | 0.873 8 | 0.870 7 | 0 | 1.421E- 06 |
| Mod al | 6 | 0.086 | 0.0001 | 0 | 0 | 0.874 | 0.870 7 | 0 | 0 |
| Mod al | 7 | 0.061 | 0 | 0.0637 | 0 | 0.874 | 0.934 4 | 0 | 0.1314 |
| Mod al | 8 | 0.055 | 0.0631 | 0 | 0 | 0.937 1 | 0.934 4 | 0 | 0 |
| Mod al | 9 | 0.039 | 0.0002 | 5.349E- 07 | 0 | 0.937 3 | 0.934 4 | 0 | 1.351E- 06 |
| Mod al | 10 | 0.037 | 0 | 0.0318 | 0 | 0.937 3 | 0.966 2 | 0 | 0.0868 |
| Mod al | 11 | 0.034 | 0.0306 | 0 | 0 | 0.967 9 | 0.966 2 | 0 | 0 |
| Mod al | 12 | 0.027 | 0 | 0.0169 | 0 | 0.967 9 | 0.983 1 | 0 | 0.0464 |
| Mod al | 13 | 0.025 | 0.0155 | 0 | 0 | 0.983 5 | 0.983 1 | 0 | 0 |
| Mod al | 14 | 0.024 | 0.0005 | 0 | 0 | 0.984 | 0.983 1 | 0 | 0 |
| Mod al | 15 | 0.021 | 0 | 0.0091 | 0 | 0.984 | 0.992 1 | 0 | 0.0273 |

Nota. El comportamiento de la edificación presenta un periodo máximo de 0.521 seg, este valor se encuentra por debajo de los límites establecidos para el valor máximo de periodo 1.00 seg, con ello se demuestra el comportamiento adecuado de la edificación.

Figura 13

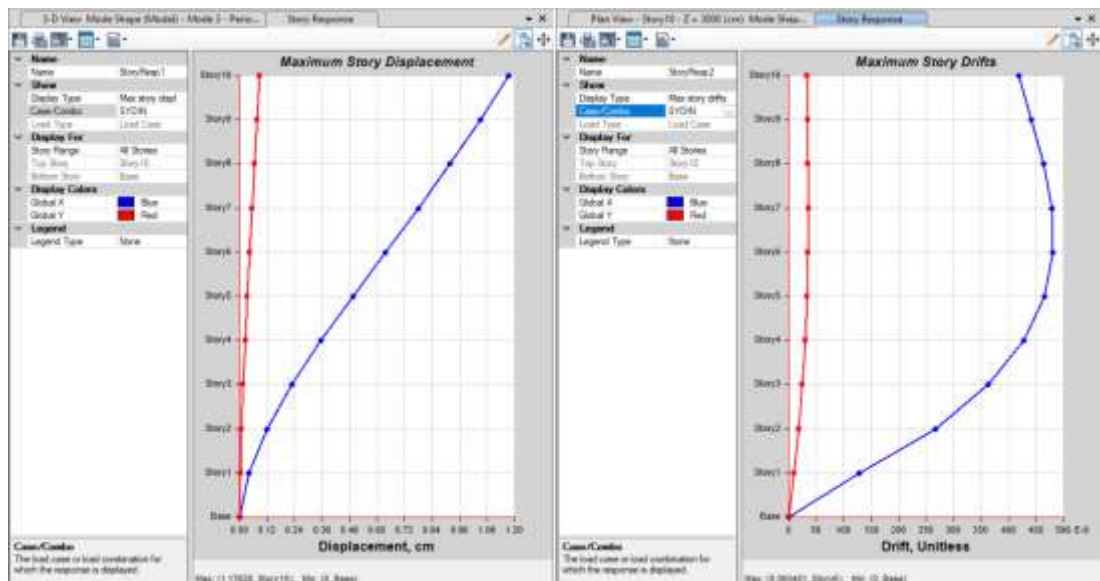
Análisis de deriva y desplazamiento de la edificación X-X



Nota. Teniendo en cuenta los efectos sísmicos que se genera a partir del espectro de sismo identificado según la norma E.030 se pudo determinar que en el sentido X-X del sismo el desplazamiento máximo de la edificación es de 1.03 cm y la deriva máxima de entrepiso es de 0.000420.

Figura 14

Análisis de deriva y desplazamiento de la edificación Y-Y



Nota. Teniendo en cuenta los efectos sísmicos que se genera a partir del espectro de sismo identificado según la norma E.030 se pudo determinar que en el sentido Y-Y del sismo el desplazamiento máximo de la edificación es de 1.18 cm y la deriva máxima de entrepiso es de 0.000481.

Tabla 7*Análisis X-X*

| | | |
|------------------------------|-------------|----------------|
| ANÁLISIS X-X | | |
| MÁXIMA DERIVA | | |
| 0.0029 | < | 0.007 |
| MÁXIMO DESPLAZAMIENTO | | |
| 0.86 cm | < | 2.10 cm |

Nota. En el análisis del desplazamiento y deriva en el sentido X-X a partir de las consideraciones de irregularidades y altura de edificación se pudo determinar que la deriva de la edificación es de 0.0029 el cual es menor al límite para estructuras de concreto armado especificado en la norma E.030 el cual establece que el valor máximo de deriva es de 0.007 para edificios de concreto armado, teniendo en cuenta la altitud de la edificación se pudo estimar que el desplazamiento máximo para la edificación es de 2.10 cm, para la edificación analizada se pudo obtener que el desplazamiento máximo calculado es de 0.06 cm el cual se encuentra dentro de los límites aceptables de desplazamiento.

Tabla 8*Análisis Y-Y*

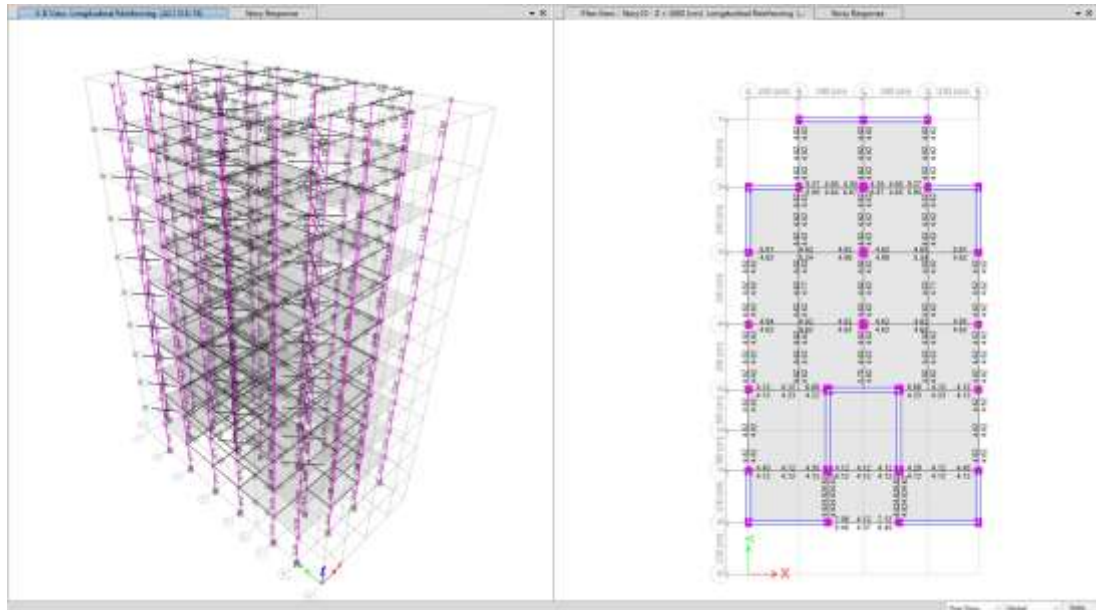
| | | |
|------------------------------|-------------|----------------|
| ANÁLISIS Y-Y | | |
| MÁXIMA DERIVA | | |
| 0.0033 | < | 0.007 |
| MÁXIMO DESPLAZAMIENTO | | |
| 0.98 cm | < | 2.10 cm |

Nota. En el análisis del desplazamiento y deriva en el sentido Y-Y a partir de las consideraciones de irregularidades y altura de edificación se pudo determinar que la deriva de la edificación es de 0.0033 el cual es menor al límite para estructuras de concreto armado especificado en la norma E.030 el cual establece que el valor máximo de deriva es de 0.007 para edificios de concreto armado, teniendo en cuenta la altitud de la edificación se pudo estimar que el desplazamiento máximo para la edificación es de 2.10 cm, para la edificación analizada se pudo obtener que el desplazamiento máximo calculado es de 0.98 cm el cual se encuentra dentro de los límites aceptables de desplazamiento.

Con los análisis de las derivas y desplazamiento se pudo determinar que la edificación se encuentra dentro de los límites aceptables para su comportamiento sísmico, con lo cual se puede iniciar con los diseños de los aceros para cada uno de los elementos estructurales que compone la edificación.

Figura 15

Diseños de aceros en columnas y vigas



Nota. Los 10 niveles analizados fueron diseñados a partir de la envolvente presentada de las combinaciones de patrones analizados, los valores de cuantía obtenidos de los cálculos del software fueron procesados y convertidos en varillas de acero que compondrán a la edificación con lo cual se determinaron la composición de cada uno de los elementos estructurales.

Tabla 9

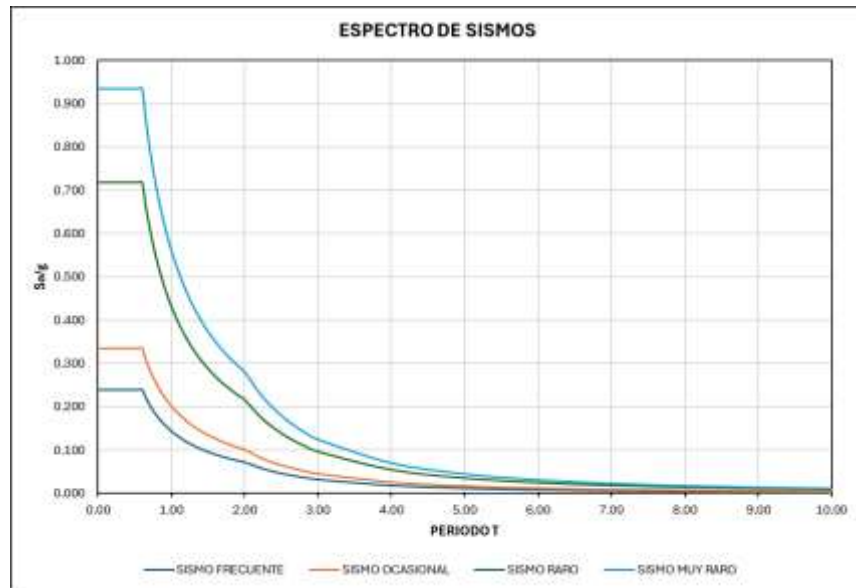
Análisis de fuerzas laterales

| ESTIMACIÓN DE FUERZAS PUSH OVER LATERALES | | | | | | |
|--|------------------|-------------|---------------|--------------------|--------------------|---------------|
| PISO | PESO ACUM | PESO | ALTURA | ALTURA*PESO | COEFICIENTE | FUERZA |
| 10 | 218537.88 | 218537.88 | 30 | 6556136.40 | 0.14 | 6731.22 |
| 9 | 528465.29 | 309927.41 | 27 | 8368040.07 | 0.17 | 8591.52 |
| 8 | 838392.7 | 309927.41 | 24 | 7438257.84 | 0.15 | 7636.90 |
| 7 | 1148320.11 | 309927.41 | 21 | 6508475.61 | 0.13 | 6682.29 |
| 6 | 1458247.52 | 309927.41 | 18 | 5578693.38 | 0.12 | 5727.68 |
| 5 | 1768174.94 | 309927.42 | 15 | 4648911.30 | 0.10 | 4773.07 |
| 4 | 2078102.35 | 309927.41 | 12 | 3719128.92 | 0.08 | 3818.45 |
| 3 | 2388029.76 | 309927.41 | 9 | 2789346.69 | 0.06 | 2863.84 |
| 2 | 2697957.17 | 309927.41 | 6 | 1859564.46 | 0.04 | 1909.23 |
| 1 | 3022620.06 | 324662.89 | 3 | 973988.67 | 0.02 | 1000.00 |

Nota. Del análisis ejecutado se determinaron los efectos de peso propio por niveles con lo cual se pudo estimar los pesos de cada uno de los niveles y con ello a partir de la altura y el producto de los pesos con las alturas se determinaron los coeficientes de distribución para las fuerzas laterales sísmicas en los ejes X e Y, con lo cual se estimó que para el último nivel el peso aplicado es de 6731.22 kgf mientras que para el noveno piso la fuerza lateral aplicada fue de 8591.52 kgf, la disminución de las fuerzas se debe también a que los valores de carga del último nivel son menores debido a que es considerada una carga por techo.

Figura 16

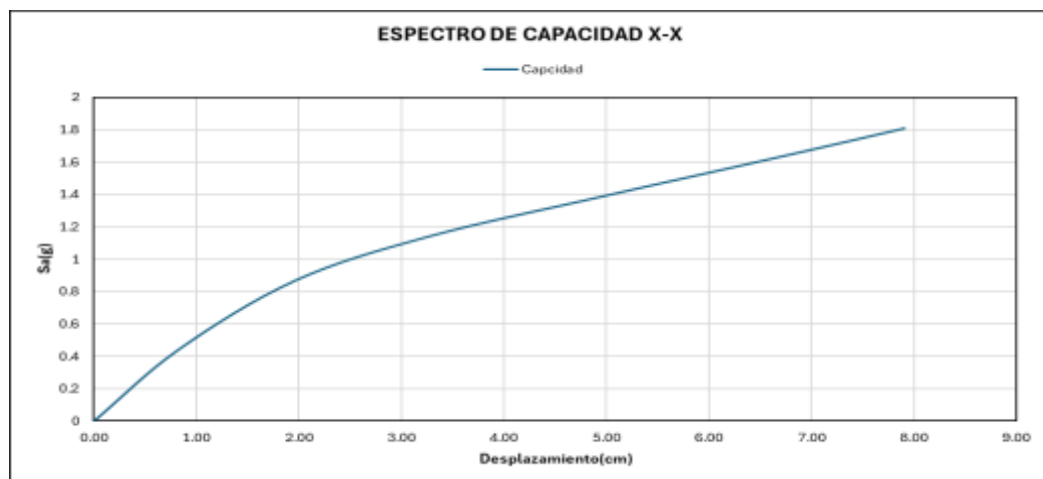
Modificaciones de espectros con $R=1$



Nota. Para la aplicación del análisis espectral por Pushover se tuvo que modificar los periodos del espectro estimado para una zona 2, con un tipo de suelo S2 y con coeficientes unitarios, sin reducción, a partir de ello se determinan los espectros para un sismo frecuente, sismo ocasional, sismo raro y sismo muy raro.

Figura 17

Curva de resistencia de la edificación X-X



Nota. De acuerdo con la resistencia de la edificación en el sentido X-X se pudo determinar que la edificación presenta una resistencia al colapso con un desplazamiento de 7.91 cm con una S_a de 1.809, con lo cual se analizaron los comportamientos de la edificación por diferentes sismos.

Figura 18

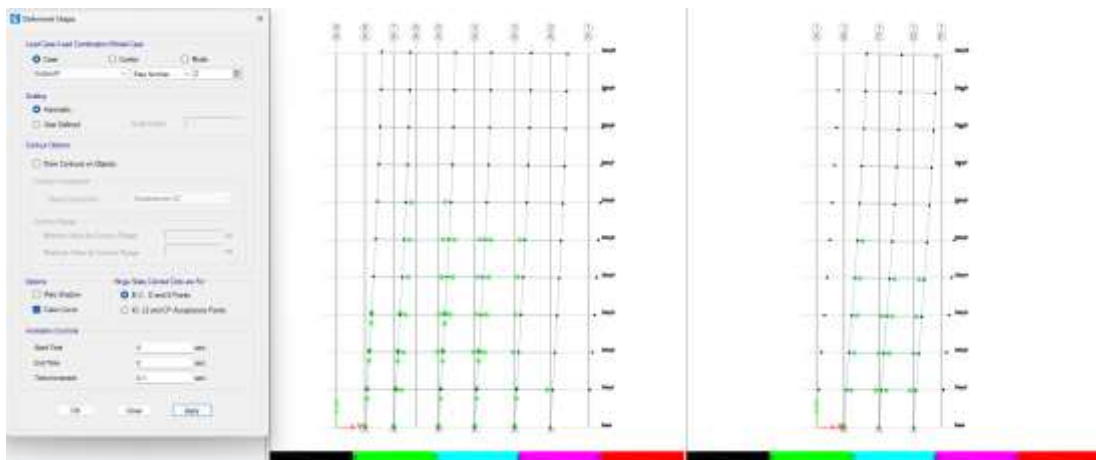
Curva de resistencia de la edificación Y-Y



Nota. De acuerdo con la resistencia de la edificación en el sentido Y-Y se pudo determinar que la edificación presenta una resistencia al colapso con un desplazamiento de 6.01 cm con una Sa de 1.63, con lo cual se analizaron los comportamientos de la edificación por diferentes sismos.

Figura 19

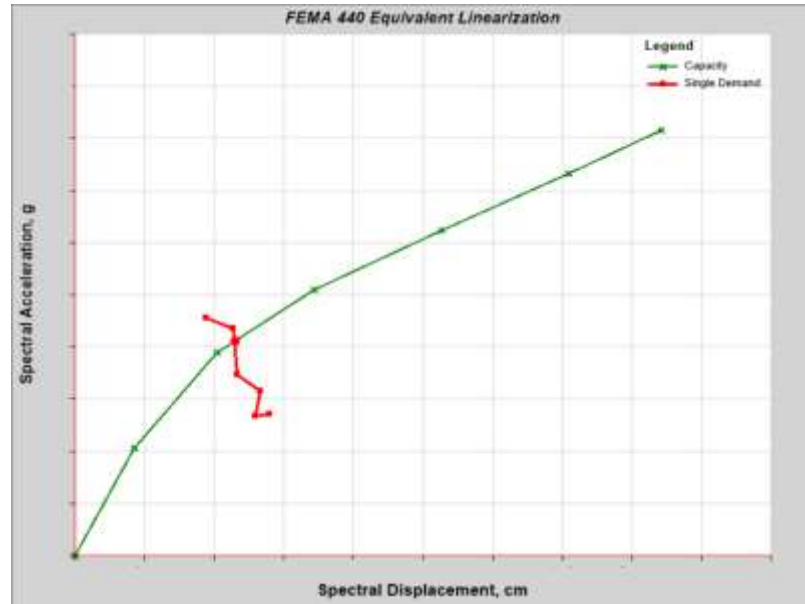
Comportamiento de rótulas en la edificación



Nota. Con la caracterización de la curva de resistencia también se puede determinar los comportamientos de las rótulas generada en la edificación, del cual se pudo identificar que en el análisis Pushover de la edificación las rótulas presentan un desplazamiento adecuado dentro de los espectros de sismo.

Figura 20

Análisis de espectro – Sismo Ocasional X-X



Nota. Para un sismo ocasional según la metodología FEMA se estimó que el punto de capacidad de la edificación se encuentra un desplazamiento de 3.36 cm con un Sa de 1.15, cada una de las estimaciones de los puntos de capacidad para el análisis del Pushover se encuentran presentadas en los anexos.

Tabla 10

Identificación de los límites de desplazamiento X-X

| Límite de Desplazamiento | |
|---------------------------------|----------|
| Operacional | 1.226075 |
| Ocupación Inmediata | 3.231605 |
| Seguridad de Vida | 5.237135 |
| Prevención al Colapso | 6.574155 |
| Colapso | 7.911175 |

Nota. Con la curva de capacidad de la edificación se pudo determinar los puntos valores límites los cuales delimitan los desplazamientos así se pudo determinar que un desempeño Operacional de la edificación va de desde 1.23 a 3.23 cm y así para cada uno de los límites.

Tabla 11

Identificación de los límites de desplazamiento Y-Y

| Límite de Desplazamiento | |
|---------------------------------|-----------|
| Operacional | 1.101975 |
| Ocupación Inmediata | 2.5752975 |
| Seguridad de Vida | 4.04862 |
| Prevención al Colapso | 5.030835 |

Colapso 6.01305

Nota. Con la curva de capacidad de la edificación se pudo determinar los puntos valores límites los cuales delimitan los desplazamientos así se pudo determinar que un desempeño Operacional de la edificación va de desde 1.10 a 2.57 cm y así para cada uno de los límites.

Tabla 12

Desplazamientos por sismos X-X

| | Desplazamiento | Sa |
|------------------------|-----------------------|-----------|
| Sismo Frecuente | 2.37 | 0.95 |
| Sismo Ocasional | 3.36 | 1.15 |
| Sismo Raro | 5.33 | 1.44 |
| Sismo Muy Raro | 6.88 | 1.66 |

Nota. Se estimaron cada uno de los desplazamientos para los espectros de sismos analizados con lo cual se obtuvieron los puntos de desempeño para el sentido del sismo X-X.

Tabla 13

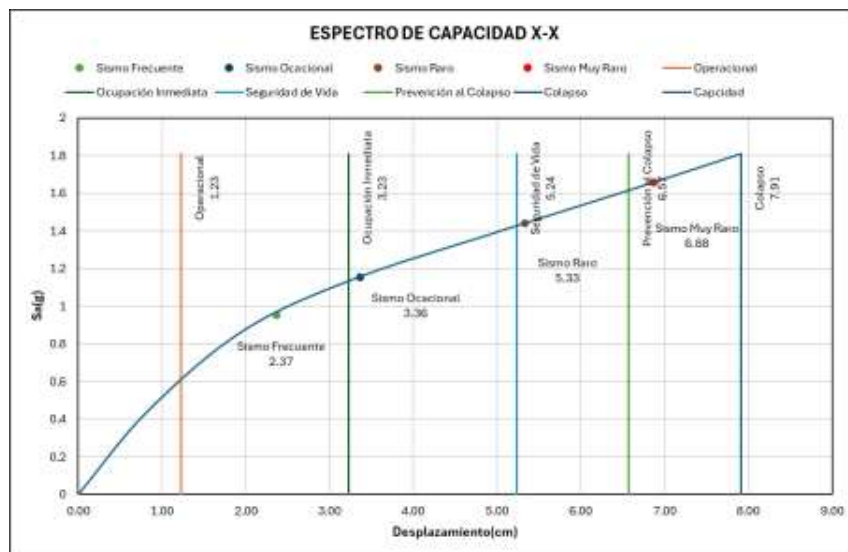
Desplazamientos por sismos Y-Y

| | Desplazamiento | Sa |
|------------------------|-----------------------|-----------|
| Sismo Frecuente | 2.02 | 0.98 |
| Sismo Ocasional | 2.93 | 1.18 |
| Sismo Raro | 4.87 | 1.50 |
| Sismo Muy Raro | 5.77 | 1.60 |

Nota. Se estimaron cada uno de los desplazamientos para los espectros de sismos analizados con lo cual se obtuvieron los puntos de desempeño para el sentido del sismo Y-Y.

Figura 21

Análisis de desempeño X-X

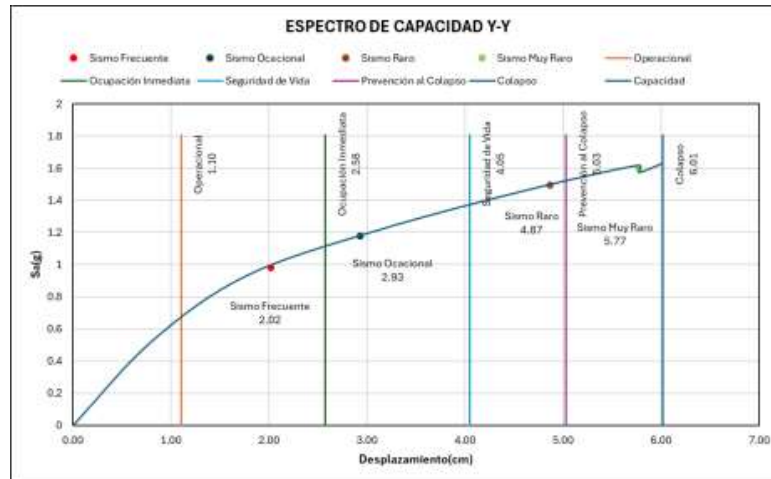


Nota. Del análisis se pudo identificar que para un sismo frecuente se estima un desplazamiento de 2.37 cm el cual se encuentra dentro de los límites para un desempeño

operacional, para un sismo ocasional se estima un desplazamiento de 3.36 cm el cual se encuentra dentro de los límites de la Ocupación Inmediata, cada uno de los sismos se pudo caracterizar los límites en donde se encuentra en el sentido X-X del sismo.

Figura 22

Análisis de desempeño Y-Y



Nota. Del análisis se pudo identificar que para un sismo frecuente se estima un desplazamiento de 2.02 cm el cual se encuentra dentro de los límites para un desempeño operacional, para un sismo ocasional se estima un desplazamiento de 2.93 cm el cual se encuentra dentro de los límites de la Ocupación Inmediata, cada uno de los sismos se pudo caracterizar los límites en donde se encuentra en el sentido Y-Y del sismo.

Tabla 14

Matriz de Desempeño X-X

| Tipo de Sismo | Nivel de Amenaza | Matriz de Desempeño X-X | | | |
|---------------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| | | Operacional | Ocupación Inmediata | Seguridad de Vida | Prevención al Colapso |
| Frecuente | 50% en 50 años | X | | | |
| Ocasional | 20% en 50 años | | X | | |
| Raro | 10% en 50 años | | | X | |
| Muy Raro | 2% en 50 años | | | | X |

Nota. Con la estimación y determinación de la ubicación de los puntos de capacidad de la estructura se pudo determinar los desempeños de la estructura teniendo que para un sismo frecuente se encuentra en un desempeño Ocasional, así para cada uno de los sismos presentando un comportamiento adecuado de acuerdo con el sismo en la dirección X-X.

Tabla 15*Matriz de Desempeño Y-Y*

| | | Matriz de Desempeño Y-Y | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| Tipo de Sismo | Nivel de Amenaza | Nivel de desempeño | | |
| | | Operacional | Ocupación Inmediata | Seguridad de Vida Prevención al Colapso |
| Frecuente | 50% en 50 años | X | | |
| Ocasional | 20% en 50 años | | X | |
| Raro | 10% en 50 años | | | X |
| Muy Raro | 2% en 50 años | | | X |

Nota. Con la estimación y determinación de la ubicación de los puntos de capacidad de la estructura se pudo determinar los desempeños de la estructura teniendo que para un sismo frecuente se encuentra en un desempeño Ocasional, así para cada uno de los sismos presentando un comportamiento adecuado de acuerdo con el sismo en la dirección Y-Y.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hi: La comparación entre el análisis lineal y no lineal Pushover arroja resultados congruentes para el diseño antisísmico de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.

Tabla 16*Análisis X-X*

| ANÁLISIS X-X | | |
|------------------------------|-------------|----------------|
| MÁXIMA DERIVA | | |
| 0.0029 | < | 0.007 |
| MÁXIMO DESPLAZAMIENTO | | |
| 0.86 cm | < | 2.10 cm |

En el sentido X del análisis lineal de la edificación se pudo determinar que las derivas y los desplazamientos de la edificación son de 0.0029 y 0.86 cm los que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma E.030, con ello se iniciaron los procedimientos de comparación con el modelo Pushover en el mismo sentido de la edificación.

Tabla 17*Análisis Y-Y*

| ANÁLISIS Y-Y | | |
|----------------------|-------------|--------------|
| MÁXIMA DERIVA | | |
| 0.0033 | < | 0.007 |

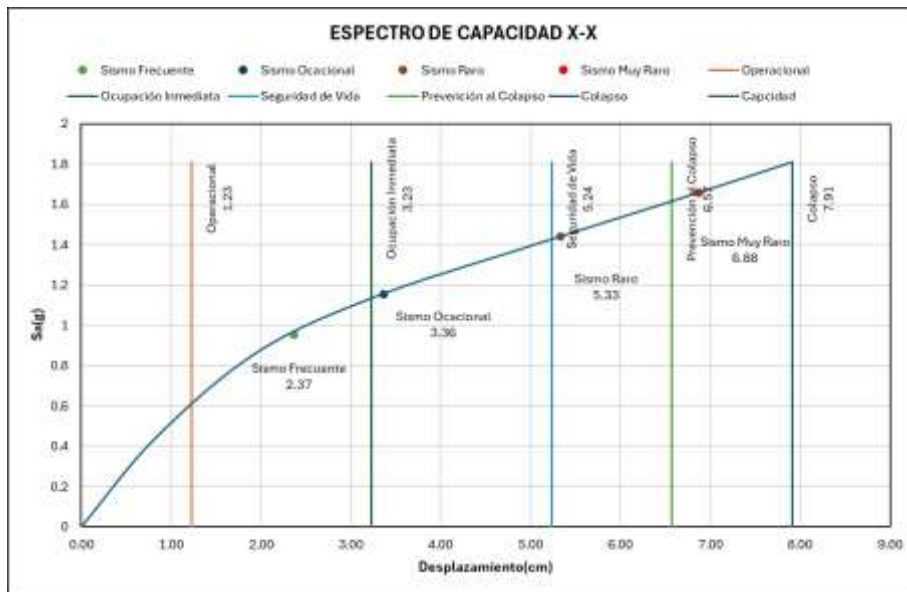
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO

0.98 cm < 2.10 cm

En el sentido Y del análisis lineal de la edificación se pudo determinar que las derivas y los desplazamientos de la edificación son de 0.0033 y 0.98 cm los que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma E.030, con ello se iniciaron los procedimientos de comparación con el modelo Pushover en el mismo sentido de la edificación.

Figura 23

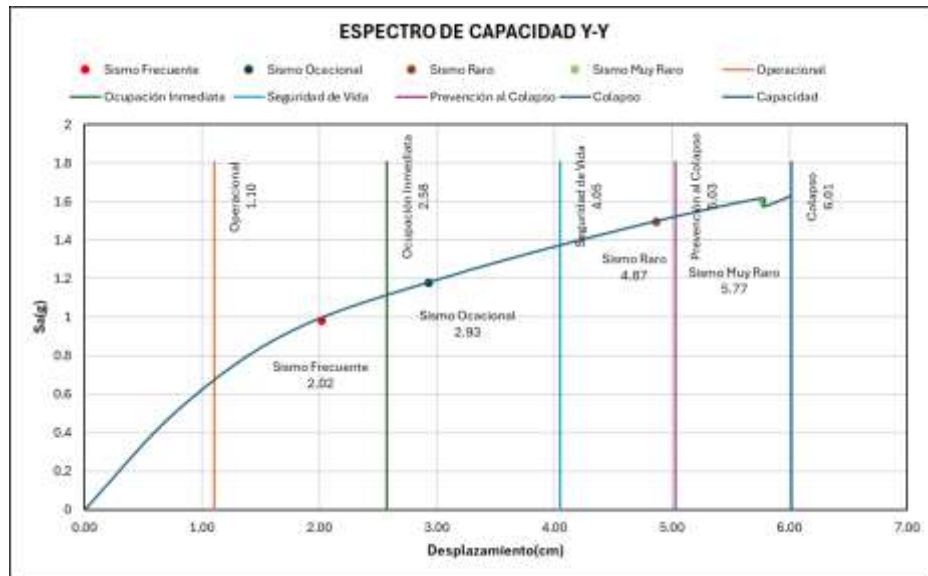
Análisis de desempeño X-X



El análisis no lineal Pushover demuestra que la edificación presenta un desempeño adecuado correspondiente a los sismos aplicados a la edificación en cada uno de los casos se encuentra dentro de los rangos de caracterización para una edificación común.

Figura 24

Análisis de desempeño Y-Y



De igual forma se pudo determinar que el comportamiento de la edificación frente a un sismo en dirección Y es adecuado de acuerdo con lo establecido para la determinación del desempeño de la edificación.

Ambos modelos lineal y no lineal concuerdan en que la edificación planteada presenta un comportamiento sísmico adecuado y un desempeño óptimo para el tipo de edificación diseñado. Dando así que la hipótesis planteada es verdadera debido a que ambos modelos de análisis presentan resultados congruentes los cuales demuestran la eficiencia del comportamiento de la edificación para una estructura de concreto armado.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según Nina (2019), en su investigación concluye que La estructura de un inmueble depende en gran medida de la distribución arquitectónica que exhibe, ya que tiene un inmueble contenedor de estacionamiento en la parte inferior, no es posible dotar de paredes de cortante en la parte inferior., por lo que elegimos una estructura donde todas las paredes de cortante estén en el ámbito de la estructura, esta distribución de placas es lo que le da gran rigidez a nuestra estructura. Para elegir la losa de entrepiso óptima, se realizó una comparación del costo y el peso de dos losas de 25 cm de profundidad. Para la presente investigación se presentó una similar distribución ya que en el primer nivel no se presentan muros porque fue destinada a un espacio de estacionamientos con lo cual se presenta un primer nivel sin un arrastramiento adecuado, es por ello que se optó por dotar a la edificación con placas que limiten el desplazamiento y mejoren los valores de periodo, deriva y desplazamiento de la edificación.

Para Cahuana (2021), en su investigación pudo determinar que la edificación tiene una fuerza horizontal en la base de 488014,84 kgf, provocando un desplazamiento de 0,154 m. en la dirección Y hay una fuerza cortante de 425.582,07 kgf en la base, lo que da como resultado un desplazamiento de 0,082 m. Los puntos de ruptura estructurales se determinan de acuerdo con ASCE/SEI 41-17. El riesgo sísmico se origina en el espectro de diseño de la norma técnica E.030 Diseño Sísmico (2018). Finalmente, se presentaron los resultados alineados con los objetivos del comité VISIÓN 2000; Se descubrió que el edificio no cumplía con los objetivos de desempeño establecidos para los edificios principales. En la presente investigación para la edificación ubicada en la región de Huánuco se estimó que del análisis de VISIÓN 2000 la edificación tiene un comportamiento óptimo frente a los espectros analizados la variación en los valores se puede dar en el tipo de suelo en que se realicen cada una de las edificaciones ya que en el suelo analizado en la investigación de antecedentes no era igual al

suelo determinado en la investigación variando así el espectro de diseño en ambos casos.

CONCLUSIONES

Del análisis lineal y no lineal Pushover de una edificación de 10 niveles ubicado en el distrito de Amarilis en la región de Huánuco debido al análisis lineal cumple con lo establecido en la derivas y desplazamiento para ambos sentidos de la edificación, mientras que para el análisis Pushover se pudo determinar que esta presenta un desempeño adecuado para una edificación común lo cual evidencia que se encuentra en los límites de seguridad para la preservación de la vida humana.

Del análisis lineal de la edificación se determinó que este presenta en el sentido X una deriva de 0.0029 y un desplazamiento de 0.86 cm y para un sentido Y se estimó que la máxima deriva es de 0.0033 y un desplazamiento de 0.98 cm, dichos valores se encuentran dentro de los límites máximos de deriva y desplazamiento los cuales para la edificación fueron de 0.007 y 2.10 cm respectivamente.

Del análisis no lineal Pushover se pudo determinar que para el sentido X un Sismo frecuente presenta un desempeño Operacional, para un Sismo ocasional se presenta un desempeño Ocupación Inmediata, para un Sismo Raro se presenta un desempeño de Seguridad de Vida y para un Sismo Muy Raro se presenta un desempeño de Prevención al colapso, para el sentido Y un Sismo frecuente presenta un desempeño Operacional, para un Sismo ocasional se presenta un desempeño Ocupación Inmediata, para un Sismo Raro se presenta un desempeño de Seguridad de Vida y para un Sismo Muy Raro se presenta un desempeño de Prevención al colapso. Demostrando así un comportamiento óptimo para la edificación común analizada.

RECOMENDACIONES

Si bien ambos tipos de análisis sismorresistentes presentan para esta investigación una correlación adecuada esto no siempre pasará así ya que el análisis Pushover es independiente para cada modelo se recomienda elaborar una caracterización adecuada del suelo y de los espectros sísmicos analizados ya que con una variación mínima del espectro analizado los resultados variarían.

El análisis lineal determinado para esta edificación se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos por la norma de concreto armado y los límites que evidencian en sus coeficientes, se recomienda adicionalmente a ello tener en cuenta la norma ACI y determinar los casos de combos en análisis que se tienen en cuenta para una edificación.

El análisis Pushover requiere que el modelo ETABS tenga las propiedades de chequeo en su determinación de la capacidad de la edificación, para ello se recomienda ya tener un diseño estructural finalizado para la edificación teniendo en cuenta los diámetros y cantidad de varillas de acero que contendrán cada uno de los elementos de concreto armado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babilon Cruz, C. A. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de Tucume aplicando los métodos italiano y colombiano*. Lima- Perú: Universidad César Vallejo (Perú).
- Bazán, R. (2018). *Ingeniería Sísmica Aplicada*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Cahuana Cáceres, M. C. (2021). *Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021*. TACNA PERU: Universidad Privada de Tacna.
- Campos, G., & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 45-60.
- Chiuyari Veramende, J. L., & Olivas Inocente, M. P. (2018). *“Evaluación y propuesta de reparación Estructural de la institución educativa Mariano melgar de Huariaca aplicando el Análisis no lineal pushover”*. Huánuco: Universidad Nacional “Hermilio Valdizan”.
- Chopra, A. K. (2011). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. New Jersey, EE. UU.: Prentice Hall.
- Cortez Torrez, J. (2020). El webinar como instrumento de investigación no experimental. *Apthapi*, 1988-200.
- Cvetković Vega, A., Maguiña, J., Soto, A., Lama-Valdivia, A., & Correa López, L. (2020). Cross-sectional studies: Estudios transversales. *Revista De La Facultad De Medicina Humana*.
- Duarte Bonilla, C. E., Martínez Chavarria, M. E., & Santamaría Díaz, J. J. (2017). *Análisis estático no lineal (pushover) del Cuerpo central del edificio de la facultad De medicina de la universidad de el Salvador*. El Salvador: Universidad de el Salvador.
- Mucha-Hospina, L., Chamorro-Mejía, R., Oseda-Lazo, M., & Alania-Contreras, R. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos* .
- Narro Riva Agüero, D. V. (2021). *Evaluación del desempeño sismorresistente aplicando el método de análisis estático no lineal pushover en una*

- edificación de 4 niveles en la ciudad de Huánuco 2019*. Huánuco - Perú: Universidad de Huánuco.
- Nina Hañari, R. A. (2019). *Diseño Estructural En Concreto Armado De Un Edificio De Ocho Niveles Y Un Semisótano*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Pérez Velásquez, M. L., & Pérez Velásquez, M. (2023). Metodologías inclusivas para el desarrollo sostenible. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 13309-13333.
- Pérez, J. (2018). *Edificación en el Perú*. Lima.
- Pérez, J. (2020). *Análisis Sísmico de Estructuras*. Lima: Sísmica.
- Segura Hernandez, O. I. (2021). *Comparacion de desempeño sísmico mediante analisis estatico no lineal*. Bogota - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Ugalde Binda, N., & Balbastre-Benavent, F. (2022). INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA E INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: BUSCANDO LAS VENTAJAS DE LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN. *Revista De Ciencias Económicas*, 179-187.
- Ureña Aguirre, M. E. (2022). *Análisis estático no lineal (Push Over) de los talleres de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, con aisladores sísmicos, ubicadas en el campus Huachi de la Universidad Técnica de A. Ambato*: Universidad Técnica de Ambato.
- Zavala, C. (2018). *Ingeniería Sísmica: Diseño de Estructuras Sismorresistentes*. Lima: UPC.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Oscategui Atencio, W. (2024). *Análisis lineal y análisis no lineal pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| TÍTULO: ANÁLISIS LINEAL Y ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER PARA DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS - HUÁNUCO -2023 | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Metodología | Población y muestra |
| <p>Problema general: ¿Cómo evaluar el análisis lineal y análisis no lineal Pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco - 2023?</p> <p>Problema específico: ¿Cómo realizar el análisis lineal para la mejora del diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023? ¿Cómo realizar el análisis no lineal Pushover para la mejora del diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023? ¿Cómo realizar el diseño sismorresistente</p> | <p>Objetivo General Evaluar el análisis lineal y análisis no lineal Pushover para diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023</p> <p>Objetivos específicos Conducir un análisis lineal con el objetivo de mejorar el diseño de resistencia sísmica de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, durante el año 2023. Realizar un análisis no lineal de tipo Pushover con el fin de mejorar el diseño de resistencia sísmica de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023.</p> | <p>Hipótesis General Hi: La comparación entre el análisis lineal y no lineal Pushover arroja resultados congruentes para el diseño antisísmico de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023. H0: La contrastación entre el análisis lineal y no lineal Pushover revela diferencias en los resultados para el diseño antisísmico de una estructura de concreto armado en Amarilis, Huánuco, en el año 2023</p> | <p>Variable dependiente: Diseño sismorresistente.</p> <p>Variable independiente: Estudio lineal y no lineal</p> | <p>Enfoque Será cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel El alcance del proyecto es explicativo.</p> <p>Diseño Es no experimental</p> | <p>Población La población para el presente proyecto abarcara el diseño estructural del inmueble de 10 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Muestra La Muestra para el presente proyecto será no probabilista por lo que se tomará solo el modelo estructural de un inmueble de 10 niveles, Amarilis - Huánuco -2023</p> |

de una edificación de
concreto armado de
concreto armado,
Amarilis - Huánuco -
2023?

Desarrollar el diseño
estructural para resistir
sismos de un edificio de
concreto armado en
Amarilis, Huánuco, en
el año 2023

ANEXO 2 PLANOS

Figura 25
Ubicación de edificación

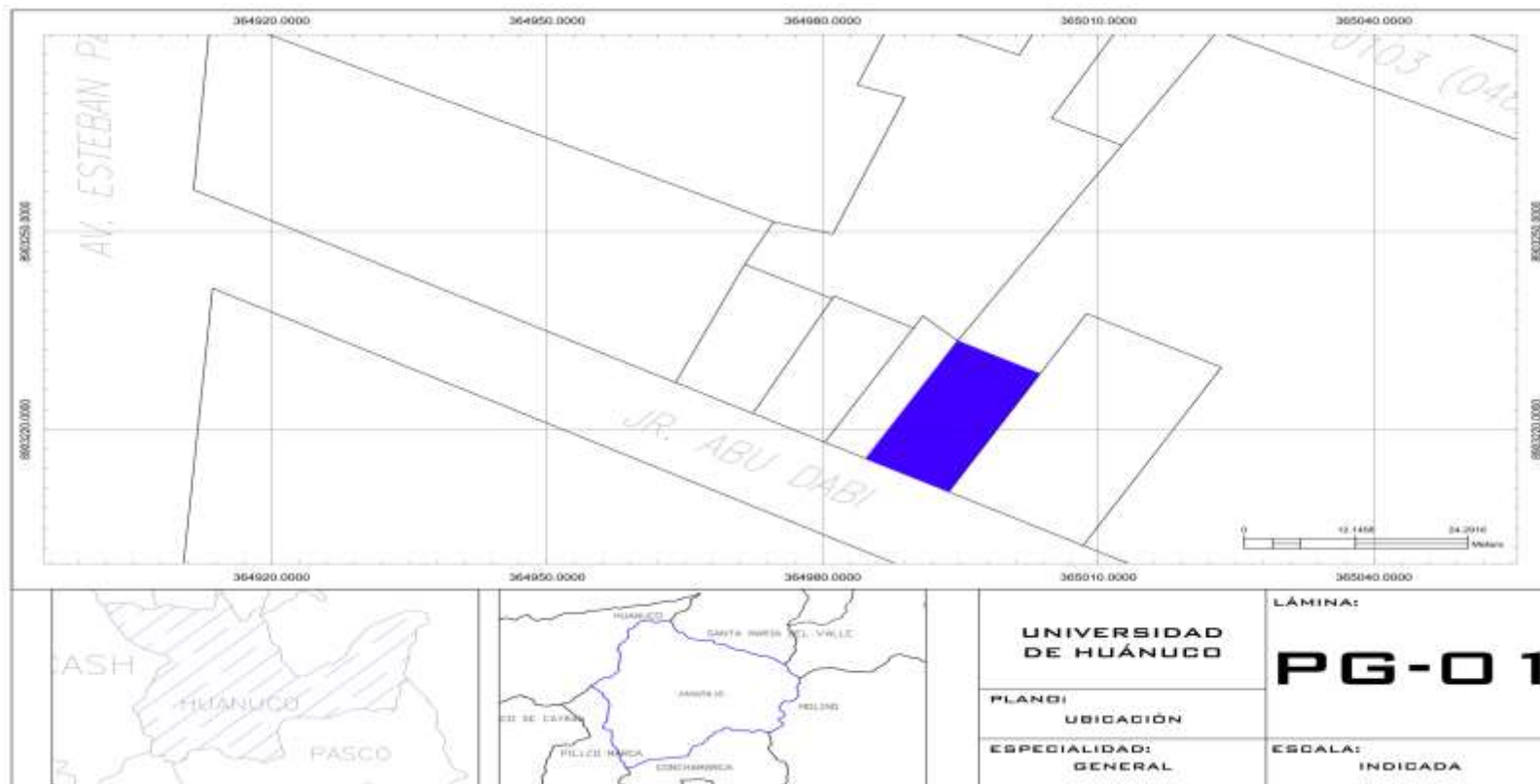


Figura 26

Distribución arquitectónica

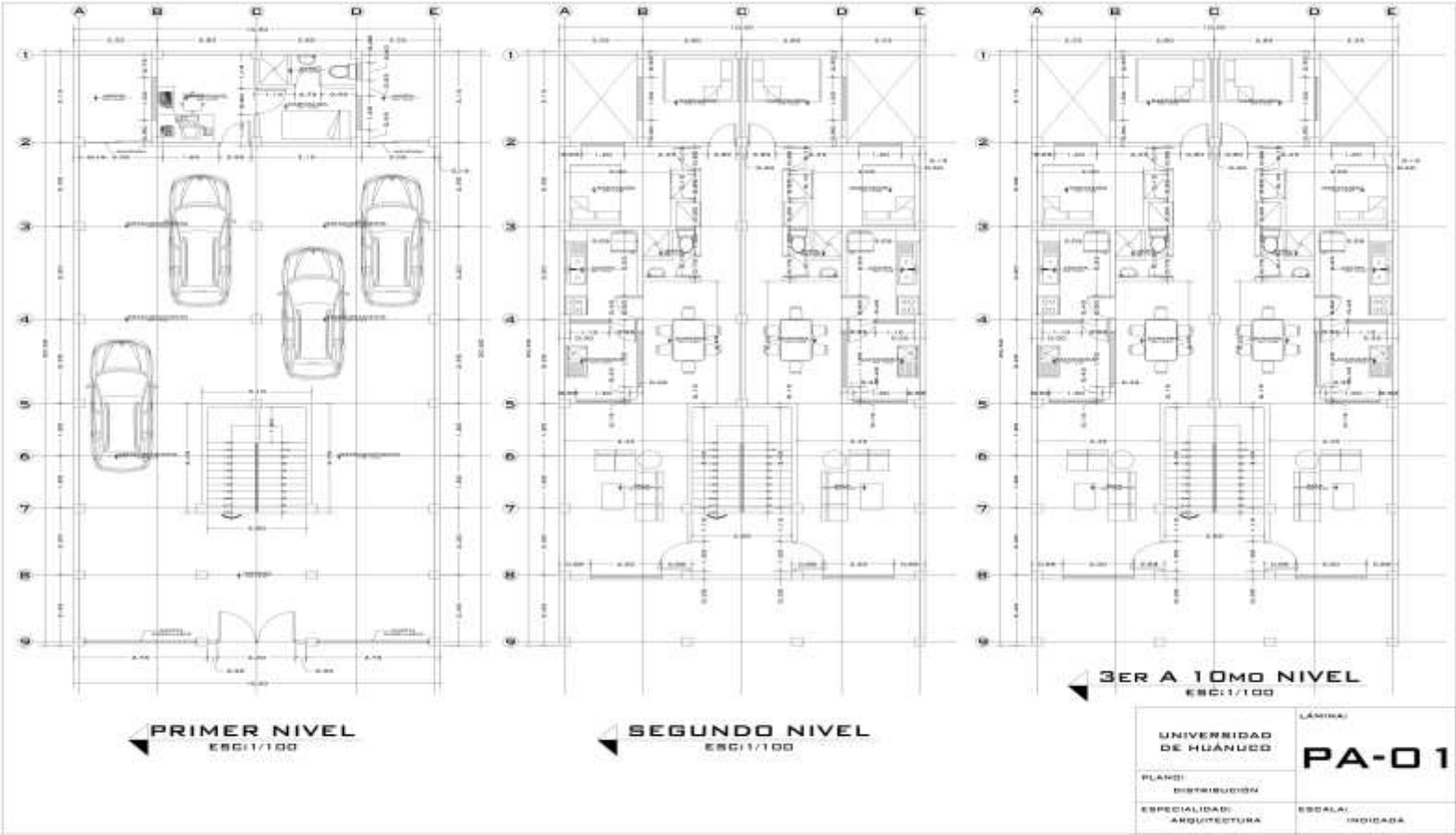


Figura 27

Detalles de zapatas

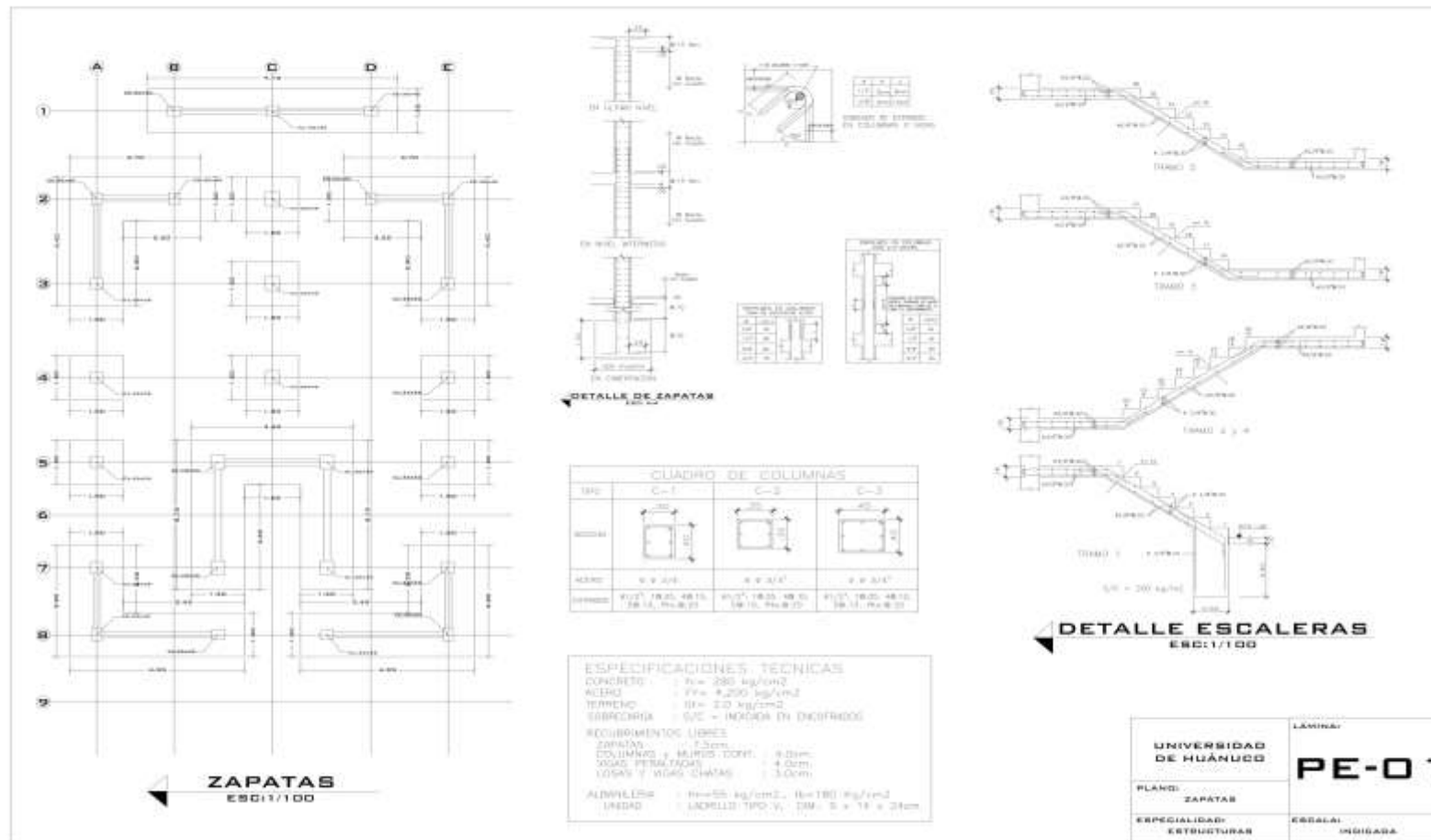


Figura 28

Detalles de aligerado

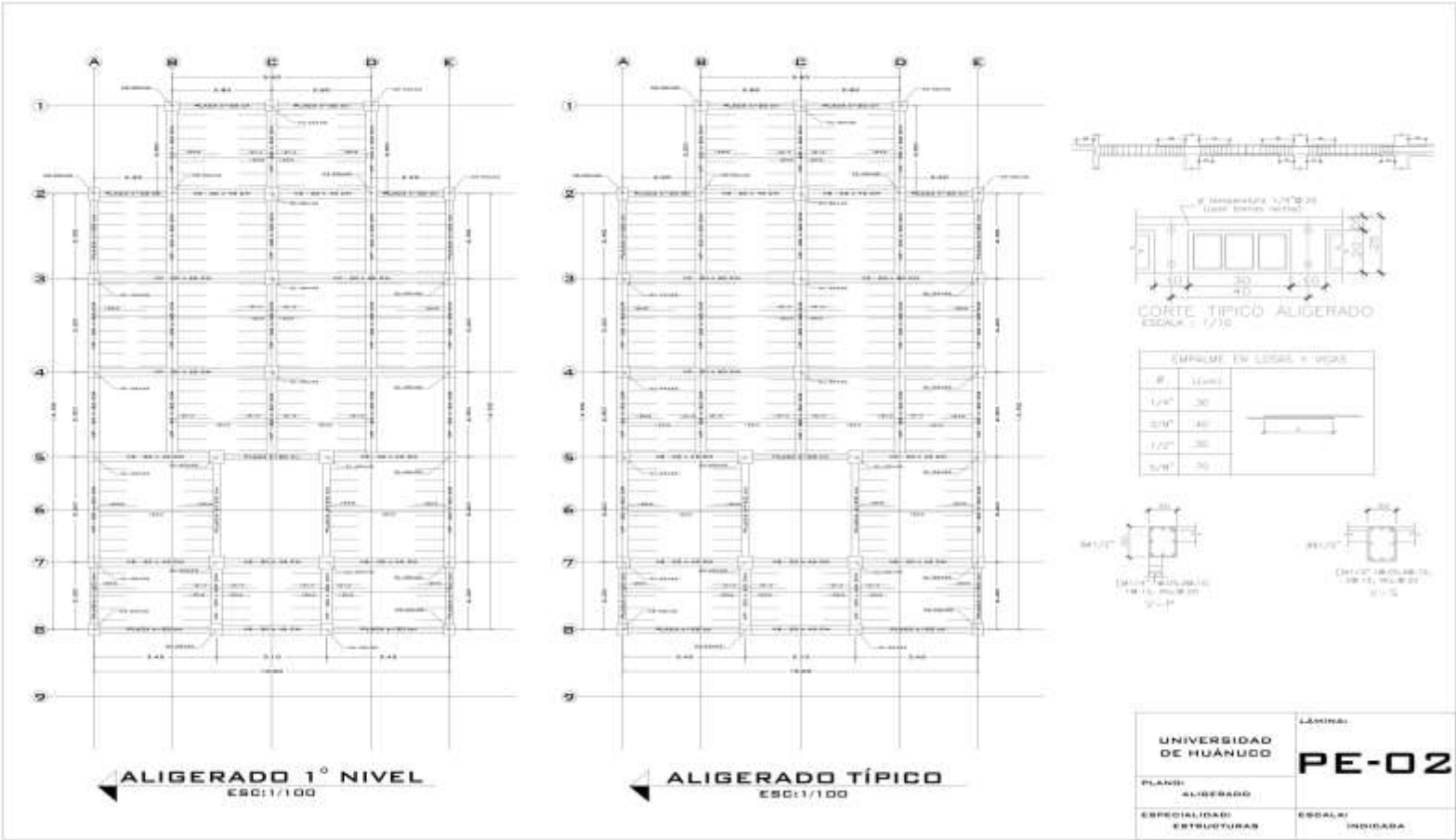


Tabla 18

Participación modal elementos predimensionados

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|--------|-------------|--------|----|--------|--------|-------|-------------|-------------|-------------|------------|--------|--------|
| Case | Mode | Period | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY | SumUZ | RX | RY | RZ | SumRX | SumRY | SumRZ |
| | | sec | | | | | | | | | | | | |
| Modal | 1 | 1.129 | 0.5567 | 0.0002 | 0 | 0.5567 | 0.0002 | 0 | 0.00003924 | 0.1404 | 0.2577 | 0.00003924 | 0.1404 | 0.2577 |
| Modal | 2 | 0.994 | 0.000003434 | 0.8086 | 0 | 0.5567 | 0.8086 | 0 | 0.1981 | 0.000002827 | 0.0005 | 0.1981 | 0.1404 | 0.2577 |
| Modal | 3 | 0.912 | 0.2366 | 0.0003 | 0 | 0.7933 | 0.8091 | 0 | 0.0001 | 0.076 | 0.5635 | 0.1982 | 0.2164 | 0.8217 |
| Modal | 4 | 0.367 | 0.077 | 0.0000 | 0 | 0.8703 | 0.8091 | 0 | 0.0001 | 0.3542 | 0.0328 | 0.1983 | 0.5706 | 0.8545 |
| Modal | 5 | 0.324 | 0.000006498 | 0.1128 | 0 | 0.8703 | 0.9219 | 0 | 0.5808 | 0.000004002 | 0.00001897 | 0.7791 | 0.5706 | 0.8545 |
| Modal | 6 | 0.293 | 0.0495 | 0.0000 | 0 | 0.9198 | 0.9219 | 0 | 0.0001 | 0.2021 | 0.072 | 0.7791 | 0.7727 | 0.9265 |
| Modal | 7 | 0.213 | 0.021 | 0.0000 | 0 | 0.9408 | 0.9219 | 0 | 0.00004148 | 0.0456 | 0.0142 | 0.7792 | 0.8183 | 0.9407 |
| Modal | 8 | 0.186 | 0.00002303 | 0.0366 | 0 | 0.9408 | 0.9585 | 0 | 0.0745 | 0.0001 | 0 | 0.8537 | 0.8184 | 0.9407 |
| Modal | 9 | 0.166 | 0.0167 | 0.0000 | 0 | 0.9575 | 0.9585 | 0 | 0.0001 | 0.0349 | 0.0219 | 0.8538 | 0.8533 | 0.9626 |
| Modal | 10 | 0.151 | 0.0116 | 0.0000 | 0 | 0.9691 | 0.9586 | 0 | 0.0001 | 0.0446 | 0.0061 | 0.8538 | 0.8979 | 0.9687 |
| Modal | 11 | 0.132 | 0.0001 | 0.0184 | 0 | 0.9692 | 0.9769 | 0 | 0.0756 | 0.0001 | 0.000002047 | 0.9294 | 0.898 | 0.9687 |
| Modal | 12 | 0.119 | 0.0014 | 0.0000 | 0 | 0.9706 | 0.9769 | 0 | 0.000003438 | 0.0076 | 0.0139 | 0.9294 | 0.9056 | 0.9827 |
| Modal | 13 | 0.117 | 0.0129 | 0.0001 | 0 | 0.9835 | 0.977 | 0 | 0.0002 | 0.0409 | 0.000002102 | 0.9296 | 0.9466 | 0.9827 |
| Modal | 14 | 0.102 | 0.0001 | 0.0103 | 0 | 0.9836 | 0.9873 | 0 | 0.0265 | 0.0004 | 0 | 0.9561 | 0.947 | 0.9827 |
| Modal | 15 | 0.097 | 0.0011 | 0.0001 | 0 | 0.9847 | 0.9874 | 0 | 0.0001 | 0.0051 | 0.0049 | 0.9562 | 0.9521 | 0.9876 |
| Modal | 16 | 0.093 | 0.0068 | 0.0001 | 0 | 0.9916 | 0.9874 | 0 | 0.0003 | 0.0199 | 0.0029 | 0.9565 | 0.972 | 0.9905 |
| Modal | 17 | 0.084 | 0.0006 | 0.003 | 0 | 0.9922 | 0.9905 | 0 | 0.0117 | 0.0015 | 0.0011 | 0.9681 | 0.9735 | 0.9917 |
| Modal | 18 | 0.084 | 0.0003 | 0.0031 | 0 | 0.9924 | 0.9936 | 0 | 0.0121 | 0.0006 | 0.0015 | 0.9802 | 0.9742 | 0.9932 |
| Modal | 19 | 0.078 | 0.0039 | 0.0000 | 0 | 0.9963 | 0.9936 | 0 | 0.0001 | 0.0138 | 0.0018 | 0.9803 | 0.988 | 0.9949 |
| Modal | 20 | 0.075 | 0.0002 | 0.0000 | 0 | 0.9965 | 0.9937 | 0 | 0.0001 | 0.0009 | 0.0017 | 0.9804 | 0.9889 | 0.9966 |
| Modal | 21 | 0.072 | 0.000004486 | 0.0035 | 0 | 0.9965 | 0.9972 | 0 | 0.0096 | 0.00001831 | 0.00004473 | 0.9901 | 0.9889 | 0.9967 |
| Modal | 22 | 0.07 | 0.0008 | 0.0000 | 0 | 0.9973 | 0.9972 | 0 | 0.000005203 | 0.0023 | 0.0001 | 0.9901 | 0.9912 | 0.9967 |
| Modal | 23 | 0.067 | 0.0011 | 0.0000 | 0 | 0.9984 | 0.9972 | 0 | 0.0001 | 0.0034 | 0.0019 | 0.9902 | 0.9946 | 0.9987 |
| Modal | 24 | 0.066 | 0.0003 | 0.0000 | 0 | 0.9987 | 0.9972 | 0 | 0.00003127 | 0.0011 | 0 | 0.9902 | 0.9957 | 0.9987 |
| Modal | 25 | 0.064 | 0.0000151 | 0.0018 | 0 | 0.9987 | 0.999 | 0 | 0.0068 | 0.00004548 | 0.00001249 | 0.997 | 0.9957 | 0.9987 |
| Modal | 26 | 0.06 | 0.0008 | 0.0000 | 0 | 0.9996 | 0.999 | 0 | 0.0001 | 0.0028 | 0.0009 | 0.9971 | 0.9986 | 0.9995 |
| Modal | 27 | 0.059 | 0.00001567 | 0.0008 | 0 | 0.9996 | 0.9998 | 0 | 0.0022 | 0.00011214 | 0.0000 | 0.9993 | 0.9986 | 0.9995 |
| Modal | 28 | 0.056 | 0.0002 | 0.0001 | 0 | 0.9998 | 0.9999 | 0 | 0.0003 | 0.0008 | 0.0003 | 0.9995 | 0.9994 | 0.9998 |
| Modal | 29 | 0.056 | 0.0001 | 0.0001 | 0 | 0.9999 | 1 | 0 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0001 | 1 | 0.9997 | 0.9999 |
| Modal | 30 | 0.053 | 0.0001 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6.595E-07 | 0.0003 | 0.0001 | 1 | 1 | 1 |

Tabla 19

Participación de fuerzas

| TABLE: Story Forces | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|-----------|----------|------------|------------|----------|--------------|-------------|--------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Location | P | VX | VY | T | MX | MY |
| | | | | | kgf | kgf | kgf | kgf-cm | kgf-cm | kgf-cm |
| Story 10 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 195672.72 | 11330.96 | 507.61 | 14779586.8 | 210481818.8 | -48560953.07 |
| Story 10 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 103920.48 | -11333.29 | -510.75 | -14778968.43 | 111897974.8 | -97836797.6 |
| Story 9 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 497773.57 | 29452.49 | 811.45 | 39733564.35 | 541204604.4 | -127382168 |
| Story 9 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 279175.66 | -29459.5 | -821.2 | 39731812.06 | 304368706.5 | -258649494 |
| Story 8 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 819579.12 | 44686.87 | 1017.21 | 60437007.86 | 892795787.7 | -201686654 |
| Story 8 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 454430.84 | -44699.07 | -1033.76 | -60433791.17 | 496812386.2 | -433981897 |
| Story 7 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1145210.82 | 57122.42 | 1237.44 | 77387901.53 | 1248531996 | -272419491 |
| Story 7 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 629686.02 | -57140.17 | -1260.67 | -77382845.68 | 689193463.5 | -612887614 |
| Story 6 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1470842.52 | 67545.2 | 1437.12 | 91552238.71 | 1604269710 | -340290784 |
| Story 6 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 804941.2 | -67568.91 | -1466.92 | -91544947.09 | 881503712.4 | -794656664 |
| Story 5 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1796474.22 | 76577.7 | 1611.88 | 103822605.6 | 1960008934 | -405787630 |
| Story 5 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 980196.38 | -76607.81 | -1648.16 | -103812667 | 1073751794 | -978802082 |
| Story 4 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 2122105.92 | 84556.91 | 1761.22 | 114740993.5 | 2315749682 | -469248486 |
| Story 4 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1155451.56 | -84593.92 | -1803.92 | -114727993 | 1265949672 | -1164985554 |
| Story 3 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 2447737.62 | 91418.7 | 1884.39 | 124258681.2 | 2671491981 | -530953899 |
| Story 3 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1330706.74 | -91463.12 | -1933.51 | -124242222 | 1458107731 | -1352926696 |
| Story 2 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 2773369.32 | 96762.12 | 1956.51 | 131752861.9 | 3027235880 | -591224293 |
| Story 2 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1505961.92 | -96814.47 | -2012.19 | -131732654 | 1650238487 | -1542305239 |
| Story 1 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 3117245.5 | 100126.2 | 2028.03 | 136325329.9 | 3400587483 | -654843446 |
| Story 1 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1689977.42 | -100187.12 | -2091.11 | -136301413 | 1850806496 | -1741430511 |

Tabla 20

Desplazamientos elementos predimensionados

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|-----------|---------|---------|-------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Maximum | Average | Ratio |
| | | | | | cm | cm | |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.5076 | 2.6189 | 1.339 |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.1854 | 0.6093 | 1.946 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.4015 | 2.5225 | 1.348 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.1571 | 0.5945 | 1.946 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.2197 | 2.3711 | 1.358 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.101 | 0.5656 | 1.947 |
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 2.9657 | 2.1695 | 1.367 |
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.0188 | 0.5232 | 1.947 |
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 2.6485 | 1.9243 | 1.376 |
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.9138 | 0.4692 | 1.948 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 2.2769 | 1.6423 | 1.386 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.789 | 0.405 | 1.948 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.8587 | 1.3299 | 1.398 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.6468 | 0.3319 | 1.949 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.4015 | 0.9938 | 1.41 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.4898 | 0.2512 | 1.95 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.9142 | 0.642 | 1.424 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.321 | 0.1646 | 1.95 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4119 | 0.287 | 1.435 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1455 | 0.0746 | 1.95 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 4.0087 | 2.9931 | 1.339 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.3548 | 0.6963 | 1.946 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.8874 | 2.8829 | 1.348 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.3224 | 0.6795 | 1.946 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.6797 | 2.7098 | 1.358 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.2583 | 0.6464 | 1.947 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.3893 | 2.4794 | 1.367 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.1643 | 0.598 | 1.947 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 3.0269 | 2.1992 | 1.376 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 1.0444 | 0.5362 | 1.948 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 2.6022 | 1.8769 | 1.386 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.9017 | 0.4628 | 1.948 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 2.1243 | 1.5199 | 1.398 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.7392 | 0.3793 | 1.949 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.6017 | 1.1357 | 1.41 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.5598 | 0.2871 | 1.95 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.0448 | 0.7337 | 1.424 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.3669 | 0.1881 | 1.95 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4708 | 0.328 | 1.435 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1663 | 0.0853 | 1.95 |

Tabla 21

Derivas elementos predimensionados

| TABLE: Story Max Over Avg Drifts | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max Drift | Avg Drift | Ratio |
| | | | | | cm | cm | |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1153 | 0.102 | 1.13 |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.0328 | 0.0173 | 1.899 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1318 | 0.1166 | 1.13 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.0375 | 0.0198 | 1.899 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.2 | 0.1634 | 1.224 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.0635 | 0.033 | 1.928 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.2286 | 0.1868 | 1.224 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.0726 | 0.0377 | 1.928 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.2761 | 0.2163 | 1.276 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.0904 | 0.0467 | 1.937 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3156 | 0.2472 | 1.276 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1034 | 0.0534 | 1.937 |

| | | | | | | | |
|--------|-------|-------------|-----|---|--------|--------|-------|
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3383 | 0.2593 | 1.305 |
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1126 | 0.058 | 1.941 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3867 | 0.2964 | 1.305 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1287 | 0.0663 | 1.941 |
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3886 | 0.2935 | 1.324 |
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1309 | 0.0674 | 1.943 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4442 | 0.3355 | 1.324 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1496 | 0.077 | 1.943 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4298 | 0.3204 | 1.341 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1462 | 0.0752 | 1.945 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4912 | 0.3661 | 1.341 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1671 | 0.086 | 1.945 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4636 | 0.3406 | 1.361 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1592 | 0.0818 | 1.946 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.5298 | 0.3893 | 1.361 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1819 | 0.0935 | 1.946 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4898 | 0.3537 | 1.385 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1696 | 0.0871 | 1.948 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.5598 | 0.4042 | 1.385 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1938 | 0.0995 | 1.948 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.5028 | 0.3555 | 1.414 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1756 | 0.0901 | 1.949 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.5747 | 0.4063 | 1.414 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.2007 | 0.103 | 1.949 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4119 | 0.287 | 1.435 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1455 | 0.0746 | 1.95 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4708 | 0.328 | 1.435 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.1663 | 0.0853 | 1.95 |

Tabla 22

Participación modal

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|--------|---------|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Case | Mode | Period | UX | UY | UZ | Sum UX | Sum UY | Sum UZ | RX | RY | RZ | Sum R X | Sum R Y | Sum R Z |
| | | sec | | | | | | | | | | | | |
| Modal | 1 | 0.52 | 0.0000 | | | 0.000 | 0.70 | | | 0.0000 | | 0.32 | 0.0000 | |
| | 1 | | 389 | 0.7054 | 0 | 00389 | 54 | 0 | 0.325 | 01461 | 0 | 5 | 01461 | 0 |
| Modal | 2 | 0.48 | | 0.0000 | | | 0.70 | | 0.0000 | | | 0.32 | | 0.00 |
| | 2 | | 0.697 | 03674 | 0 | 0.697 | 54 | 0 | 01631 | 0.3326 | 0.0005 | 5 | 0.3326 | 05 |
| Modal | 3 | 0.34 | | | | 0.697 | 0.70 | | | | | 0.32 | | 0.70 |
| | 4 | | 0.0006 | 0 | 0 | 6 | 54 | 0 | 0 | 0.0001 | 0.7003 | 5 | 0.3327 | 07 |
| Modal | 4 | 0.13 | 8.791E- | | | 0.697 | 0.87 | | | 0.0000 | | 0.68 | | 0.70 |
| | 3 | | 07 | 0.1653 | 0 | 6 | 07 | 0 | 0.3594 | 01602 | 0 | 43 | 0.3327 | 07 |
| Modal | 5 | 0.12 | | | | 0.873 | 0.87 | | 0.0000 | | | 0.68 | | 0.70 |
| | 08 | | 0.1762 | 00985 | 0 | 8 | 07 | 0 | 01421 | 0.3553 | 0.0001 | 43 | 0.688 | 08 |
| Modal | 6 | 0.06 | | | | 0.874 | 0.93 | | | | | 0.68 | | 0.87 |
| | 6 | | 0.0001 | 0 | 0 | 0.874 | 07 | 0 | 0 | 0.0001 | 0.1736 | 43 | 0.6881 | 44 |
| Modal | 7 | 0.05 | | | | 0.937 | 0.93 | | | | | 0.81 | | 0.87 |
| | 1 | | 0 | 0.0637 | 0 | 0.874 | 44 | 0 | 0.1314 | 0 | 0 | 58 | 0.6881 | 44 |
| Modal | 8 | 0.03 | | | | 0.937 | 0.93 | | | | | 0.81 | | 0.87 |
| | 5 | | 0.0631 | 0 | 0 | 1 | 44 | 0 | 0 | 0.1341 | 0.0001 | 58 | 0.8223 | 45 |
| Modal | 9 | 0.03 | | | | 0.937 | 0.96 | | 0.0000 | | | 0.81 | | 0.93 |
| | 9 | | 0.0002 | -07 | 0 | 3 | 44 | 0 | 01351 | 0.0005 | 0.0651 | 58 | 0.8227 | 96 |
| Modal | 10 | 0.03 | | | | 0.967 | 0.96 | | | | 7.782E | 0.90 | | 0.93 |
| | 7 | | 0 | 0.0318 | 0 | 3 | 62 | 0 | 0.0868 | 0 | -07 | 25 | 0.8227 | 96 |
| Modal | 11 | 0.03 | | | | 0.967 | 0.96 | | | | | 0.90 | | 0.93 |
| | 4 | | 0.0306 | 0 | 0 | 9 | 62 | 0 | 0 | 0.0838 | 0.0001 | 25 | 0.9066 | 98 |
| Modal | 12 | 0.02 | | | | 0.967 | 0.98 | | | | | 0.94 | | 0.93 |
| | 7 | | 0 | 0.0169 | 0 | 9 | 31 | 0 | 0.0464 | 0 | 0 | 89 | 0.9066 | 98 |
| Modal | 13 | 0.02 | | | | 0.983 | 0.98 | | | | | 0.94 | | 0.94 |
| | 5 | | 0.0155 | 0 | 0 | 5 | 31 | 0 | 0 | 0.0434 | 0.0005 | 89 | 0.95 | 03 |
| Modal | 14 | 0.02 | | | | 0.984 | 0.98 | | | | | 0.94 | | 0.97 |
| | 4 | | 0.0005 | 0 | 0 | 0.984 | 31 | 0 | 0 | 0.0014 | 0.0302 | 89 | 0.9514 | 05 |
| Modal | 15 | 0.02 | | | | 0.99 | 0.99 | | | | | 0.97 | | 0.97 |
| | 1 | | 0 | 0.0091 | 0 | 0.984 | 21 | 0 | 0.0273 | 0 | 0 | 62 | 0.9514 | 05 |
| Modal | 16 | 0.02 | | | | 0.992 | 0.99 | | | | | 0.97 | | 0.97 |
| | 02 | | 0.0084 | 0 | 0 | 4 | 21 | 0 | 0 | 0.0255 | 0.0001 | 62 | 0.9769 | 05 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---------|-----------|---|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modal 17 | 0.018 | 0.0001 | 5.947E-07 | 0 | 0.9926 | 0.9921 | 0 | 0.0000 | 0.0004 | 0.0152 | 0.9762 | 0.9773 | 0.9857 |
| Modal 18 | 0.018 | 0 | 0.0047 | 0 | 0.9926 | 0.9968 | 0 | 0.0138 | 0 | 0.0000 | 0.9909 | 0.9773 | 0.9858 |
| Modal 19 | 0.016 | 0.0043 | 0 | 0 | 0.9969 | 0.9968 | 0 | 0 | 0.013 | 0.0000 | 0.9922 | 0.9902 | 0.9858 |
| Modal 20 | 0.015 | 0 | 0.0022 | 0 | 0.9969 | 0.999 | 0 | 0.0068 | 0 | 0 | 0.9968 | 0.9902 | 0.9858 |
| Modal 21 | 0.015 | 0.002 | 0 | 0 | 0.9989 | 0.999 | 0 | 0 | 0.0062 | 0.0000 | 0.9934 | 0.9965 | 0.9858 |
| Modal 22 | 0.014 | 0 | 0.0008 | 0 | 0.9989 | 0.9998 | 0 | 0.0026 | 0 | 0 | 0.9994 | 0.9965 | 0.9858 |
| Modal 23 | 0.014 | 0.0001 | 0 | 0 | 0.9999 | 0.9998 | 0 | 0 | 0.0003 | 0.0077 | 0.9994 | 0.9968 | 0.9835 |
| Modal 24 | 0.013 | 0 | 0.0002 | 0 | 0.9999 | 1 | 0 | 0.0006 | -07 | 0 | 1 | 0.9968 | 0.9835 |
| Modal 25 | 0.013 | 0.0008 | 0 | 0 | 0.9997 | 1 | 0 | 0 | 0.0024 | 0.0000 | 1 | 0.9992 | 0.9835 |
| Modal 26 | 0.013 | 0.0002 | 0 | 0 | 0.9999 | 1 | 0 | 0 | 0.0006 | 0.0000 | 1 | 0.9997 | 0.9835 |
| Modal 27 | 0.012 | 0.0001 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.0002 | 0.0038 | 1 | 0.9999 | 0.9874 |
| Modal 28 | 0.011 | 0.00002 | 556 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.0001 | 0.0018 | 1 | 1 | 0.9892 |
| Modal 29 | 0.010 | 0.00001 | 006 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.0000 | 0.0007 | 1 | 1 | 0.9899 |
| Modal 30 | 0.009 | 0.00000 | 2332 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.0000 | 0.0002 | 1 | 1 | 0.9899 |

Tabla 23

Participación de fuerzas

| TABLE: Story Forces | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|-----------|----------|------------|-----------|--------|--------------|--------------|-------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Location | P | VX | VY | T | MX | MY |
| | | | | | kgf | kgf | kgf | kgf-cm | kgf-cm | kgf-cm |
| Story 10 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 245894.88 | 28544.09 | 54.29 | 33330792.55 | 2620653.77.4 | 60137733.26 |
| Story 10 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 137401.92 | 28544.33 | 58.55 | 33332763.61 | 1464228.66.2 | 12294748.5 |
| Story 9 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 579158.13 | 69359.54 | 133.67 | 82026072.27 | 6231358.75.7 | 13621558.9 |
| Story 9 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 330947.5 | 69360.21 | 144.97 | 82031276.28 | 3560198.24.1 | 31776408.4 |
| Story 8 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 930737.42 | 103084.03 | 199.67 | 12217888.5.1 | 1002776.150 | 20239209.4 |
| Story 8 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 524493.08 | 103085.17 | 217.35 | 12218697.8 | 5655972.14.4 | 52522729.9 |
| Story 7 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1284467.07 | 130963.61 | 254.11 | 15537689.9.5 | 1385201.825 | 26049089.2 |
| Story 7 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 718038.66 | 130965.22 | 277.36 | 15538747.1 | 7751588.22.6 | 74076836.2 |
| Story 6 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1638196.72 | 154006.96 | 299.24 | 18279598.2.5 | 1767641.689 | 31201159.2 |
| Story 6 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 911584.24 | 154009.05 | -327.2 | 18280859.8 | 9847076.56.9 | 96288766.7 |
| Story 5 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 1991926.37 | 172775.81 | 336.82 | 20506367.4.8 | 2150093.017 | 35825450.2 |
| Story 5 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1105129.82 | 172778.37 | 368.62 | 20507788.9 | 1194246.178 | 11902849.04 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------------|-----|------------|----------------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|
| Story 4 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 2345656 .01 | 187534. 68 | 22249624 367.6 | 2532553 1.2 | 40039521 472 | - 4 |
| Story 4 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1298675 .4 | 187537. 71 | 402.3 6 | 22251161 0 | 1403776 457 | - 80 |
| Story 3 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 2699385 .66 | 198349. 44 | 391.1 9 | 23518010 5.5 | 2915020 883 | - 1 |
| Story 3 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1492220 .98 | 198352. 93 | 428.0 6 | 23519620 9 | 1613300 415 | - 68 |
| Story 2 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 3053115 .31 | 205227. 21 | 406.2 5 | 24316493 9.1 | 3297493 058 | - 2 |
| Story 2 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1685766 .56 | 205231. 11 | 444.4 7 | 24318141 4 | 1822820 014 | - 86 |
| Story 1 | ENVOL | Combina tion | Max | Botto m | 3424270 .48 | 208460. 24 | 412.3 8 | 24685967 9 | 3696783 528 | - 4 |
| Story 1 | ENVOL | Combina tion | Min | Botto m | 1888072 .46 | 208464. 5 | 451.4 1 | 24687628 1 | 2040790 895 | - 88 |

Tabla 24

Desplazamientos

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|-----------|---------|---------|-------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Maximum | Average | Ratio |
| | | | | | cm | cm | |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.0292 | 0.9639 | 1.068 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.9197 | 0.8621 | 1.067 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.8043 | 0.7546 | 1.066 |
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.6832 | 0.6416 | 1.065 |
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.5581 | 0.5248 | 1.064 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4324 | 0.4071 | 1.062 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3105 | 0.2929 | 1.06 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1985 | 0.1876 | 1.058 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1032 | 0.0979 | 1.054 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0335 | 0.0319 | 1.051 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.1763 | 1.1016 | 1.068 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 1.0511 | 0.9852 | 1.067 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.9192 | 0.8624 | 1.066 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.7808 | 0.7333 | 1.065 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.6378 | 0.5997 | 1.064 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.4941 | 0.4652 | 1.062 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.3549 | 0.3347 | 1.06 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.2268 | 0.2144 | 1.058 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.118 | 0.1119 | 1.054 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0383 | 0.0365 | 1.051 |

Tabla 25

Derivas

| TABLE: Story Max Over Avg Drifts | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max Drift | Avg Drift | Ratio |
| | | | | | cm | cm | |
| Story10 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1099 | 0.1022 | 1.075 |
| Story10 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1256 | 0.1168 | 1.075 |
| Story9 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1159 | 0.108 | 1.073 |
| Story9 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1324 | 0.1234 | 1.073 |
| Story8 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1217 | 0.1136 | 1.071 |
| Story8 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1391 | 0.1298 | 1.071 |
| Story7 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1256 | 0.1174 | 1.07 |
| Story7 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1435 | 0.1342 | 1.07 |

| | | | | | | | |
|--------|-------|-------------|-----|---|--------|--------|-------|
| Story6 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1261 | 0.1181 | 1.068 |
| Story6 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1442 | 0.135 | 1.068 |
| Story5 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1221 | 0.1145 | 1.067 |
| Story5 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1395 | 0.1308 | 1.067 |
| Story4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1122 | 0.1054 | 1.064 |
| Story4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1282 | 0.1205 | 1.064 |
| Story3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0953 | 0.0898 | 1.062 |
| Story3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.1089 | 0.1026 | 1.062 |
| Story2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0699 | 0.0661 | 1.057 |
| Story2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0799 | 0.0756 | 1.057 |
| Story1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0335 | 0.0319 | 1.051 |
| Story1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.0383 | 0.0365 | 1.051 |

Figura 29

Rótulas de edificación 3D

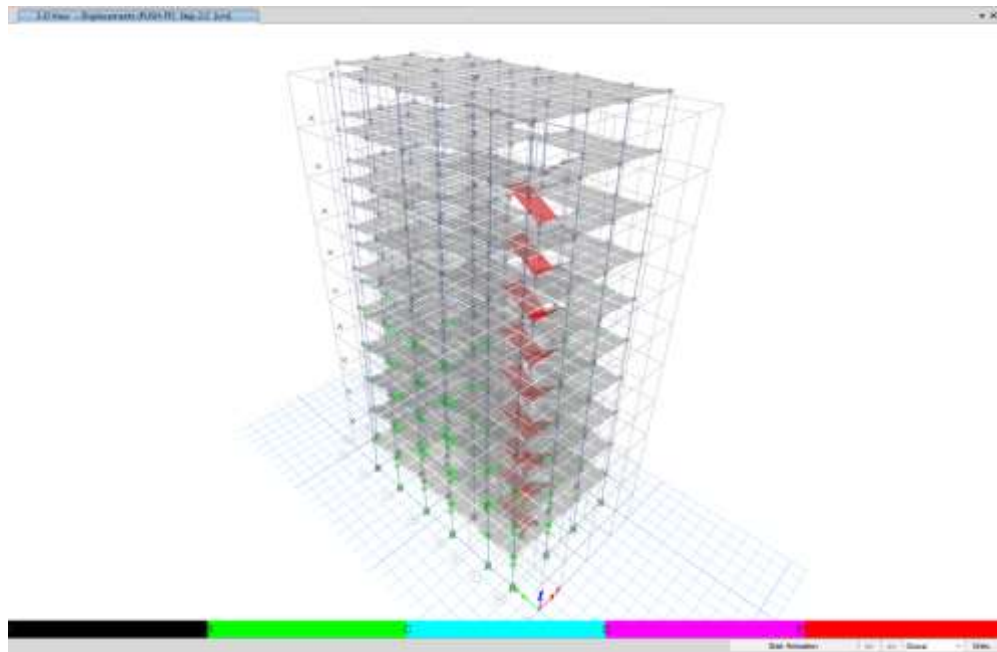


Tabla 26

Espectros de sismo analizados

| ESPECTROS DE SISMO | | | | | |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
| T (s) | Sa/g | SISMO FRECUENTE | SISMO OCASIONAL | SISMO RARO | SISMO MUY RARO |
| 0.00 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.02 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.04 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.06 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.08 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.10 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.12 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.14 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.16 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.18 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.20 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.25 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 0.30 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.35 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.40 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.45 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.50 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.55 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.60 | 0.7188 | 0.240 | 0.335 | 0.719 | 0.934 |
| 0.65 | 0.6635 | 0.221 | 0.310 | 0.663 | 0.863 |
| 0.70 | 0.6161 | 0.205 | 0.288 | 0.616 | 0.801 |
| 0.75 | 0.5750 | 0.192 | 0.268 | 0.575 | 0.748 |
| 0.80 | 0.5391 | 0.180 | 0.252 | 0.539 | 0.701 |
| 0.85 | 0.5074 | 0.169 | 0.237 | 0.507 | 0.660 |
| 0.90 | 0.4792 | 0.160 | 0.224 | 0.479 | 0.623 |
| 0.95 | 0.4539 | 0.151 | 0.212 | 0.454 | 0.590 |
| 1.00 | 0.4313 | 0.144 | 0.201 | 0.431 | 0.561 |
| 1.10 | 0.3920 | 0.131 | 0.183 | 0.392 | 0.510 |
| 1.20 | 0.3594 | 0.120 | 0.168 | 0.359 | 0.467 |
| 1.30 | 0.3317 | 0.111 | 0.155 | 0.332 | 0.431 |
| 1.40 | 0.3080 | 0.103 | 0.144 | 0.308 | 0.400 |
| 1.50 | 0.2875 | 0.096 | 0.134 | 0.288 | 0.374 |
| 1.60 | 0.2695 | 0.090 | 0.126 | 0.270 | 0.350 |
| 1.70 | 0.2537 | 0.085 | 0.118 | 0.254 | 0.330 |
| 1.80 | 0.2396 | 0.080 | 0.112 | 0.240 | 0.311 |
| 1.90 | 0.2270 | 0.076 | 0.106 | 0.227 | 0.295 |
| 2.00 | 0.2156 | 0.072 | 0.101 | 0.216 | 0.280 |
| 2.20 | 0.1782 | 0.059 | 0.083 | 0.178 | 0.232 |
| 2.40 | 0.1497 | 0.050 | 0.070 | 0.150 | 0.195 |
| 2.60 | 0.1276 | 0.043 | 0.060 | 0.128 | 0.166 |
| 2.80 | 0.1100 | 0.037 | 0.051 | 0.110 | 0.143 |
| 3.00 | 0.0958 | 0.032 | 0.045 | 0.096 | 0.125 |
| 4.00 | 0.0539 | 0.018 | 0.025 | 0.054 | 0.070 |
| 5.00 | 0.0345 | 0.012 | 0.016 | 0.035 | 0.045 |
| 6.00 | 0.0240 | 0.008 | 0.011 | 0.024 | 0.031 |
| 7.00 | 0.0176 | 0.006 | 0.008 | 0.018 | 0.023 |
| 8.00 | 0.0135 | 0.004 | 0.006 | 0.013 | 0.018 |
| 9.00 | 0.0106 | 0.004 | 0.005 | 0.011 | 0.014 |
| 10.00 | 0.0086 | 0.003 | 0.004 | 0.009 | 0.011 |

ANEXO 3

PANEL FOTOGRÁFICO



La fotografía muestra el terreno donde se realizará los estudios correspondientes para la tesis



Se realizó el reconocimiento del área o terreno donde se realizará los estudios correspondientes para la tesis.



Se realizó el reconocimiento del área o terreno donde se realizará los estudios correspondientes para la tesis.



Se muestra los instrumentos empleados para realizar el levantamiento topográfico del terreno, como son: Estación total Topcon, prisma, jalón, trípode y otros.



La imagen muestra el inicio del levantamiento topográfico del terreno, para tomar puntos del área, perímetro, y otros componentes que presenta el terreno como la vereda, las calles y viviendas colindantes.



La imagen muestra el control de la altura del prisma para iniciar con la toma de puntos del levantamiento topográfico.



La imagen muestra el inicio de la toma de puntos del perímetro del terreno, de las viviendas colindantes, de las calles, veredas, postes de energía eléctrica, sardineles y otros componentes más del lugar.



La imagen muestra la toma de puntos del terreno para determinar el perfil, el área, el perímetro, y otros componentes que se tiene en el lugar propuesto para la tesis.



La imagen muestra la toma de puntos de las viviendas colindantes, y las características del Jr. Los Portales.



La imagen muestra la toma de puntos de las viviendas colindantes, y las características de la AV. Los Sauces.