

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Implementación de planchas metálicas para el diseño  
estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles,  
Amarilis - Huánuco -2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Duran Lopez, Rubino Caro

ASESOR: Tuanama Lavi, Jose Wicley

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 ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73961809

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

# D

# 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 09:30 horas del día **jueves 26 de setiembre 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. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS       | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA | - SECRETARIO |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA       | - VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2025-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"IMPLEMENTACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA MACIZA DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO -2023"**, presentado por el (la) Bachiller. Bach. Rubino Caro DURAN LOPEZ, 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 **1.3...** y cualitativo de **suficiente** (Art. 47).

Siendo las **10:40** horas del día **26 del mes de setiembre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS  
DNI: 40895876  
ORCID: 0000-0001-7920-1304  
**PRESIDENTE**

  
MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA  
DNI: 22416570  
ORCID: 0000-0002-0579-5135  
**SECRETARIO (A)**

  
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA  
DNI: 70502371  
ORCID: 0000-0002-5650-3745  
**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: RUBINO CARO DURAN LOPEZ, de la investigación titulada "Implementación de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023", con asesor JOSE WICLEY TUANAMA LAVI, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0444-2024-D-FI-UDH, del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 13 % 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, 26 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

## 48. DURAN LOPEZ RUBINO CARO.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<b>Submitted to University of Melbourne</b> Trabajo del estudiante	4%
2	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	2%
3	<b>aprenderly.com</b> Fuente de Internet	1%
4	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	1%
5	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> 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 Dios y a mi querida madre,

A ustedes dedico este trabajo de investigación con profundo agradecimiento y amor.

A mi madre, pilar inquebrantable de amor, sacrificio y apoyo constante, dedico este trabajo por su dedicación y ejemplo de perseverancia.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sinceramente a mis amigos y docentes universitarios. Su apoyo, amistad y enseñanzas han sido fundamentales en mi crecimiento personal y académico.

A los amigos, por la camaradería y alegría compartida; a los docentes, por su dedicación y sabiduría que ha enriquecido mi aprendizaje.

Gracias por todo.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1 PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	17
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	18
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1. INGENIERÍA ESTRUCTURAL.....	24
2.2.2. DISEÑO DE LOSAS MACIZAS .....	27
2.2.3. PLANCHAS METÁLICAS COMO REFUERZO ESTRUCTURAL	29
2.2.4. OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL.....	32

2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	33
2.4.	HIPÓTESIS.....	34
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL .....	34
2.5.	VARIABLES .....	35
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	35
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	35
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES).....	36
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		37
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.1.	ENFOQUE.....	37
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL .....	37
3.1.3.	DISEÑO.....	37
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	38
3.2.1.	POBLACIÓN .....	38
3.2.2.	MUESTRA.....	38
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
3.3.1.	TÉCNICAS .....	39
3.3.2.	INSTRUMENTOS.....	39
3.4.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	39
3.5.	PARA EL DISEÑO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	40
CAPÍTULO IV RESULTADOS .....		41
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	41
4.1.1.	OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE .....	41
4.1.2.	PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO.....	43
4.1.3.	DISEÑO DE PÓRTICOS INICIALES .....	48
4.1.4.	DISEÑO DE PÓRTICOS REDIMENSIONADOS .....	54
4.1.5.	DISEÑO DE ESTRUCTURA CON LOSA METÁLICA CON E = 15 CM .....	57
4.1.6.	DISEÑO DE ESTRUCTURA CON LOSA METÁLICA CON E = 20 CM .....	62
4.1.7.	DISEÑO DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE LOS MODELOS .....	65

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...	68
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	70
CONCLUSIONES .....	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	36
Tabla 2 Datos de la edificación .....	41
Tabla 3 Características de los materiales .....	44
Tabla 4 Predimensionamiento de losa maciza .....	45
Tabla 5 Predimensionamiento de vigas .....	46
Tabla 6 Predimensionamiento de columnas .....	47
Tabla 7 Diseño de periodos de vibración por casos modales .....	50
Tabla 8 Diseño de derivas y desplazamientos - Aporticado Predimensionado .....	52
Tabla 9 Diseño de periodos de vibración por casos modales .....	54
Tabla 10 Diseño de derivas y desplazamientos - Losa maciza .....	55
Tabla 11 Diseño de periodos de vibración por casos modales .....	58
Tabla 12 Diseño de derivas y desplazamientos - Losa metálica e=15 cm ...	60
Tabla 13 Diseño de periodos de vibración por casos modales .....	62
Tabla 14 Diseño de derivas y desplazamientos - Losa metálica e=20 cm ...	63
Tabla 15 Diseño de momentos en viga crítica - Losa metálica e=20 cm .....	64
Tabla 16 Matriz de Consistencia .....	77
Tabla 17 Diseño de periodos de vibración - Aporticado Predimensionado...	88
Tabla 18 Diseño de periodos de vibración - Losa maciza .....	89
Tabla 19 Diseño de periodos de vibración - Losa metálica e=15 cm.....	90
Tabla 20 Diseño de periodos de vibración - Losa metálica e=20 cm.....	91
Tabla 21 Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado .....	104
Tabla 22 Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado.....	105
Tabla 23 Diseño de desplazamiento - Losa maciza .....	106
Tabla 24 Diseño de deriva - Losa maciza .....	107
Tabla 25 Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=15 cm .....	108
Tabla 26 Diseño de deriva - Losa metálica e=15 cm .....	109
Tabla 27 Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=20 cm .....	110
Tabla 28 Diseño de deriva - Losa metálica e=20 cm .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano de distribución arquitectónica.....	42
Figura 2 Determinación de anchos tributarios de vigas.....	43
Figura 3 Determinación de anchos tributarios de columnas.....	44
Figura 4 Condiciones del modelo.....	48
Figura 5 Modelo ETABS – Aporticado Predimensionado.....	49
Figura 6 Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado X-X .....	50
Figura 7 Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado Y-Y .....	51
Figura 8 Diseño de momentos en viga crítica - Aporticado Predimensionado .....	52
Figura 9 Diseño de cortantes en columna crítica - Aporticado Predimensionado.....	53
Figura 10 Modelo ETABS – Losa maciza .....	54
Figura 11 Diseño de momentos en viga crítica - Losa maciza .....	55
Figura 12 Diseño de cortantes en columna crítica - Losa maciza .....	56
Figura 13 Modelo ETABS – Losa metálica e=15 cm.....	57
Figura 14 Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=15 cm X-X .....	58
Figura 15 Diseño de deriva - Losa metálica e=15 cm Y-Y .....	59
Figura 16 Diseño de momentos en viga crítica - Losa metálica e=15 cm.....	61
Figura 17 Diseño de cortantes en columna crítica-Losa metálica e=15cm...	61
Figura 18 Modelo ETABS – Losa metálica e=20 cm.....	62
Figura 19 Diseño de cortantes en columna crítica - Losa metálica e=20 cm	64
Figura 20 Diseño de máximos desplazamientos en X-X .....	65
Figura 21 Diseño de máximos desplazamientos en Y-Y .....	66
Figura 22 Diseño de máximas derivas en X-X .....	66
Figura 23 Diseño de máximas derivas en Y-Y .....	67
Figura 24 Diseño de máximas periodos de vibración.....	67
Figura 25 Diseño de máximos desplazamientos y derivas .....	68
Figura 26 Diseño de máximas periodos de vibración.....	69
Figura 27 Plano de ubicación .....	78
Figura 28 Plano de distribución.....	79
Figura 29 Plano de zapatas .....	80
Figura 30 Plano de losa .....	81

Figura 31	Parámetros de concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	82
Figura 32	Parámetros de acero 4200 kg/cm <sup>2</sup> .....	83
Figura 33	Render ETABS – Aporticado Predimensionado .....	84
Figura 34	Render ETABS – Losa maciza .....	85
Figura 35	Render ETABS – Losa metálica e=15 cm .....	86
Figura 36	Render ETABS – Losa metálica e=20 cm .....	87
Figura 37	Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado Y-Y ...	92
Figura 38	Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado X-X .....	93
Figura 39	Diseño de desplazamiento - Losa maciza X-X .....	94
Figura 40	Diseño de desplazamiento - Losa maciza Y-Y .....	95
Figura 41	Diseño de deriva - Losa maciza X-X .....	96
Figura 42	Diseño de deriva - Losa maciza Y-Y .....	97
Figura 43	Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=15 cm Y-Y .....	98
Figura 44	Diseño de deriva - Losa metálica e=15 cm X-X .....	99
Figura 45	Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=20 cm X-X .....	100
Figura 46	Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=20 cm Y-Y .....	101
Figura 47	Diseño de deriva - Losa metálica e=20 cm X-X .....	102
Figura 48	Diseño de deriva Losa metálica e=20 cm Y-Y .....	103

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Se aprecia el inicio del levantamiento topográfico .....	122
Fotografía 2 Se aprecia la medición del equipo de la estación total .....	122
Fotografía 3 Se aprecia que se está poniendo las coordenadas .....	123
Fotografía 4 Se aprecia las mediciones .....	123
Fotografía 5 Se aprecia las mediciones .....	124
Fotografía 6 Se aprecia las mediciones .....	124
Fotografía 7 Se aprecia la medición de las veredas .....	125
Fotografía 8 Se aprecia la toma de datos de campo .....	125
Fotografía 9 Se aprecia que se está tomar datos de campo .....	126
Fotografía 10 Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico .....	126
Fotografía 11 Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico .....	127
Fotografía 12 Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico .....	127
Fotografía 13 Se aprecia el lugar donde se va realizar el estudio de mecánica de suelos .....	128
Fotografía 14 Se aprecia la excavación de la calicata .....	128
Fotografía 15 Se aprecia la excavación de la calicata .....	129
Fotografía 16 Se aprecia los estratos de suelos .....	129

## RESUMEN

La investigación se centra en la implementación del diseño estructural de una losa maciza utilizando planchas metálicas en una de 5 niveles edificación ubicada en Amarilis - Huánuco - 2023. Se plantea el problema general de cómo mejorar este diseño estructural con el uso de planchas metálicas, y el problema específico de cómo modelar y simular de manera precisa la integración de estas planchas utilizando software de Diseño estructural.

Los objetivos específicos del estudio son realizar el modelamiento y simulación precisa de la integración de las planchas metálicas, implementación el diseño estructural de la losa maciza con estas planchas y contrastar las normativas de verificación para validar dicho diseño.

En las conclusiones se destaca que la aplicación de las losas metálicas mejora la estabilidad y rigidez de la estructura, reduciendo las cargas generadas por el peso propio de las edificaciones. Se encontró que los modelos con losas metálicas de 15 cm y 20 cm de espesor implementación el diseño, con periodos de vibración dentro de los límites aceptables y derivas de piso que cumplen con las normativas peruanas.

Por tanto, se concluye que el uso de planchas metálicas en la losa maciza puede ser una estrategia efectiva para implementación en el diseño estructural de edificaciones en Amarilis - Huánuco - 2023, siempre y cuando se cumplan las normativas de verificación correspondientes.

**Palabras clave:** edificación, plancha metálica, losa maciza, diseño, derivas.

## ABSTRACT

The research focuses on the implementation of the structural design of a solid slab using metal sheets in a 5-story building located in Amarilis - Huánuco - 2023. The general problem of how to improve this structural design with the use of metal sheets is raised, and the specific problem of how to accurately model and simulate the integration of these plates using structural analysis software.

The specific objectives of the study are to carry out precise modeling and simulation of the integration of the metal plates, implementation of the structural design of the solid slab with these plates and contrast the verification regulations to validate said design.

The conclusions highlight that the application of metal slabs improves the stability and rigidity of the structure, reducing the loads generated by the own weight of the buildings. It was found that the models with metal slabs of 15 cm and 20 cm thickness implement the design, with vibration periods within acceptable limits and floor drifts that comply with Peruvian regulations.

Therefore, it is concluded that the use of metal plates in the solid slab can be an effective strategy for implementation in the structural design of buildings in Amarilis - Huánuco - 2023, as long as the corresponding verification regulations are met.

**Keywords:** building, metal sheet, solid slab, design, drifts.

## INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción actual, el uso de planchas metálicas en el diseño estructural de losas macizas para edificaciones de múltiples niveles es cada vez más crucial. La relevancia de estas planchas radica en su eficiencia, versatilidad, durabilidad y su capacidad para acelerar los tiempos de construcción. Su aplicación no solo mejora la resistencia y estabilidad de las estructuras, sino que también contribuye a la implementación del diseño y a la economía en términos de materiales y mano de obra.

Las exigencias temporales cada vez más apremiantes en la industria de la construcción han propiciado que las estructuras metálicas emerjan como una opción altamente eficiente. Su proceso de prefabricación garantiza precisión y calidad, superando a los métodos tradicionales de construcción. Además, su facilidad de transporte y montaje en obra agilizan la construcción, reduciendo tiempos y mejorando la coordinación de equipos, todo mientras se garantiza la seguridad en el montaje.

Las planchas metálicas, utilizadas como refuerzo en las losas macizas, aportan significativamente a la resistencia estructural, permitiendo reducir las fuerzas internas generadas por las cargas gravitatorias y sísmicas. Esto se traduce en una mayor estabilidad y seguridad de la estructura ante eventos sísmicos y cargas variables. Al disminuir las fuerzas internas en la losa, se pueden implementar los diseños estructurales, utilizando menos material sin comprometer la capacidad de carga y resistencia. Esto resulta en una disminución de los costos de construcción, tanto en términos de materiales como de mano de obra.

La presente investigación se basa en la eficiencia, versatilidad y durabilidad del uso de planchas metálicas como losas macizas en edificaciones de múltiples niveles en Amarilis - Huánuco - 2023. Se analizarán los efectos de la integración de planchas metálicas en la losa maciza de una edificación, buscando implementar la resistencia, estabilidad y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes.

Para abordar este problema, se explorarán los fundamentos del diseño de losas macizas, los diferentes tipos de planchas metálicas disponibles como refuerzo estructural, así como las normativas y códigos de construcción relevantes en Perú. Además, se contrastará la hipótesis de que la integración de planchas metálicas mejora la eficiencia del diseño estructural, y se discutirán los resultados obtenidos en base a investigaciones previas realizadas por Chahua (2019) y Esteban (2021), entre otros.

Mediante esta investigación, se espera contribuir al conocimiento sobre el uso de planchas metálicas en el diseño estructural de edificaciones de altura, destacando su importancia en la economía, seguridad y eficiencia en la construcción de proyectos complejos.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso de planchas metálicas en el diseño estructural de losas macizas para edificaciones de múltiples niveles es crucial en la industria de la construcción actual, la importancia del uso de planchas metálicas en la construcción de losas macizas radica en varios factores claves como, la eficiencia, versatilidad, durabilidad y tiempos de construcción, lo que resalta su importancia en la construcción de edificaciones de múltiples niveles hoy en día. (Camacho, Escobar, & Arrieta, 2020)

En la actualidad, donde los plazos de construcción son cada vez más exigentes, las estructuras metálicas emergen como una opción altamente eficiente. Su proceso de prefabricación garantiza precisión y calidad, superando a métodos tradicionales. Además, su facilidad de transporte y montaje en obra agilizan la construcción, reduciendo tiempos y mejorando la coordinación de equipos, todo mientras se garantiza la seguridad en el montaje. La tesis concluye con recomendaciones y conclusiones sobre la viabilidad y eficacia de utilizar estructuras metálicas prefabricadas para mejorar la facilidad de instalación y montaje en edificaciones de altura, resaltando su contribución a la eficiencia, seguridad y economía en la construcción de proyectos complejos. (Rodríguez, 2020)

Las planchas metálicas utilizadas como refuerzo en losas macizas contribuyen significativamente a la resistencia estructural, lo que permite reducir las fuerzas internas generadas por las cargas gravitatorias y sísmicas. Esto se traduce en una mayor estabilidad y seguridad de la estructura ante eventos sísmicos y cargas variables, Al reducir las fuerzas internas en la losa, se pueden implementar los diseños estructurales, utilizando menos material sin comprometer la capacidad de carga y resistencia. Esto se traduce en una disminución de los costos de construcción, tanto en términos de materiales como de mano de obra. Las planchas metálicas ofrecen una alta relación resistencia-peso, lo que permite diseñar losas más delgadas y ligeras sin

sacrificar la capacidad de carga. Esto resulta en un uso más eficiente de los materiales de construcción, reduciendo el peso total de la estructura y optimizando su desempeño. (Lara, Gallegos, & Aguilar, 2019).

En base a los estudios mencionados se resalta la eficiencia, versatilidad y durabilidad, sobre el uso de las planchas metálicas como losas macizas, garantizando una mayor resistencia ante cargas gravitatorias y sísmicas. Además, implementar el diseño, al permitir losas más delgadas sin comprometer la capacidad de carga, lo que resulta en una economía de materiales y mano de obra. Esta combinación de beneficios estructurales y económicos justifica ampliamente la investigación y uso de losas metálicas en proyectos de edificación en Huánuco, asegurando la viabilidad y seguridad de las construcciones en un entorno de exigencias temporales y económicas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo implementar planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

- ¿Cómo se puede modelar y simular de manera precisa la integración de planchas metálicas en la losa maciza utilizando software de diseño estructural, de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?
- ¿Cómo se puede implementar de la losa maciza con planchas metálicas para el Diseño estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?
- ¿Cuáles son las normativas de verificación que deben aplicarse para validar el diseño estructural implementando con planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el modelamiento y simulación de manera precisa para la integración de planchas metálicas en la losa maciza utilizando software de diseño estructural, de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.
- Implementar de la losa maciza con planchas metálicas para el diseño estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.
- Contrastar la normativa de verificación que deben aplicarse para validar el diseño estructural implementando de la losa maciza con planchas metálicas para el estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La presente investigación se basa en principios fundamentales de la ingeniería estructural y la mecánica de materiales, interrelacionándose con normativas específicas como la E 030 y la norma ACI 318-14. Estas normativas peruanas y americanas establecen criterios y requisitos para el diseño de estructuras de concreto armado, incluyendo aspectos relacionados con el uso de planchas metálicas en losas macizas. Al adherirse a estas normativas, se garantiza la calidad y seguridad del diseño estructural según los estándares reconocidos a nivel nacional e internacional.

#### **1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Tiene un importante aporte para los profesionales de la ingeniería estructural. Al mejorar la eficiencia constructiva y la seguridad estructural, se brinda a los ingenieros herramientas más avanzadas y efectivas para diseñar y construir edificaciones sólidas y rentables. Esto resulta en un beneficio tangible para la industria de la construcción, al reducir tiempos de ejecución e implementar el uso de recursos.

#### **1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Esta tesis no solo contribuirá al conocimiento actual sobre la implementación de planchas metálicas en el diseño de losas macizas, sino que también servirá como base para futuros estudios del tema. Al aplicar métodos de Diseño estructural, simulaciones computacionales y técnicas de diseño asistido por computadora (CAD), se establece un marco metodológico riguroso y replicable que puede ser utilizado por otros investigadores y profesionales en el campo de la ingeniería estructural.

#### **1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las limitaciones geográficas y temporales en el contexto específico de Amarilis - Huánuco - 2023 restringen la generalización de los resultados a otras ubicaciones y períodos temporales. Además, la disponibilidad limitada de datos históricos o actuales sobre la implementación de planchas metálicas en edificaciones de la zona puede dificultar el Diseño profundo y la interpretación precisa de los resultados. Por otro lado, las limitaciones económicas, especialmente en el marco de un estudio autofinanciado, pueden impactar la capacidad para acceder a recursos financieros, tecnológicos y personal capacitado para llevar a cabo Diseño estructurales avanzados, simulaciones computacionales y diseño asistido por computadora, lo que podría afectar la calidad y profundidad del estudio.

## **1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La viabilidad de realizar la investigación radica en la capacidad de aprovechar las ventajas de las simulaciones computacionales para superar las limitaciones económicas, geográficas y de disponibilidad de datos, garantizando un diseño estructural preciso, detallado y costo-eficiente en el estudio de la implementación planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Bravo & Cervantes (2022) en su tesis "*Análisis Comparativo Entre Los Sistemas Estructurales De Entrepisos En Dos Direcciones, Losas Macizas Y Losas Nervadas*". se propusieron comparar los sistemas estructurales de entrepisos en dos direcciones, específicamente las losas macizas y las losas nervadas. Los objetivos principales del estudio fueron evaluar la eficiencia estructural, la capacidad de carga, y el comportamiento ante diferentes cargas y solicitaciones de ambos sistemas. Tras un exhaustivo análisis comparativo, las conclusiones revelaron que, si bien las losas macizas presentan una mayor simplicidad constructiva y menor costo inicial, las losas nervadas ofrecen una mayor eficiencia en términos de resistencia a la flexión y capacidad de carga, siendo preferibles en situaciones donde se requiere una mayor resistencia estructural y una mayor capacidad de soporte de cargas pesadas.

Vicente (2021) en su tesis "*Análisis técnico – económico de edificaciones con forjados de hormigón armado reforzado con fibras metálicas HRFA en zonas sísmicas*". Se propuso investigar los efectos técnicos y económicos del uso de hormigón armado reforzado con fibras metálicas (HRFA) en edificaciones ubicadas en zonas sísmicas. Los objetivos principales del estudio fueron evaluar la eficacia del HRFA en mejorar la resistencia sísmica de las estructuras, analizar los costos asociados a la implementación de esta tecnología y compararlos con los de los métodos tradicionales de construcción. Tras un detallado análisis técnico y económico, las conclusiones destacaron que el HRFA puede mejorar significativamente la capacidad de resistencia sísmica de las edificaciones, reduciendo los daños estructurales y aumentando la seguridad de los ocupantes durante eventos sísmicos. Además, se

encontró que, si bien la implementación inicial del HRFA puede resultar en costos adicionales, estos pueden ser compensados por la reducción de los costos de mantenimiento y reparación a lo largo de la vida útil de la estructura, lo que hace que el HRFA sea una opción viable y rentable para la construcción en zonas sísmicas.

Esteban & Cuellar (2021) en su tesis *“Comparación del comportamiento estructural y económico de los diferentes sistemas de losas de entrepiso, usados en estructuras de concreto reforzado para edificios de cinco pisos de altura”* se propusieron investigar y comparar los diversos sistemas de losas de entrepiso utilizados en estructuras de concreto reforzado para edificios de cinco pisos de altura. Los objetivos principales del estudio fueron evaluar el comportamiento estructural de diferentes sistemas de losas, como las losas macizas, losas aligeradas y losas nervadas, frente a diferentes cargas y solicitaciones, así como analizar los aspectos económicos asociados a cada sistema, incluyendo costos de materiales, mano de obra y mantenimiento. Tras un minucioso análisis estructural y económico, las conclusiones revelaron que, si bien las losas macizas presentan una mayor simplicidad constructiva y menor costo inicial, las losas nervadas y aligeradas ofrecen ventajas en términos de peso propio reducido, menor consumo de materiales y, en algunos casos, mayor capacidad de carga. Además, se encontró que, a largo plazo, las losas nervadas y aligeradas pueden resultar más rentables debido a sus beneficios en términos de eficiencia estructural y reducción de costos de mantenimiento. Sin embargo, se destaca la importancia de evaluar cada caso específico considerando las condiciones locales y los requisitos de diseño para determinar el sistema de losas más adecuado para cada proyecto de construcción.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Villanueva & Bustos (2020) en su tesis *“Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping (VSM) en los procesos constructivos de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza “sector 4”: Caso: Proyecto “Condominio Bolivia n°848” Breña -*

*Lima*". Se centró en mejorar la eficiencia y productividad de los procesos constructivos en un proyecto específico mediante el uso de la metodología Value Stream Mapping (VSM). Los objetivos principales de la investigación fueron identificar y analizar las fuentes de desperdicio y las áreas de mejora en los procesos de construcción de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza en el sector 4 del proyecto mencionado, así como proponer y evaluar soluciones para implementar dichos procesos. En el transcurso de la investigación, se aplicaron diversas herramientas de análisis, como el mapeo de flujo de valor, para visualizar y comprender mejor el flujo de trabajo y los puntos de congestión en los procesos constructivos estudiados. Además, se llevaron a cabo entrevistas y encuestas a los diferentes actores involucrados en el proyecto para recopilar datos cualitativos y cuantitativos sobre el desempeño de los procesos. Las conclusiones principales de la investigación revelaron que los procesos constructivos analizados presentaban múltiples fuentes de desperdicio, como tiempos de espera, movimientos innecesarios, exceso de inventario y retrabajos, que afectaban negativamente la eficiencia y el tiempo de entrega del proyecto. Sin embargo, mediante la aplicación de mejoras sugeridas, como la reorganización de los flujos de trabajo, la implementación de sistemas de gestión visual y la reducción de los tiempos de setup, se logró una significativa mejora en la eficiencia y productividad de los procesos constructivos estudiados. Estas mejoras no solo permitieron reducir los tiempos de ciclo y los costos asociados, sino que también contribuyeron a una mejor calidad del producto final y a una mayor satisfacción del cliente. En resumen, la investigación proporcionó una sólida base metodológica y práctica para la optimización de procesos constructivos utilizando la metodología VSM, demostrando su efectividad para identificar y eliminar desperdicios en proyectos de construcción específicos, lo que resulta en una mayor eficiencia y competitividad en la industria de la construcción.

Untiveros (2020) en su tesis *"Análisis comparativo técnico y económico entre una edificación comercial empleando acero estructural y concreto armado en la ciudad de Huancayo – 2017"*. Se enfocó en comparar las características técnicas y los costos asociados con la

construcción de una edificación comercial utilizando dos materiales estructurales principales: acero estructural y concreto armado, específicamente en el contexto de la ciudad de Huancayo en el año 2017. Los objetivos de la investigación fueron evaluar las ventajas y desventajas técnicas de ambos sistemas estructurales en términos de resistencia, durabilidad, flexibilidad de diseño y facilidad de construcción, así como analizar los costos involucrados en cada etapa del proceso constructivo, desde la adquisición de materiales hasta la mano de obra y el mantenimiento a largo plazo. Para lograr estos objetivos, se llevaron a cabo estudios de caso detallados de edificaciones comerciales construidas con acero estructural y concreto armado en Huancayo, utilizando datos reales de proyectos previamente ejecutados y entrevistas con expertos en la industria de la construcción local. Las conclusiones del estudio revelaron que, si bien el acero estructural ofrece ventajas en términos de velocidad de construcción, flexibilidad de diseño y peso estructural reducido, el concreto armado sigue siendo preferido en ciertas aplicaciones debido a su mayor resistencia al fuego, durabilidad y menor costo inicial. Sin embargo, a largo plazo, el análisis económico demostró que el acero estructural puede ser más rentable en términos de mantenimiento y vida útil de la estructura, especialmente en áreas sujetas a condiciones climáticas adversas como la humedad y la corrosión. En resumen, la investigación proporcionó una evaluación exhaustiva y equilibrada de las opciones de materiales estructurales disponibles para edificaciones comerciales en Huancayo, brindando información valiosa para los profesionales de la construcción y los desarrolladores inmobiliarios en la toma de decisiones sobre proyectos futuros.

Chahua (2019) en su tesis "*Fibra metálica para la mejora del comportamiento sísmico en losas macizas de concreto armado en los centros comerciales, Callao 2019*". se enfocó en investigar el impacto de la inclusión de *fibras* metálicas en losas macizas de concreto armado para mejorar su comportamiento sísmico, específicamente en centros comerciales ubicados en la zona de Callao en el año 2019. Los objetivos

principales del estudio fueron evaluar las propiedades mecánicas y el comportamiento estructural de las losas de concreto reforzadas con fibras metálicas, así como determinar su eficacia para aumentar la resistencia a la flexión, la resistencia al corte y la capacidad de disipación de energía en comparación con las losas convencionales. A través de pruebas experimentales que implicaron cargas estáticas y dinámicas en muestras de losas de concreto armado con y sin fibras metálicas, se buscó examinar la respuesta estructural ante eventos sísmicos simulados. Las conclusiones del estudio revelaron que la inclusión de fibras metálicas en las losas de concreto armado condujo a mejoras significativas en la capacidad de carga, la ductilidad y la resistencia a la fisuración. Este resultado sugiere que el uso de fibras metálicas puede ser una estrategia efectiva para aumentar la seguridad y la resistencia sísmica de las estructuras en centros comerciales y otras edificaciones similares en áreas de alta actividad sísmica como el Callao. En resumen, el estudio proporciona una base sólida para considerar la implementación de fibras metálicas como una medida de refuerzo en el diseño y construcción de losas de concreto armado en entornos comerciales sísmicamente activos, contribuyendo así a la mitigación del riesgo sísmico y la seguridad estructural en dichas edificaciones.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

#### **2.2.1.1. INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL, INCLUYENDO LA CARGA, LA RESISTENCIA DE MATERIALES Y LA TEORÍA DE ESTRUCTURAS**

La ingeniería estructural es el campo de la ingeniería que se ocupa del diseño, análisis y construcción de estructuras que soportan cargas, como edificios, puentes y otras infraestructuras. Para comprender los principios básicos de la ingeniería estructural, es fundamental tener conocimientos sobre carga, resistencia de materiales y teoría de estructuras.

La carga se refiere a las fuerzas que actúan sobre una estructura, ya sea por su propio peso, cargas externas como la nieve, el viento o el tráfico, o por fuerzas internas como la tensión y la compresión. La capacidad de una estructura para resistir estas cargas depende de la resistencia de los materiales utilizados en su construcción y de cómo están dispuestos y conectados entre sí.

La resistencia de materiales es un área de estudio que se centra en comprender cómo los materiales responden a las fuerzas aplicadas. Esto implica conocer las propiedades mecánicas de los materiales, como la elasticidad, la resistencia a la tracción, la compresión y la flexión. La resistencia de materiales permite a los ingenieros determinar la capacidad de un material para soportar cargas sin deformarse o fallar.

La teoría de estructuras es el conjunto de principios y métodos utilizados para analizar y diseñar estructuras. Esto incluye entender cómo las fuerzas se transmiten a través de una estructura y cómo se distribuyen a lo largo de sus elementos componentes. La teoría de estructuras se basa en conceptos como la estática, la mecánica de sólidos deformables y la geometría estructural para predecir el comportamiento de una estructura bajo diferentes condiciones de carga.

#### **2.2.1.2. CONCEPTOS CLAVE RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE EDIFICACIONES, COMO LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL, LA CAPACIDAD DE CARGA Y LA DURABILIDAD**

El diseño de edificaciones implica considerar varios conceptos clave para garantizar la seguridad, funcionalidad y durabilidad de la estructura. Estos conceptos incluyen la estabilidad estructural, la capacidad de carga y la durabilidad.

La estabilidad estructural se refiere a la capacidad de una edificación para mantener su integridad y resistir las fuerzas que actúan sobre ella. Esto implica asegurarse de que la estructura esté equilibrada y que pueda soportar tanto las cargas verticales, como el peso propio y las cargas de uso, como las horizontales, como el viento o los movimientos sísmicos. La estabilidad estructural se logra mediante un diseño adecuado de los elementos estructurales, la selección de materiales apropiados y la implementación de sistemas de refuerzo cuando sea necesario.

La capacidad de carga es otro aspecto fundamental del diseño de edificaciones, que se refiere a la cantidad máxima de carga que una estructura puede soportar de manera segura sin sufrir deformaciones excesivas o colapsos. Esto incluye considerar tanto las cargas permanentes, como el peso propio de la estructura y las cargas variables, como el mobiliario y las personas que ocuparán el edificio. Para determinar la capacidad de carga de una edificación, los ingenieros realizan cálculos detallados utilizando métodos de Diseño estructural y teniendo en cuenta los requisitos de diseño establecidos por las normativas locales o internacionales.

La durabilidad es un aspecto crucial del diseño de edificaciones, que se refiere a la capacidad de la estructura para mantener su integridad y funcionalidad a lo largo del tiempo, resistiendo la degradación causada por factores ambientales, como la exposición a la humedad, la corrosión y el desgaste mecánico. Para lograr la durabilidad, es importante seleccionar materiales de construcción resistentes y aplicar técnicas de construcción adecuadas que minimicen la posibilidad de daños a lo largo del tiempo. Además, se deben realizar inspecciones periódicas y mantenimiento preventivo para garantizar que la estructura permanezca en condiciones óptimas durante toda su vida útil.

## **2.2.2. DISEÑO DE LOSAS MACIZAS**

### **2.2.2.1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE LOSAS MACIZAS, INCLUYENDO LOS DIFERENTES TIPOS DE CARGAS QUE DEBEN SOPORTAR Y LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL UTILIZADOS EN SU DISEÑO**

El diseño de losas macizas es un aspecto fundamental en la ingeniería estructural y la construcción de edificaciones. Las losas macizas son elementos horizontales de concreto armado que se utilizan para cubrir áreas de un edificio y distribuir las cargas hacia los elementos estructurales de soporte, como vigas y columnas. Para comprender los fundamentos del diseño de losas macizas, es crucial considerar los diferentes tipos de cargas que deben soportar y los métodos de análisis estructural utilizados en su diseño.

Las losas macizas están sujetas a una variedad de cargas, tanto estáticas como dinámicas. Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la losa, la carga muerta (como paredes, mobiliario y equipo) y la carga viva (como personas y vehículos). Las cargas dinámicas pueden incluir cargas sísmicas, cargas de viento y cargas por impacto. Es importante tener en cuenta todas estas cargas al diseñar una losa maciza para garantizar su estabilidad y seguridad estructural.

En cuanto a los métodos de análisis estructural utilizados en el diseño de losas macizas, hay varias técnicas comunes. Uno de los métodos más utilizados es el método de elementos finitos, que divide la losa en elementos pequeños para analizar su comportamiento bajo diferentes cargas. Este método permite a los ingenieros modelar con precisión el comportamiento de la losa y implementar su diseño para cumplir con los requisitos de resistencia y deformación.

Además del método de elementos finitos, se pueden emplear otros métodos de diseño estructural, como el método de losas

delgadas, el método de las líneas de fluencia y el método de las vigas continuas. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y limitaciones, y la elección del método adecuado depende de factores como la complejidad de la losa, las cargas aplicadas y los recursos disponibles para el diseño.

#### **2.2.2.2. REVISIÓN DE LAS NORMATIVAS Y CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN RELEVANTES QUE RIGEN EL DISEÑO DE LOSAS MACIZAS EN PERÚ**

En Perú, al igual que en muchos otros países, el diseño de losas macizas está regido por normativas y códigos de construcción que establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad para las estructuras. Estos códigos y normativas suelen ser elaborados por organismos gubernamentales, como el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Colegio de Ingenieros del Perú, y están basados en estándares internacionales reconocidos, como el Código Internacional de Construcción (International Building Code - IBC) y las normas de la American Concrete Institute (ACI).

En el caso específico de Perú, las normativas y códigos de construcción relevantes que rigen el diseño de losas macizas incluyen:

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): Este reglamento establece las disposiciones técnicas y administrativas para el diseño y la construcción de edificaciones en el territorio peruano. Incluye requisitos específicos para el diseño de estructuras de concreto armado, que son aplicables al diseño de losas macizas.

Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente: Esta norma establece los requisitos para el diseño de estructuras

sismorresistentes en Perú, incluyendo los criterios para el diseño de losas macizas que deben cumplir con las cargas sísmicas y las exigencias de resistencia y ductilidad especificadas en la norma.

Normas del American Concrete Institute (ACI): Aunque no son normativas peruanas, las normas del ACI suelen ser referenciadas en el diseño de estructuras de concreto en Perú. Específicamente, la norma ACI 318 proporciona los requisitos para el diseño de concreto estructural, incluyendo los criterios para el diseño de losas macizas.

Estas normativas y códigos de construcción establecen los parámetros técnicos y las metodologías de diseño que deben seguir los ingenieros en el diseño de losas macizas en Perú.

### **2.2.3. PLANCHAS METÁLICAS COMO REFUERZO ESTRUCTURAL**

#### **2.2.3.1. INVESTIGACIÓN SOBRE EL USO DE PLANCHAS METÁLICAS COMO REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO, INCLUYENDO LOS DIFERENTES TIPOS DE PLANCHAS DISPONIBLES, SUS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU EFICACIA COMO REFUERZO ESTRUCTURAL**

La investigación sobre el uso de planchas metálicas como refuerzo en estructuras de concreto es un tema de gran relevancia en la ingeniería estructural, que busca mejorar la resistencia y durabilidad de las estructuras de concreto mediante el refuerzo con materiales metálicos. Este enfoque se basa en la combinación de las propiedades mecánicas del concreto y el acero para implementar el comportamiento estructural y la capacidad de carga de las edificaciones.

Existen diferentes tipos de planchas metálicas que se pueden utilizar como refuerzo en estructuras de concreto, cada una con

características y propiedades mecánicas específicas. Algunos de los tipos más comunes incluyen:

**Planchas de acero estructural:** Estas planchas están fabricadas con acero de alta resistencia y suelen tener forma de láminas delgadas. Se utilizan para mejorar la resistencia a la tracción y la flexión del concreto, especialmente en elementos como vigas y losas.

**Mallas metálicas:** Las mallas metálicas consisten en una red de alambres de acero entrelazados que se colocan dentro del concreto durante la fase de construcción. Estas mallas proporcionan refuerzo distribuido en toda la estructura, mejorando su resistencia a la fisuración y la carga.

**Planchas perforadas:** Estas planchas presentan perforaciones regulares a lo largo de su superficie, lo que les confiere una mayor capacidad de adherencia al concreto. Se utilizan principalmente en aplicaciones donde se requiere una mayor resistencia al corte y la adherencia entre el concreto y el refuerzo metálico.

Las propiedades mecánicas de las planchas metálicas, como la resistencia a la tracción, la resistencia al corte y la ductilidad, son cruciales para determinar su eficacia como refuerzo estructural. Estas propiedades se evalúan mediante pruebas de laboratorio, como ensayos de tracción y flexión, para garantizar que el refuerzo metálico cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad especificados en las normativas de diseño.

La eficacia del refuerzo metálico en estructuras de concreto se evalúa mediante análisis estructurales y pruebas de carga, que permiten determinar cómo el refuerzo afecta el comportamiento estructural de la edificación bajo diferentes condiciones de carga y solicitaciones. Los estudios de investigación han demostrado que el uso de planchas metálicas como refuerzo puede mejorar

significativamente la resistencia y la capacidad de carga de las estructuras de concreto, así como su capacidad para resistir deformaciones y daños en caso de cargas extremas como sismos o vientos intensos.

### **2.2.3.2. ESTUDIO DE CASOS PREVIOS O INVESTIGACIONES RELEVANTES QUE HAYAN UTILIZADO PLANCHAS METÁLICAS EN EL REFUERZO DE LOSAS DE CONCRETO**

El estudio de casos previos e investigaciones relevantes sobre el uso de planchas metálicas en el refuerzo de losas de concreto ofrece una visión valiosa sobre la eficacia y la aplicación práctica de este método de refuerzo estructural. Estos estudios suelen incluir una variedad de proyectos de construcción donde se ha implementado este tipo de refuerzo, así como investigaciones experimentales que evalúan su desempeño en condiciones controladas.

Uno de los casos previos más comunes involucra la rehabilitación de estructuras existentes que presentan deterioro o deficiencias en su capacidad de carga. En estos casos, se han utilizado planchas metálicas para reforzar las losas de concreto debilitadas, mejorando su resistencia y prolongando su vida útil. Estos proyectos suelen incluir una evaluación detallada de las condiciones estructurales existentes, seguida de la instalación de planchas metálicas según un diseño específico que tenga en cuenta las cargas y solicitaciones esperadas.

Además de los casos de rehabilitación, también existen investigaciones que se centran en el diseño y la construcción de nuevas estructuras utilizando planchas metálicas como refuerzo desde la etapa inicial del proyecto. Estos estudios suelen evaluar la eficacia del refuerzo metálico en mejorar la resistencia y la durabilidad de las losas de concreto bajo diferentes condiciones de

carga y solicitaciones, como cargas estáticas y dinámicas, incluyendo cargas sísmicas y de viento.

Las investigaciones experimentales también son importantes para comprender mejor el comportamiento de las losas de concreto reforzadas con planchas metálicas en condiciones controladas de laboratorio. Estos estudios pueden incluir pruebas de carga estática y dinámica, así como diseños detallados del comportamiento estructural y las propiedades mecánicas del refuerzo metálico. Los resultados de estas investigaciones proporcionan datos cuantitativos que respaldan la eficacia del refuerzo metálico y pueden utilizarse para mejorar los métodos de diseño y construcción en futuros proyectos.

#### **2.2.4. OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL**

##### **2.2.4.1. CONCEPTOS DE OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL, INCLUYENDO MÉTODOS NUMÉRICOS Y ALGORITMOS UTILIZADOS PARA ENCONTRAR SOLUCIONES ÓPTIMAS EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS**

La optimización estructural es un campo de la ingeniería que se centra en encontrar la mejor configuración o diseño para una estructura dada, con el objetivo de minimizar el peso, maximizar la resistencia o cumplir con ciertos criterios de rendimiento específicos. Este proceso implica utilizar métodos numéricos y algoritmos para buscar soluciones óptimas que satisfagan las restricciones y objetivos establecidos.

Entre los métodos numéricos más comunes utilizados en la optimización estructural se encuentran los siguientes:

Métodos de optimización clásica: Estos métodos se basan en técnicas analíticas para encontrar soluciones óptimas, como el

método de los multiplicadores de Lagrange, el método de Newton-Raphson y el método de la gradiente descendente. Estos métodos pueden ser efectivos para problemas simples y bien definidos, pero pueden resultar computacionalmente costosos o no ser adecuados para problemas complejos.

**Métodos de optimización heurística:** Estos métodos utilizan algoritmos de búsqueda metaheurística para explorar el espacio de soluciones en busca de soluciones óptimas. Algunos ejemplos incluyen el algoritmo genético, el recocido simulado, la búsqueda tabú y los algoritmos de enjambre de partículas. Estos métodos son útiles para problemas complejos donde no se dispone de una solución analítica y se pueden encontrar soluciones aceptables en un tiempo razonable.

**Implementación basada en modelos:** Este enfoque implica la creación de un modelo matemático o computacional de la estructura y la utilización de software de estructural para evaluar el rendimiento de diferentes diseños. Se pueden utilizar técnicas como la optimización basada en restricciones, la optimización multicriterio y la optimización topológica para explorar una amplia gama de posibles diseños y encontrar soluciones óptimas.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Diseño estructural:** Es el proceso de crear sistemas seguros y eficientes. Su enfoque equilibra resistencia, estética y funcionalidad (Fuente: Hibbeler, R.C. (2011). "Engineering Mechanics: Statics.").
- **Planchas metálicas:** Son láminas delgadas de metal, utilizadas en la construcción y la industria debido a su resistencia y maleabilidad (Fuente: Beer, F.P. et al. (2015). "Mechanics of Materials").
- **Losa maciza:** Es un elemento estructural de concreto sin vigas ni nervaduras, usado para cubrir áreas grandes, transmitir cargas y mejorar

la estabilidad de edificaciones (Fuente: Nilson, A.H. et al. (2010). "Design of Concrete Structures").

- **Modelamiento:** En ingeniería es el proceso de representar sistemas físicos mediante modelos matemáticos o computacionales para entender su comportamiento y tomar decisiones informadas (Fuente: Luenberger, D.G. (1997). "Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models, and Applications").
- **ETABS:** Es un software de análisis y diseño de estructuras utilizado en ingeniería civil. Permite modelar y analizar edificaciones para evaluar su comportamiento estructural (Fuente: Computers and Structures, Inc. (2021). "ETABS User's Manual").

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

**Hi:** La implementación de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023 mejora la eficiencia del diseño estructural al implementar la resistencia, estabilidad y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes

**H0:** La integración de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023 no mejora la eficiencia del diseño estructural al implementar la resistencia, **estabilidad** y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Planchas metálicas

#### **INDICADORES**

- Espesor
- Sección
- Material
- Resistencia

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Diseño estructural

#### **INDICADORES**

- Desplazamiento
- Cortante basal
- Periodo de vibración
- Factor de zona
- Peso sísmico

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Planchas metálicas	Variable dependiente	Plancha Acanalada	❖ Espesor	
			❖ Sección	
			❖ Material	
			❖ Resistencia	
Diseño estructural	Variable Independiente	Diseño dinámico	❖ Desplazamiento	Discreta
			❖ Cortante basal	
			❖ Periodo de vibración	
		Diseño estático	❖ Factor de zona	
			❖ Peso sísmico	
			❖ Excentricidad accidental	

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

Graziano Raulin, M. L. & Raulin (2019) definen la investigación **cuantitativa** como el proceso de recolección y análisis de datos numéricos para comprender fenómenos sociales, psicológicos o científicos. En este tipo de investigación, se utilizan métodos estadísticos y técnicas de análisis para examinar patrones, relaciones y asociaciones entre variables.

Esta investigación adopto un carácter cuantitativo debido a que los resultados se consiguieron mediante el diseño de datos utilizados para evaluar las hipótesis. Para obtener dichos datos se consultaron diversas fuentes nacionales y normativas de ingeniería de edificación y estructuras que cumplan con los parámetros sísmicos necesarios.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación **explicativa**, según Graziano Raulin, M. L. & Raulin (2019), implica un análisis en profundidad de las relaciones causales entre variables. Este tipo de investigación busca comprender por qué ocurren ciertos fenómenos o eventos, centrándose en identificar las relaciones de causa y efecto.

Esta investigación adoptó un carácter explicativo, ya que se analizaron las características del edificio de cinco niveles, los sistemas estructurales presentes, el tipo de suelo, los parámetros sísmicos, los coeficientes de zona sísmica y la altura total. Además, se llevaron a cabo Diseño ponderados de acuerdo con las normativas nacionales de construcción.

##### 3.1.3. DISEÑO

Según Mittenfelner & Ravitch (2019) la investigación **no experimental** se caracteriza por su enfoque en la comprensión y exploración de fenómenos, situaciones o procesos sin manipular intencionalmente variables o aplicar un diseño experimental específico.

Esta investigación adopto un carácter no experimental, lo que significa que no se intervino en el proceso de manera experimental, esto debido a que para realizar el diseño de la edificación se utilizaron parámetros sismorresistentes ya establecidos en la normativa.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Kalton (2021) define a la población como al conjunto de personas, objetos, eventos o fenómenos que poseen una característica común y que puede ser definida de diversas maneras, dependiendo del contexto y los objetivos de la investigación.

Para esta investigación, las edificaciones de cinco niveles que se encuentren en Amarilis, Huánuco fueron consideradas como la población, dado que este número de pisos es el más frecuente en la ciudad de Amarilis.

### **3.2.2. MUESTRA**

Según Kalton (2021) la muestra es un grupo derivado de la población que se selecciona para participar en un estudio o investigación. La selección de la muestra debe realizarse de manera aleatoria o probabilística para garantizar la representatividad y la validez de los resultados obtenidos.

Para esta investigación, se empleó una muestra no probabilística que consistía en edificaciones de concreto armado de cinco niveles. Esto

debido a que las edificaciones con menos niveles no experimentan un desplazamiento y período de vibración natural significativos, por lo que la implementación de este tipo de sistemas en edificaciones más pequeñas tendría poco impacto en la estructura.

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. TÉCNICAS**

Según el editor Liamputtong (2018) la observación como técnica de recolección de datos en la investigación científica implica que los investigadores observen y registren directamente el comportamiento, interacciones o sucesos relevantes en su contexto natural, sin intervenir activamente en ellos.

La técnica principal que se utilizó para la recolección de información en esta investigación fue la observación. Se observó la zona de ubicación de la edificación con el objetivo de comprender los parámetros de resistencia sísmica de acuerdo a la norma E030. Sin embargo, antes de esto, se llevó a cabo un análisis del suelo siguiendo la normativa E050 para determinar el ángulo de cohesión interna y la capacidad de carga del suelo.

#### **3.3.2. INSTRUMENTOS**

Ficha de recolección de datos: Se elaboraron fichas de recolección de datos con el fin de determinar la capacidad de carga del suelo, lo que permitió establecer los parámetros de resistencia sísmica del sitio y realizar un análisis y diseño estructural adecuados.

### **3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para presentar los datos, se comenzó con el levantamiento topográfico y la evaluación de las propiedades físicas del suelo, estos datos fueron

fundamentales para el desarrollo del plano arquitectónico y para definir los parámetros sismorresistentes. Todo esto se realizó siguiendo el reglamento nacional de edificaciones. Una vez conseguimos estos datos, se llevó a cabo el predimensionamiento de los elementos estructurales y la losa maciza utilizando plantillas en Excel. Luego, se modelaron en el software ETABS y se realizó el Diseño sismorresistente de la losa maciza y se llevaron a cabo las verificaciones planteadas en los objetivos.

### **3.5. PARA EL DISEÑO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Comenzó la investigación con la recopilación de información bibliográfica para obtener una idea preliminar de la configuración estructural. Luego, se llevó a cabo un levantamiento topográfico del sitio y un estudio de mecánica del suelo para elaborar fichas técnicas que identifiquen sus características. Se realizará el predimensionamiento de los elementos estructurales utilizando diversas fuentes bibliográficas. Posteriormente, se empleó el software ETABS para modelar y diseñar la losa maciza, siguiendo las normativas del Reglamento Nacional de Edificación (RNE), especialmente las normas E.020, E.030 y E.060. Finalmente, los resultados se analizaron en una hoja de cálculo de Excel y se elaboró el plano estructural utilizando el software AUTOCAD.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. OBSERVACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

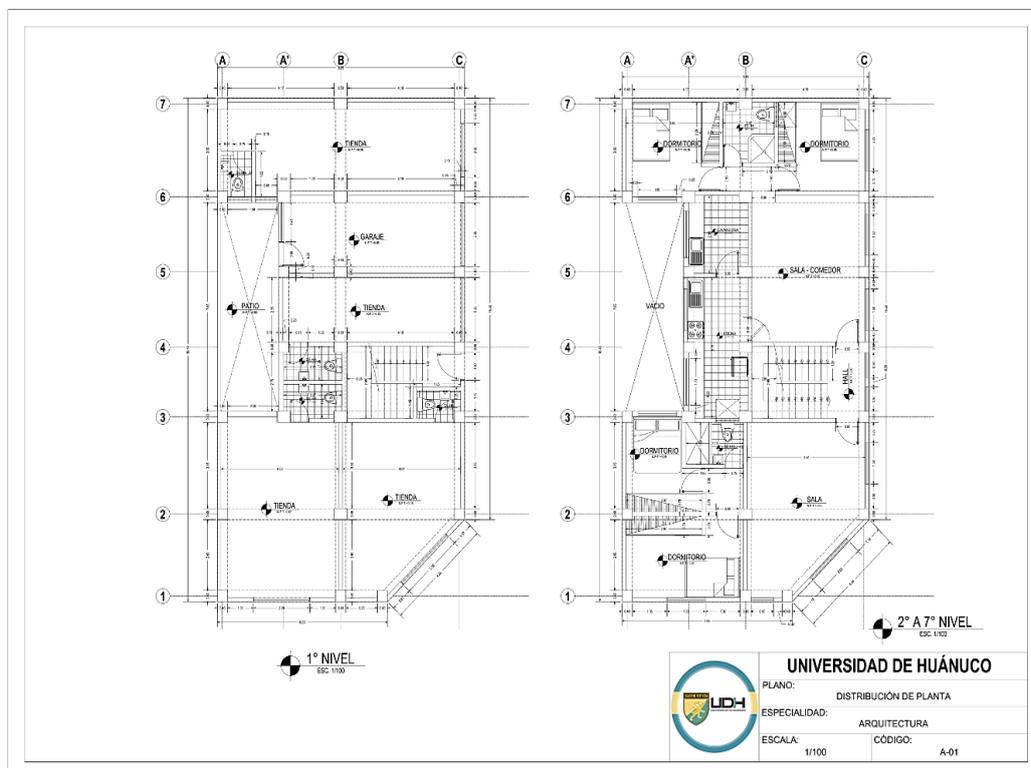
**Tabla 2**  
*Datos de la edificación*

FICHA DE CARACTERIZACIÓN ARQUITECTÓNICA	
<b>UBICACIÓN</b>	
DISTRITO	AMARILIS
PROVINCIA	HUÁNUCO
REGIÓN	HUÁNUCO
<b>DIMENSIONES</b>	
LARGO	18.40 m
ANCHO	9.65 m
ÁREA	177.56 m <sup>2</sup>
# DE PISOS	5
ALTURA DE ENTRE PISO	3.00 m
ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	15.00 m
<b>DISTRIBUCIONES</b>	
<b>PRIMER NIVEL</b>	
USO COMERCIAL	
04 ESPACIOS DE USO COMERCIAL	
03 SSHH	
01 PATIO	
<b>SEGUNDO NIVEL</b>	
DEPARTAMENTO UNIFAMILIAR	
04 HABITACIONES	
01 BAÑO	
01 LAVANDERÍA	
02 SSHH	
01 SALA COMEDOR	
01 HALL	
01 TRAGALUZ	
01 SALA	

*Nota.* La edificación tomada en cuenta para el Diseño se caracteriza por la utilización en el primer nivel como una distribución para comercio, mientras que los niveles superiores fueron diseñados para el uso de departamentos unifamiliares los cuales

constan de 04 pisos teniendo en total 05 pisos de edificación, la altura de entrepiso estimada para el diseño fue de 3.00 m con lo cual la altitud de la edificación se estimó en 15.00 m de altura.

**Figura 1**  
*Plano de distribución arquitectónica*

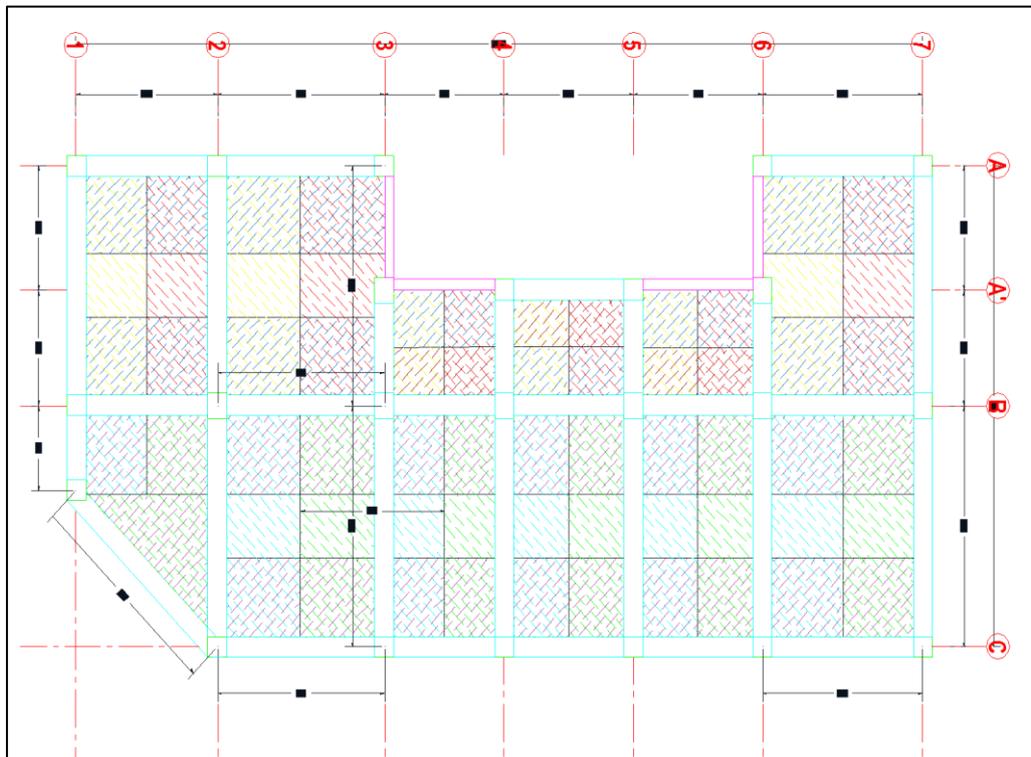


*Nota.* La identificación de las dimensiones del terreno con el que se cuenta se determinó con un levantamiento topográfico del lote proyectado, la distribución de los ambientes y usos se diseñó con las limitaciones y especificaciones que presenta la Norma NTE A010 “Condiciones generales de diseño”, de la edificación se pudo identificar que cuenta con un frente de 18.40 m y un ancho de 9.65 m ubicado en una esquina el cual facilita la aplicación de una distribución comercial en el primer nivel. Se identificó de la misma forma que por la parte trasera colinda con un terreno sin construcción y por el lado opuesto se identificó una vivienda simple aparentemente con una estructura confinada.

#### 4.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

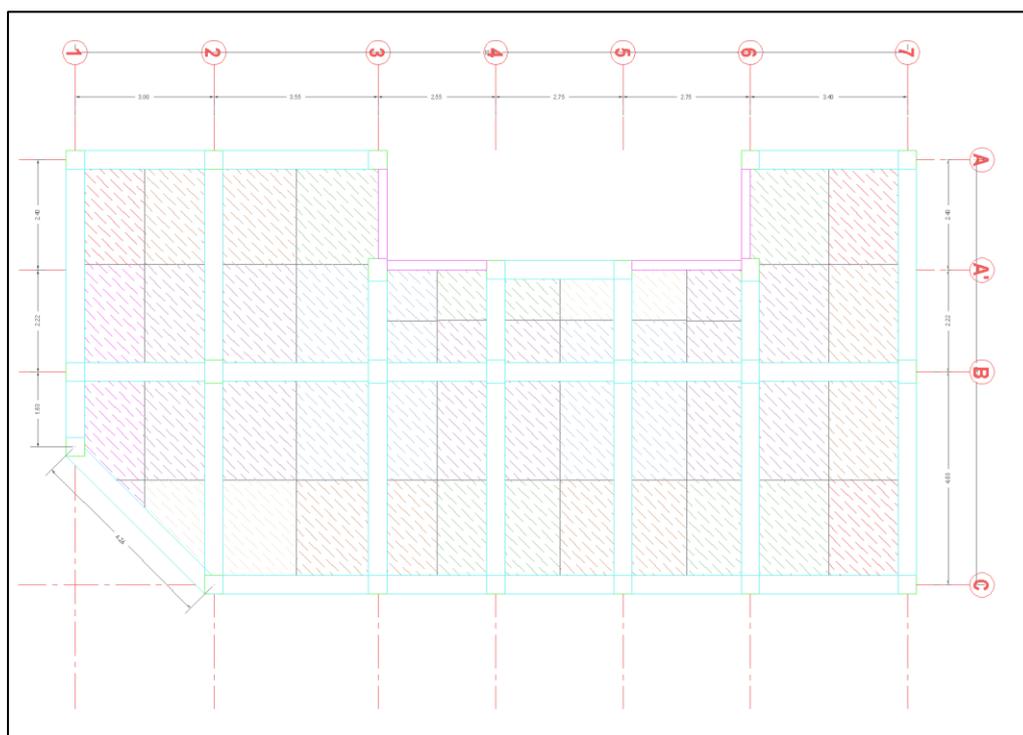
Teniendo en cuenta la distribución arquitectónica planteada se comenzó con la estimación de las dimensiones preliminares para los elementos de concreto armado, el procedimiento de Predimensionamiento se realizó a partir del análisis por gravedad preliminarmente, a posterior el modelo fue reajustado para cumplir con los parámetros de estabilidad y rigidez estructural que plantea la norma de concreto armado.

**Figura 2**  
*Determinación de anchos tributarios de vigas*



*Nota.* Teniendo en cuenta la distribución de muros y una distribución preliminar de columnas y vigas se procedió a estimar los anchos tributarios para cada uno de los elementos a fin de estimar el análisis preliminar solo en la zona más crítica a fin de uniformizar el resto de los elementos estructurales para un reajuste.

**Figura 3**  
*Determinación de anchos tributarios de columnas*



*Nota.* Teniendo en cuenta la distribución de muros y una distribución preliminar de columnas y vigas se procedió a estimar los anchos tributarios para cada uno de los elementos a fin de estimar el diseño preliminar solo en la zona más crítica a fin de uniformizar el resto de los elementos estructurales para un reajuste.

**Tabla 3**  
*Características de los materiales*

FICHA DE PREDIMENSIONAMIENTO		
DATOS DE MATERIALES		
TIPO	RESISTENCIA	P. ESPECIF.
CONCRETO	280 kg/cm <sup>2</sup>	2400 kg/m <sup>3</sup>
ACERO	4200 kg/cm <sup>2</sup>	7800 kg/m <sup>3</sup>

*Nota.* Inicialmente para el Predimensionamiento de los elementos estructurales se requiere definir la calidad de los materiales que serán utilizados en la estructuración de cada uno de los elementos, debido a que esta edificación tiene una altura de 15 m y cuenta con 5 niveles se optó por estructurarlo con un concreto de resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> y por parte del acero se usará el acero común de grado 60 con una resistencia a la fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 4**  
*Predimensionamiento de losa maciza*

<b>FICHA DE PREDIMENSIONAMIENTO</b>		
<b>LOSA MACIZA</b>		
<b>ÍTEM</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>VALOR</b>
L1 (MAYOR)	-	4.60 m
L2 (MENOR)	-	3.55 m
e MÍN	L1/40	0.115 m
e MÁX	H <sub>alig</sub>	0.15 m
e ACI	FF	0.106 m
B	L1/L2	1.3
TIPO DE LOSA	-	2 DIRECCIONES
ESPESOR	-	0.20 m

*Nota.* Inicialmente el modelo estructural será analizado con una estructura de losa maciza que para efectos del modelo es el más simplificado que se realice, dentro de ello se determinó a partir de la distribución de las áreas tributarias que el lado mayor de luz es de 4.60 m y el lado menor de 3.55 m correspondiente al paño más crítico, con ello se determinaron 3 diferentes espesores de losa que fueron de 0.115, 0.15 y 0.106 m y por la relación de los lados al ser menor a un factor 2 se estimó que la losa maciza se compondría con acero en 2 direcciones con un espesor preliminar de 0.20 m.

**Tabla 5**  
*Predimensionamiento de vigas*

<b>FICHA DE PREDIMENSIONAMIENTO</b>	
<b>VIGAS PRINCIPALES</b>	
<b>ÍTEM</b>	<b>VALOR</b>
LUZ MAYOR	4.63 m
ANCHO TRIBUTARIO	3.05 m
CARGA VIVA	400 kg/m <sup>2</sup>
CARGA MUERTA	790 kg/m <sup>2</sup>
SOBRECARGA ENTREPISO	400 kg/m <sup>2</sup>
BASE	0.25 m
PERALTE	0.50 m
<b>VIGAS SECUNDARIAS</b>	
<b>ÍTEM</b>	<b>VALOR</b>
LUZ MAYOR	3.55 m
ANCHO TRIBUTARIO	2.32 m
CARGA VIVA	400 kg/m <sup>2</sup>
CARGA MUERTA	790 kg/m <sup>2</sup>
SOBRECARGA ENTREPISO	400 kg/m <sup>2</sup>
BASE	0.25 m
PERALTE	0.40 m

*Nota.* Con la identificación de las áreas tributarias y las luces de esfuerzo que cada viga presentó se pudo estimar que los valores críticos para la luz de la viga principal fue de 4.63 m al cual correspondió un ancho tributario de 3.05 m según las características de la edificación se determinó que la carga viva crítica por el tipo de edificación fue de 400 kg/m<sup>2</sup>, la carga muerta se estimó en 790 kg/m<sup>2</sup> y una sobrecarga de entrepiso de 400 kg/m<sup>2</sup>, con dichos valores se pudo determinar los valores preliminares de dimensión los cuales fueron de 0.25 x 0.50 m. Para el caso de la viga secundaria teniendo en cuenta los criterios similares se pudo estimar sus dimensiones en 0.25 x 0.40 m.

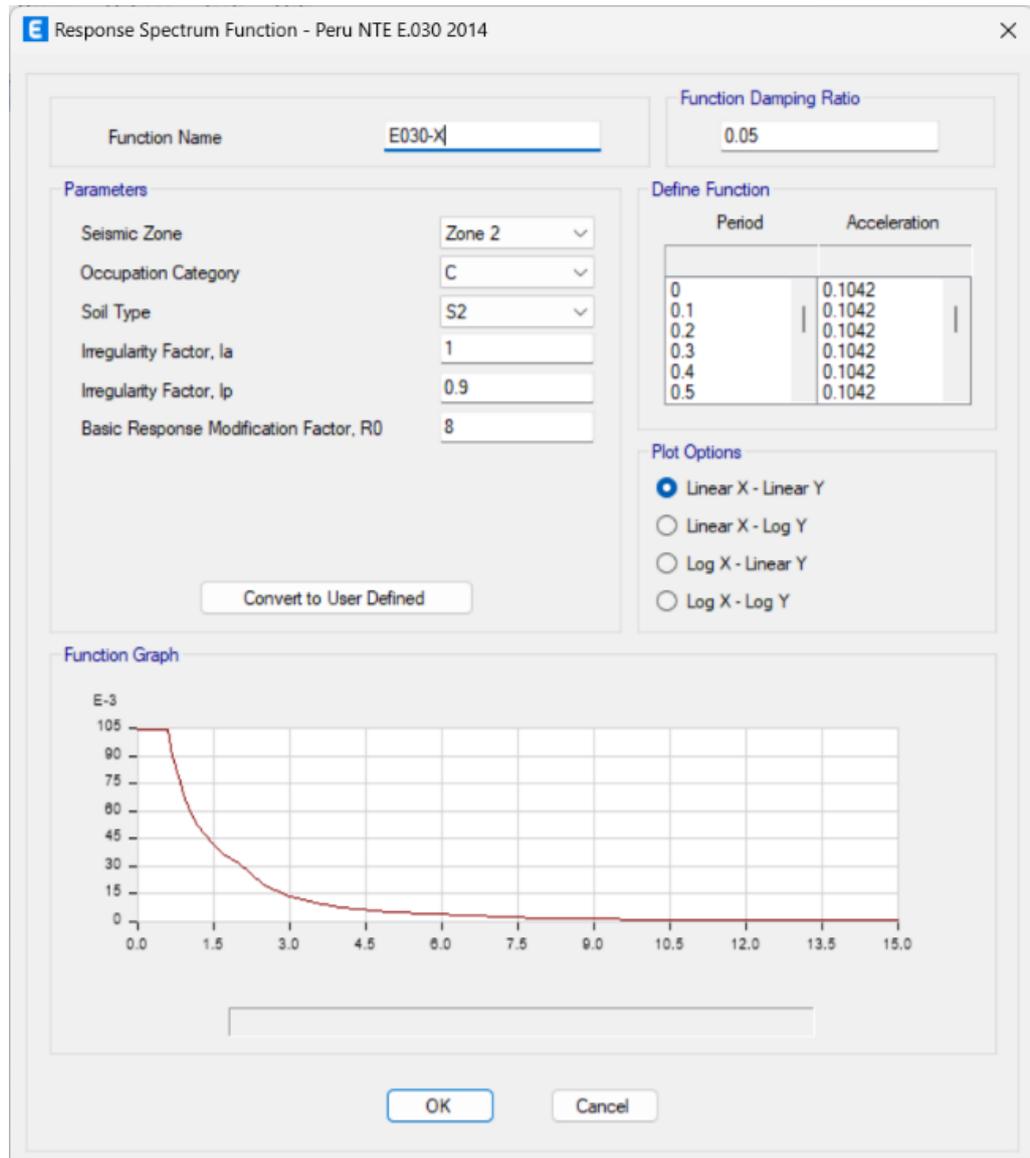
**Tabla 6**  
*Predimensionamiento de columnas*

FICHA DE PREDIMENSIONAMIENTO			
COLUMNAS			
ÍTEM		VALOR	
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN		C	
ZONA SÍSMICA		2	
TIPO DE SUELO		S2	
PERIODO FUNDAMENTAL		1	
ALTURA DE EDIFICACIÓN		15	
U		1	
Z		0.25	
Tp (s)		0.6	
S		0.15	
CT		35	
T		0.6	
C		2.5	
ZUCS		0.72	
CARGA MUERTA		630 kg/m <sup>2</sup>	
CARGA VIVA		500 kg/m <sup>2</sup>	
ALTURA DE PRIMER NIVEL		3.00 m	
# DE COLUMNAS		23	
CE-1	0.30 m	0.35 m	
CC-2	0.45 m	0.45 m	
CL-3	0.40 m	0.35 m	

*Nota.* Para la estimación del Predimensionamiento de las columnas por el método de la gravedad se requirió elaborar una caracterización de la zona sísmica, de suelo y de otros parámetros que fueron necesarios para la determinación de los coeficientes de Predimensionamiento, es así que para el diseño de la edificación se pudo determinar que es de categoría C al ser de uso de vivienda y comercial, la región de Huánuco en gran parte de su territorio comprende una zona sísmica Tipo 2, de la caracterización del suelo elaborado a partir de la calicata se pudo determinar que el tipo de suelo es S2, el periodo fundamental de la edificación es de 1, el factor U se determinó en 1, Z en 0.25, así se determinó que el factor ZUCS para la zona es de 0.72, los valores de carga muerta se estimaron en 630 kg/m<sup>2</sup>, la carga viva en 500 kg/m<sup>2</sup>, preliminarmente en la edificación se tomaron un total de 23 columnas, con ello se lograron identificar las secciones preliminares de columnas las cuales fueron de 0.30 x 0.35, 0.45 x 0.45 y 0.40 x 0.35 m.

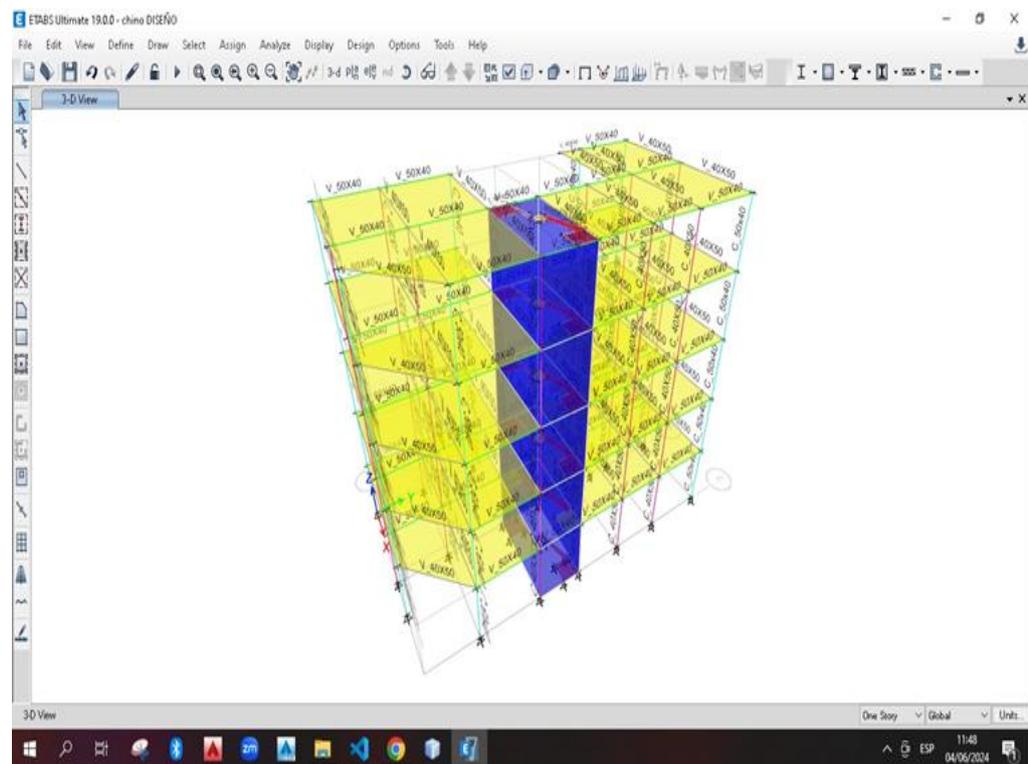
### 4.1.3. DISEÑO DE PÓRTICOS INICIALES

**Figura 4**  
*Condiciones del modelo*



*Nota.* Preliminar al inicio del modelo se requiere ingresar tanto el tipo de materiales que serán utilizados en el modelamiento, las secciones, los casos modales, los patrones de cargas y el espectro de respuesta, en el presente modelo se cargó un modelo de espectro de la norma E.030 el cual viene precargado en el software, a ello se colocó a la edificación en una zona sísmica 2, la categoría C, un tipo de suelo S2, un factor de irregularidad de altura de 1 ya que no presenta una asimetría, un factor de irregularidad en planta de 0.9 ya que se identificó de la distribución la presencia de esquinas entrantes considerables y un factor de corrección de 8 ya que se está modelando un edificio de tipo aporticado.

**Figura 5**  
*Modelo ETABS – Aporticado Predimensionado*



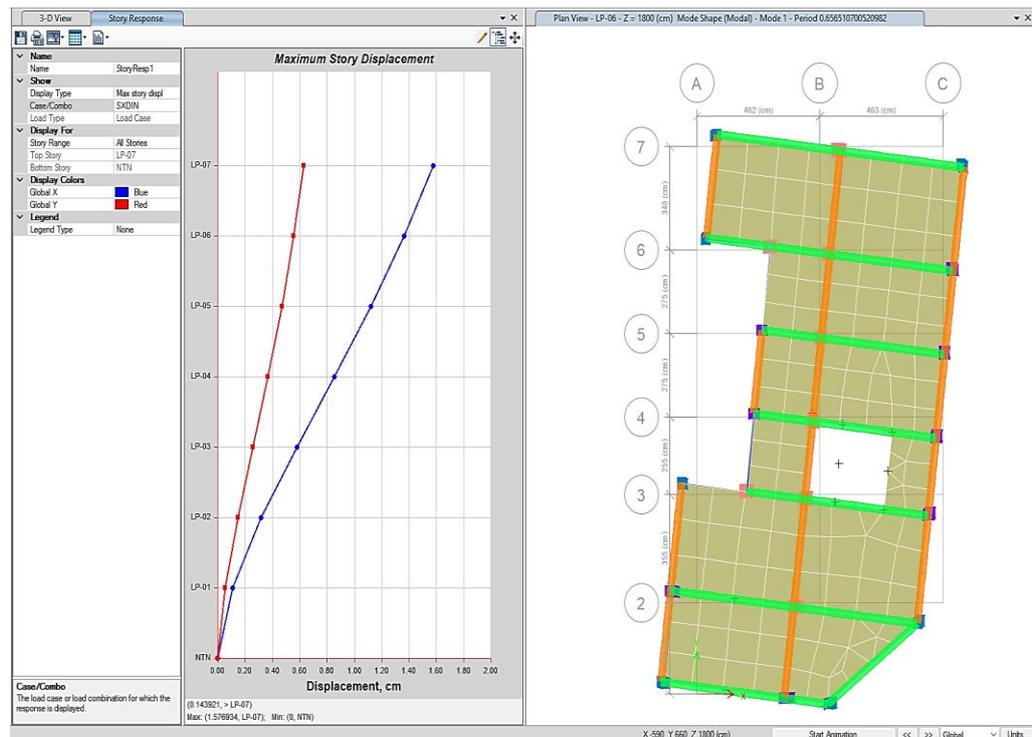
*Nota.* El modelo elaborado en el software ETABS fue realizado con las dimensiones del predimensionamiento presentado en el apartado anterior, dicho modelo fue cargado con los valores de las cargas de la tabiquería que se consideró en el planteamiento arquitectónico de la edificación, a ello se le adicionaron los casos modales de Diseño establecido en la norma ACI ya que dichos parámetros son los fundamentales precargados en el software de modelación estructural.

**Tabla 7**  
*Diseño de periodos de vibración por casos modales*

PERIODOS DE VIBRACIÓN POR PARTICIPACIÓN MODAL	
MODO	PERIODO
1	0.657
2	0.524
3	0.450

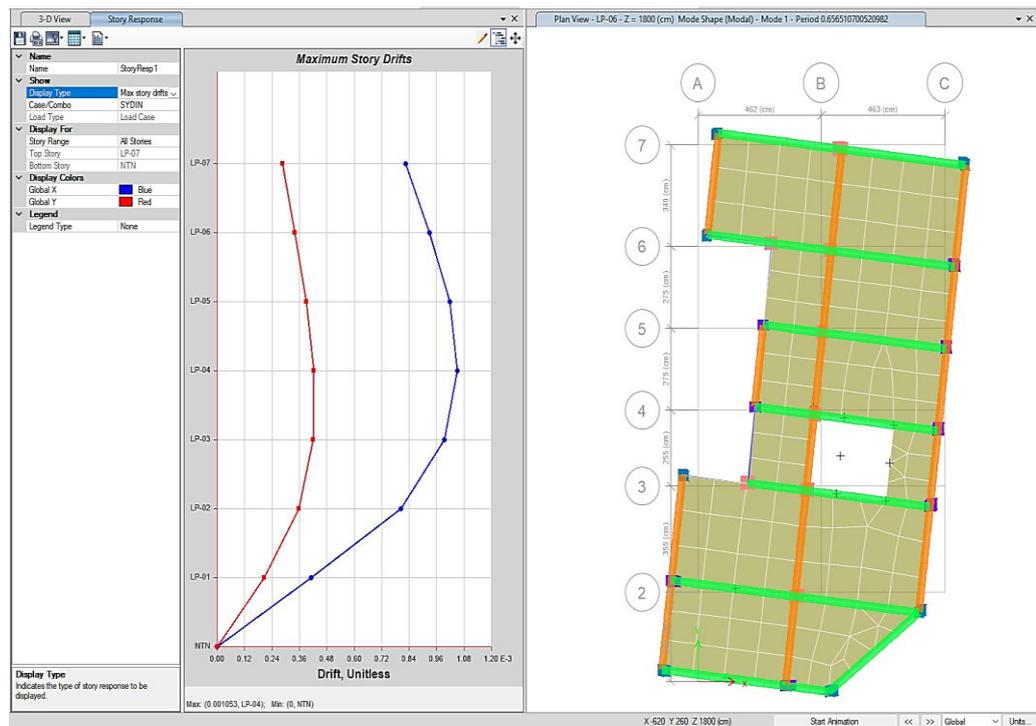
*Nota.* Para la edificación considerada se tuvieron en cuenta un total de 21 casos modales ya que se contaron con 5 pisos de edificación y cada piso cuenta con 3 grados de libertad, según la norma de Diseño sismorresistente se tiene que analizar los periodos en los 3 primeros casos modales y dentro de ello se debe presentar una traslación en los 2 primeros modos y en tercer modo se debe estimar el efecto de torsión de la edificación, el cual se cumple para el modelo, con ello se pudo determinar que el periodo de vibración crítico es de 0.657 el cual es menor al 10% de la cantidad de pisos (0.5) por lo cual se considera aceptable.

**Figura 6**  
*Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado X-X*



*Nota.* Del espectro estimado para los casos modales de sismo se estimaron los desplazamientos máximos, para el caso de la edificación aporticada predimensionada se llegó a estimar que el desplazamiento máximo en el sentido X-X fue de 1.569 cm.

**Figura 7**  
*Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado Y-Y*



*Nota.* Del espectro estimado para los casos modales de sismo se estimaron las derivas máximas, para el caso de la edificación aporticada predimensionada se llegó a estimar que la deriva máxima en el sentido Y-Y fue de 0.001053 cm.

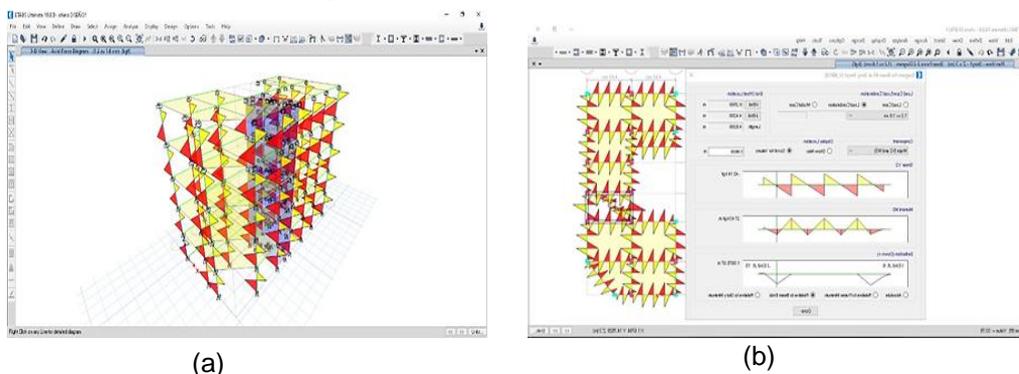
La caracterización de los desplazamientos y las derivas que presenta el modelo estructural se analizaron en ambos sentidos del sismo, los valores restantes se encuentran anexados en la parte final del informe en ambos sentidos y para todos los casos analizados en la presente investigación.

**Tabla 8**  
*Diseño de derivas y desplazamientos - Aporticado Predimensionado*

<b>DISEÑO DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTO NTE E.030-2018</b>		
<b>DIRECCIÓN X-X</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SÍSMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. X-X		1.57 cm
MÁX. DESP REAL		10.68 cm
MÁX. DERIVA X-X		0.000921
REV. DERIVA DE PISO	0.0073	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.88	<2.10 CM
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. Y-Y		1.8
MÁX. DESP REAL		12.25
MÁX. DERIVA Y-Y		0.001053
REV. DERIVA DE PISO	0.072	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	2.15	<2.10 CM

*Nota.* Los valores de deriva y desplazamiento fueron analizados a partir de la NTE E.030-2018, en dicha norma se establece que para edificaciones de concreto armado el máximo valor de deriva es de 0.007 cm, dicho valor para la edificación modelada en el eje X-X se estimó en 0.0063 el cual se encuentra dentro de los límites del deriva, mientras que para el sismo aplicado en el eje Y-Y genera una deriva de 0.072 cm siendo este valor muy superior a los límites admisibles dentro de la caracterización del diseño de concreto armado.

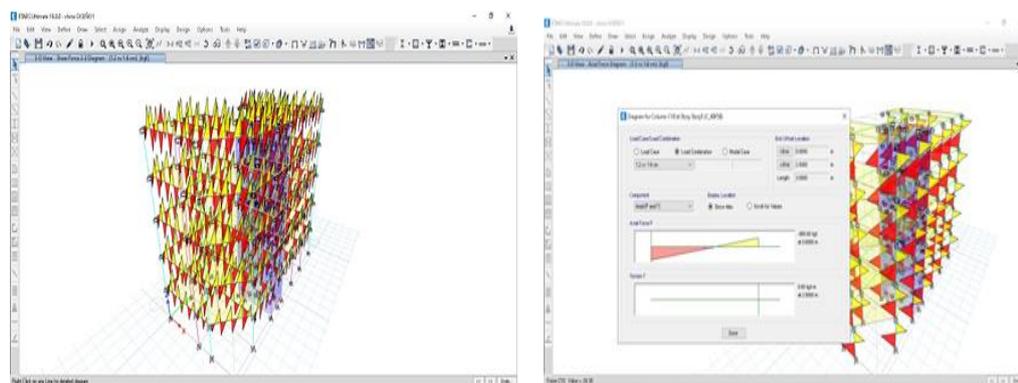
**Figura 8**  
*Diseño de momentos en viga crítica - Aporticado Predimensionado*



*Nota.* El Diseño de momentos máximos se analizó en la viga más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al primer nivel entre los Ejes B-C en el Eje 3, se determinó que el valor de momento máximo es de 5532.54 kgf.m a 2.98 m del inicio de la viga. (a) Momentos de toda la estructura. (b) Momentos en la viga crítica.

**Figura 9**

*Diseño de cortantes en columna crítica - Aporticado Predimensionado*



(a)

(b)

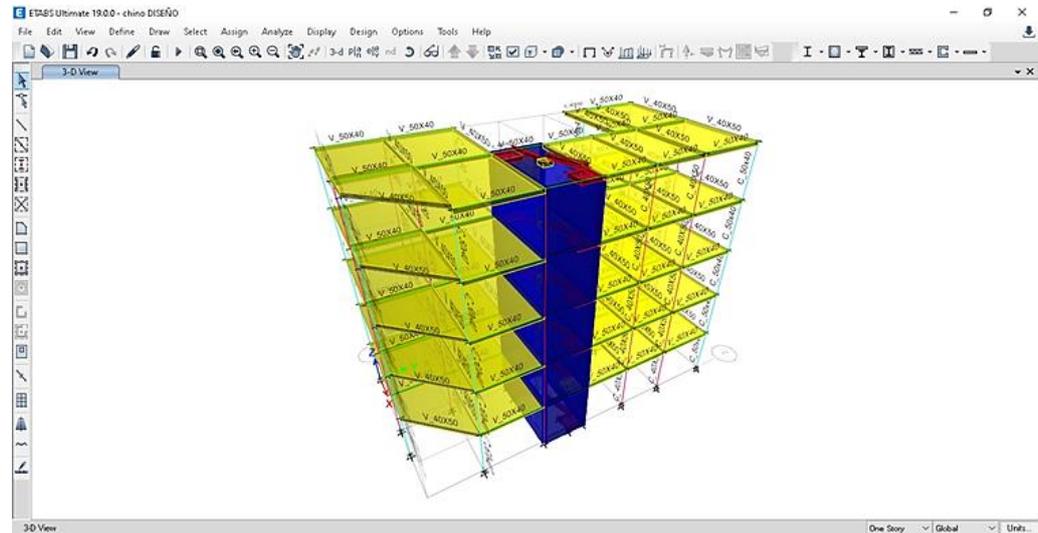
Nota. El Diseño de cortante máxima se analizó en la columna más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al cuarto nivel entre los Ejes 5-C, se determinó que el valor de cortante máxima es de 1230.37 kgf a 2.50 m del inicio de la columna. (a) Cortante de toda la estructura. (b) Cortante en la columna crítica.

A partir de la identificación que los valores de deriva en el sentido Y-Y no cumple con los límites establecidos según la normativa se optó por incrementar los valores de peralte de columnas en dicho sentido, a partir de ello en el software ETABS se llevó a cabo la estimación de nuevos periodos de vibración, derivas y desplazamientos para la optimización de los valores de sección de los elementos de concreto.

#### 4.1.4. DISEÑO DE PÓRTICOS REDIMENSIONADOS

Se redimensionaron las columnas y vigas de la edificación, teniendo en cuenta así un nuevo modelo que fue sometido inicialmente a un Diseño de derivas igual que el procedimiento anterior del cual se obtuvo lo siguiente:

**Figura 10**  
*Modelo ETABS – Losa maciza*



*Nota.* Para el modelo optimizado se tomaron en cuenta secciones de columna de 50x40 y 40x40 cm y las vigas se redimensionaron a 40x50 y 40x45, la losa maciza del modelo incrementó su espesor a 25 cm con la finalidad de dar una rigidez frente a los efectos de torsiones que presenta edificación.

**Tabla 9**  
*Diseño de periodos de vibración por casos modales*

PERIODOS DE VIBRACIÓN POR PARTICIPACIÓN MODAL	
MODO	PERIODO
1	0.616
2	0.506
3	0.439

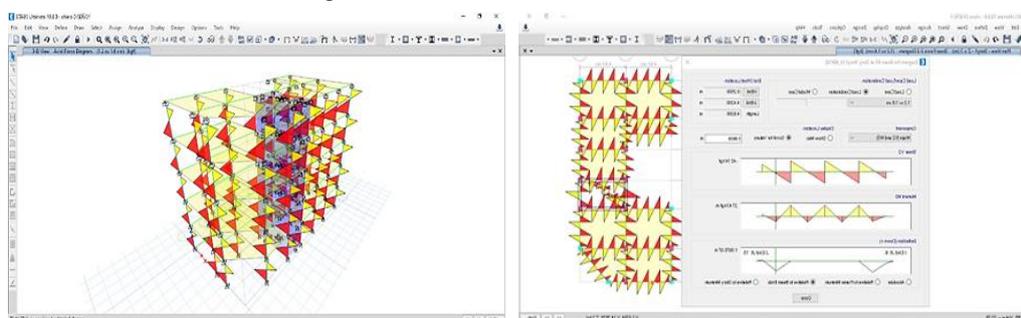
*Nota.* Para la edificación considerada se tuvieron en cuenta un total de 15 casos modales ya que se contaron con 5 pisos de edificación y cada piso cuenta con 3 grados de libertad, según la norma de Diseño sismorresistente se tiene que analizar los periodos en los 3 primeros casos modales y dentro de ello se debe presentar una traslación en los 2 primeros modos y en tercer modo se debe estimar el efecto de torsión de la edificación, el cual se cumple para el modelo, con ello se pudo determinar que el periodo de vibración crítico es de 0.616 el cual es menor al 10% de la cantidad de pisos (0.5) por lo cual se considera aceptable.

**Tabla 10**  
*Diseño de derivas y desplazamientos - Losa maciza*

DISEÑO DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTO NTE E.030-2018		
DIRECCIÓN X-X		
ÍTEM		VALOR
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. X-X		1.41
MÁX. DESP REAL		9.57
MÁX. DERIVA X-X		0.000821
REV. DERIVA DE PISO	0.0076	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.67	<2.10 CM
DIRECCIÓN Y-Y		
ÍTEM		VALOR
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. Y-Y		1.61
MÁX. DESP REAL		10.94
MÁX. DERIVA Y-Y		0.000938
REV. DERIVA DE PISO	0.0064	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.91	<2.10 CM

*Nota.* Los valores de deriva y desplazamiento fueron analizados a partir de la NTE E.030-2018, en dicha norma se establece que para edificaciones de concreto armado el máximo valor de deriva es de 0.007 cm, dicho valor para la edificación modelada en el eje X-X se estimó en 0.0076 el cual se encuentra dentro de los límites del deriva, mientras que para el sismo aplicado en el eje Y-Y genera una deriva de 0.0064 cm siendo este valor inferior a los límites admisibles dentro de la caracterización del diseño de concreto armado.

**Figura 11**  
*Diseño de momentos en viga crítica - Losa maciza*



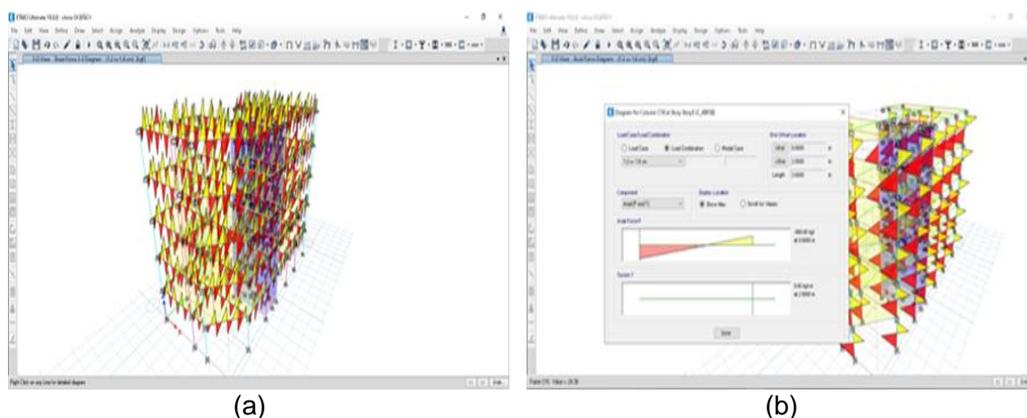
(a)

(b)

*Nota.* El diseño de momentos máximos se analizó en la viga más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al primer nivel entre los Ejes B-C en el Eje 3, se determinó que el valor de momento máximo es de 6338.79 kgf.m a 2.98 m del inicio de la viga. (a) Momentos de toda la estructura. (b) Momentos en la viga crítica.

**Figura 12**

*Diseño de cortantes en columna crítica - Losa maciza*



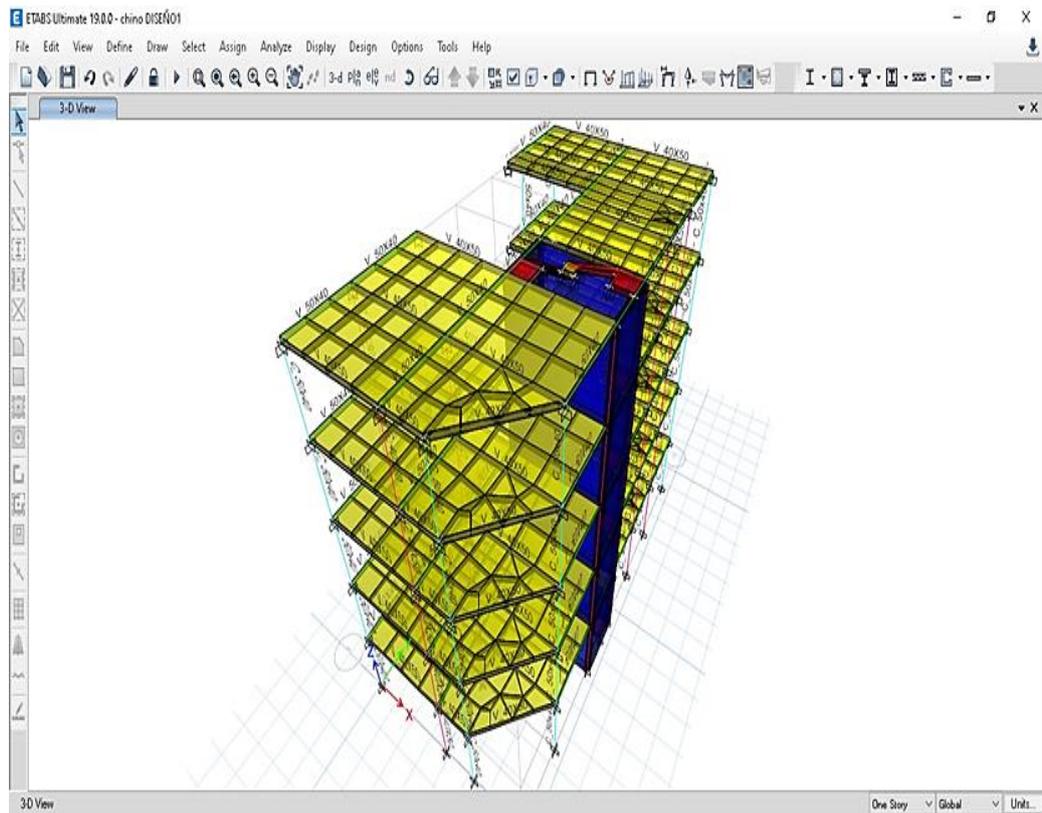
*Nota.* El diseño de cortante máxima se analizó en la columna más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al cuarto nivel entre los Ejes 5-C, se determinó que el valor de cortante máxima es de 1891.82 kgf a 2.50 m del inicio de la columna. (a) Cortante de toda la estructura. (b) Cortante en la columna crítica.

De los resultados obtenidos para el modelo de la losa maciza se pudo concluir que a comparación con los valores de deriva y desplazamiento del edificio aporricado predimensionado los valores de deriva y desplazamiento disminuyen estando ambos ejes dentro de los valores permisibles para una edificación de concreto armado, la variación también se evidencia en el diseño del periodo de vibración ya que al tener este segundo modelo estructuras más robustas y balanceadas entre ambos ejes estos presentan un menor periodo encontrándose dentro de los límites permisibles ya que la estructura no es muy rígida ni muy flexive frente a un posible evento sísmico.

#### 4.1.5. DISEÑO DE ESTRUCTURA CON LOSA METÁLICA CON E = 15 CM

Teniendo en cuenta las secciones de vigas y columnas del modelo aporricado, se reemplazaron las secciones de losa maciza por una losa metálica de tipo deck con la cual se pretendió mejorar tanto el periodo de vibración, las derivas y desplazamientos de la edificación analizada.

**Figura 13**  
*Modelo ETABS – Losa metálica e=15 cm*



*Nota.* Para el modelo optimizado se tomaron en cuenta secciones de columna de 50x40 y 40x40 cm y las vigas se redimensionaron a 40x50 y 40x45, la losa de piso se modeló a partir de elementos deck que contienen planchas metálicas en su estructuración, para este primer modelo se tomó en cuenta un espesor de losa de 15 cm.

**Tabla 11**

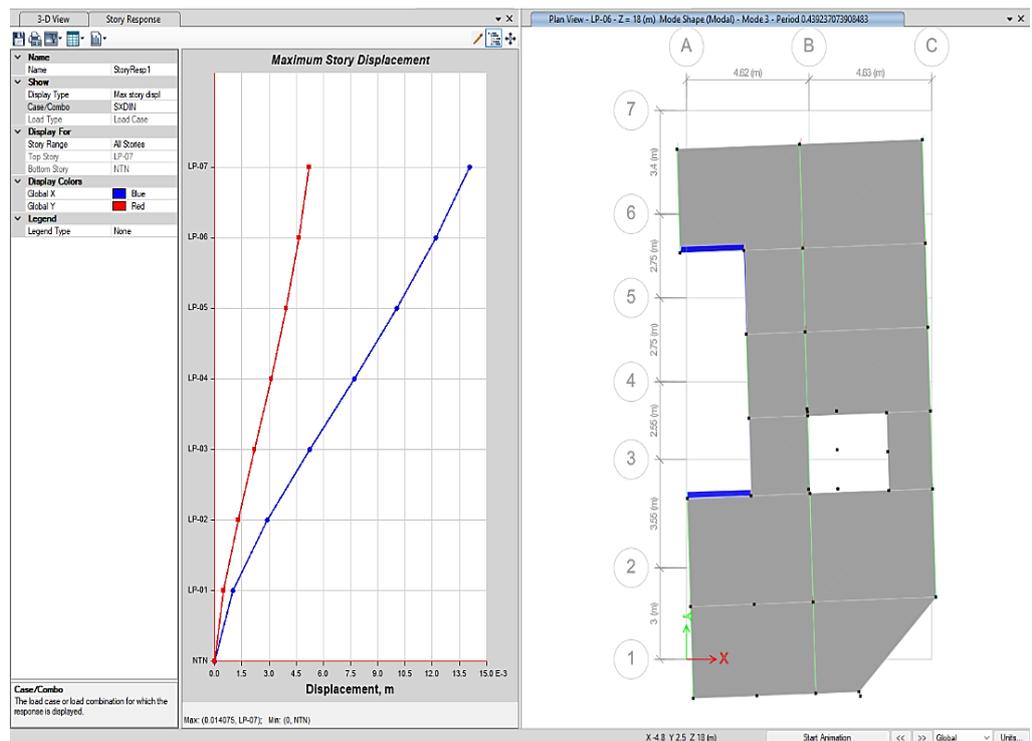
*Diseño de periodos de vibración por casos modales*

PERIODOS DE VIBRACIÓN POR PARTICIPACIÓN MODAL	
MODO	PERIODO
1	0.593
2	0.496
3	0.416

*Nota.* Para la edificación considerada se tuvieron en cuenta un total de 21 casos modales ya que se contaron con 5 pisos de edificación y cada piso cuenta con 3 grados de libertad, según la norma de diseño sismorresistente se tiene que diseñar los periodos en los 3 primeros casos modales y dentro de ello se debe presentar una traslación en los 2 primeros modos y en tercer modo se debe estimar el efecto de torsión de la edificación, el cual se cumple para el modelo, con ello se pudo determinar que el periodo de vibración crítico es de 0.593 el cual es menor al 10% de la cantidad de pisos (0.5) por lo cual se considera aceptable.

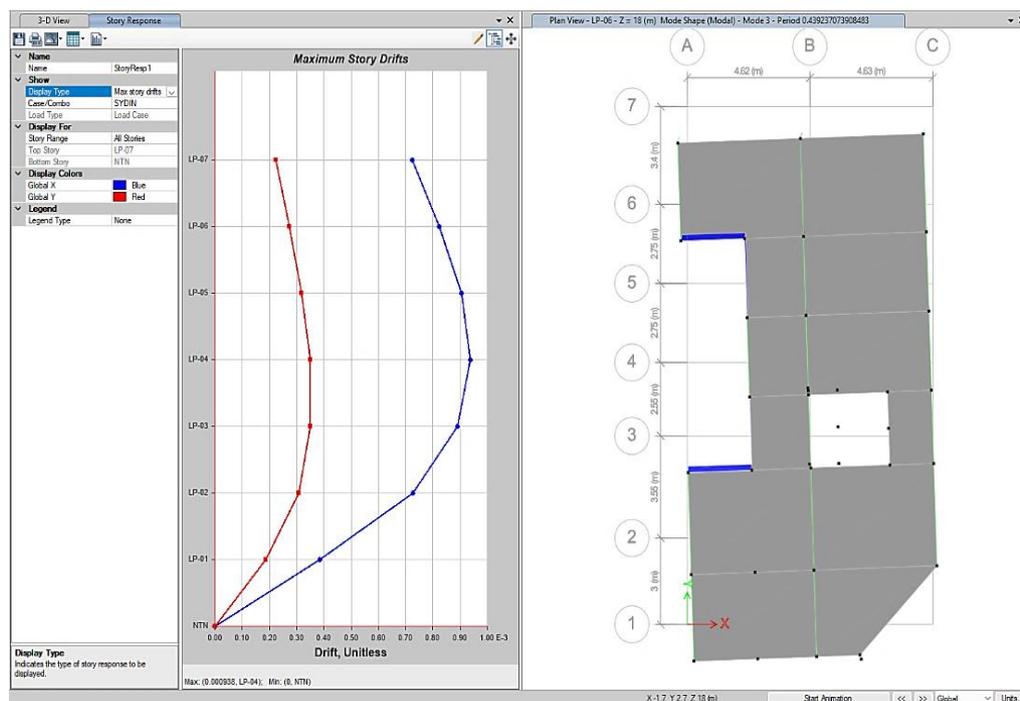
**Figura 14**

*Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=15 cm X-X*



*Nota.* Del espectro estimado para los casos modales de sismo se estimaron los desplazamientos máximos, para el caso de la edificación aperticada predimensionada se llegó a estimar que el desplazamiento máximo en el sentido X-X fue de 1.3451 cm.

**Figura 15**  
*Diseño de deriva - Losa metálica e=15 cm Y-Y*



Nota. Del espectro estimado para los casos modales de sismo se estimaron las derivas máximas, para el caso de la edificación aporticada predimensionada se llegó a estimar que la deriva máxima en el sentido Y-Y fue de 0.00897 cm.

La caracterización de los desplazamientos y las derivas que presenta el modelo estructural se diseñaron en ambos sentidos del sismo, los valores restantes se encuentran anexados en la parte final del informe en ambos sentidos y para todos los casos diseñados en la presente investigación.

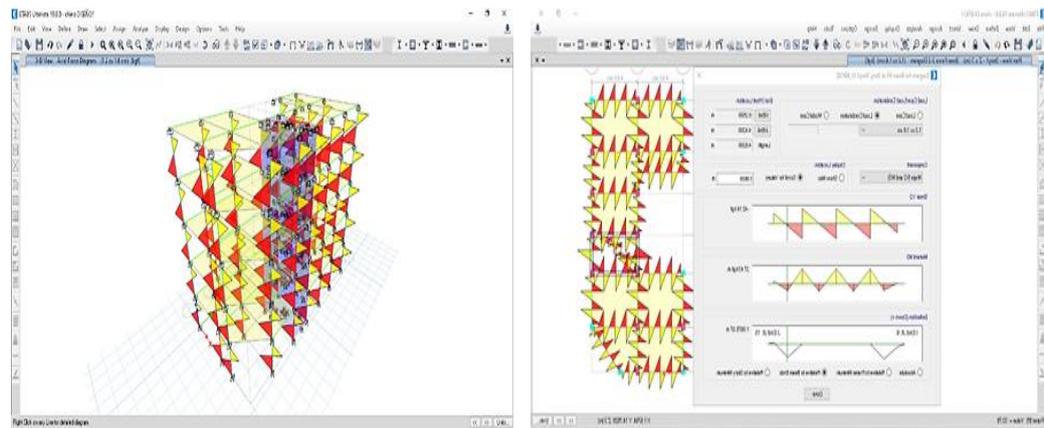
**Tabla 12***Diseño de derivas y desplazamientos - Losa metálica e=15 cm*

<b>DISEÑO DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTO NTE E.030-2018</b>		
<b>DIRECCIÓN X-X</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. X-X		1.35
MÁX. DESP REAL		9.15
MÁX. DERIVA X-X		0.000785
REV. DERIVA DE PISO	0.0053	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.6	<2.10 CM
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. Y-Y		1.54
MÁX. DESP REAL		10.46
MÁX. DERIVA Y-Y		0.000897
REV. DERIVA DE PISO	0.0061	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.83	<2.10 CM

*Nota.* Los valores de deriva y desplazamiento fueron analizados a partir de la NTE E.030-2018, en dicha norma se establece que para edificaciones de concreto armado el máximo valor de deriva es de 0.005 cm, dicho valor para la edificación modelada en el eje X-X se estimó en 0.0053 el cual se encuentra dentro de los límites del deriva, mientras que para el sismo aplicado en el eje Y-Y genera una deriva de 0.0061 cm siendo este valor inferior a los límites admisibles dentro de la caracterización del diseño de concreto armado.

**Figura 16**

*Diseño de momentos en viga crítica - Losa metálica e=15 cm*



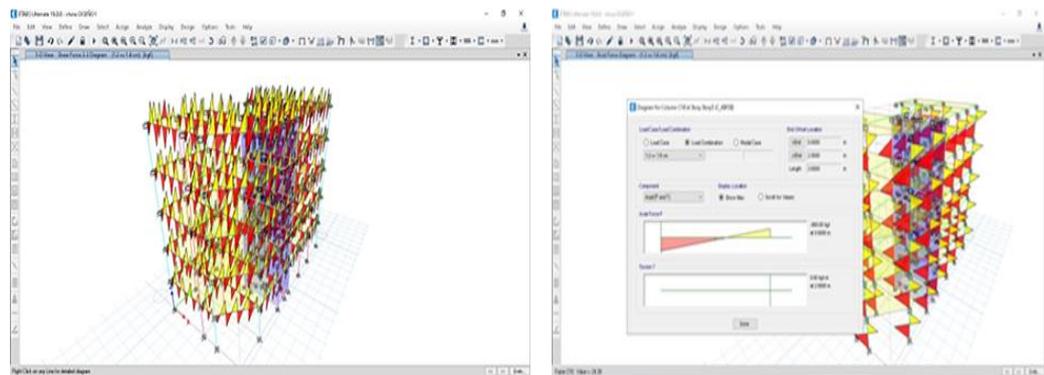
(a)

(b)

*Nota.* El diseño de momentos máximos se analizó en la viga más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al primer nivel entre los Ejes B-C en el Eje 3, se determinó que el valor de momento máximo es de 5775.35 kgf.m a 2.98 m del inicio de la viga. (a) Momentos de toda la estructura. (b) Momentos en la viga crítica.

**Figura 17**

*Diseño de cortantes en columna crítica-Losa metálica e=15cm*



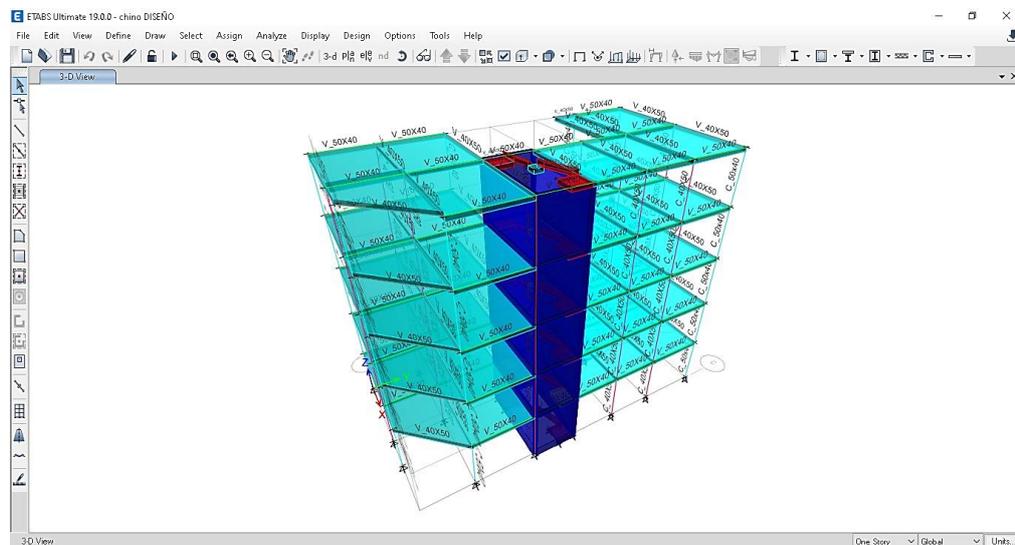
(a)

(b)

*Nota.* El diseño de cortante máxima se analizó en la columna más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al cuarto nivel entre los Ejes 3-C, se determinó que el valor de cortante máxima es de 1956 kgf a 2.50 m del inicio de la columna. (a) Cortante de toda la estructura. (b) Cortante en la columna crítica.

#### 4.1.6. DISEÑO DE ESTRUCTURA CON LOSA METÁLICA CON E = 20 CM

**Figura 18**  
Modelo ETABS – Losa metálica e=20 cm



*Nota.* Para el modelo optimizado se tomaron en cuenta secciones de columna de 50x40 y 40x40 cm y las vigas se redimensionaron a 40x50 y 40x45, la losa de piso se modeló a partir de elementos deck que contienen planchas metálicas en su estructuración, para este primer modelo se tomó en cuenta un espesor de losa de 20 cm.

**Tabla 13**  
Diseño de periodos de vibración por casos modales

PERIODOS DE VIBRACIÓN POR PARTICIPACIÓN MODAL	
MODO	PERIODO
1	0.643
2	0.527
3	0.458

*Nota.* Para la edificación considerada se tuvieron en cuenta un total de 21 casos modales ya que se contaron con 5 pisos de edificación y cada piso cuenta con 3 grados de libertad, según la norma de diseño sismorresistente se tiene que analizar los periodos en los 3 primeros casos modales y dentro de ello se debe presentar una traslación en los 2 primeros modos y en tercer modo se debe estimar el efecto de torsión de la edificación, el cual se cumple para el modelo, con ello se pudo determinar que el periodo de vibración crítico es de 0.643 el cual es menor al 10% de la cantidad de pisos (0.5) por lo cual se considera aceptable.

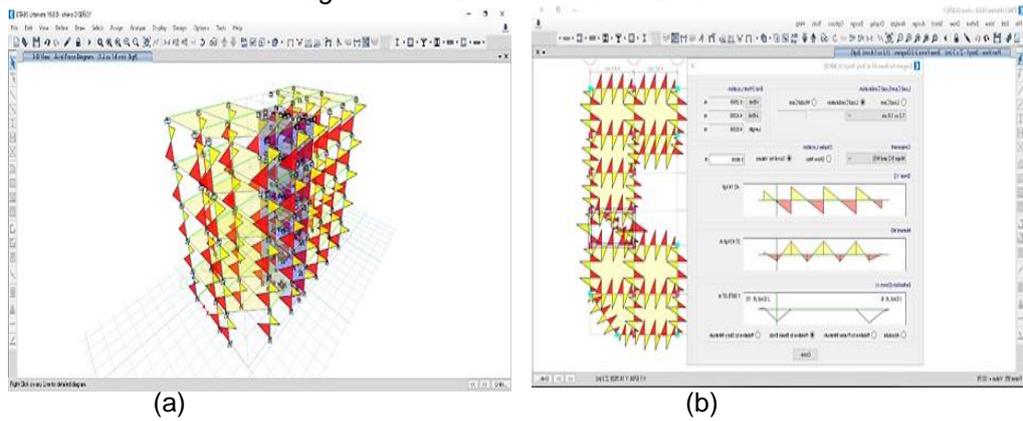
**Tabla 14***Diseño de derivas y desplazamientos - Losa metálica e=20 cm*

<b>DISEÑO DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTO NTE E.030-2018</b>		
<b>DIRECCIÓN X-X</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. X-X		1.53
MÁX. DESP REAL		10.37
MÁX. DERIVA X-X		0.000889
REV. DERIVA DE PISO	0.006	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	1.81	<2.10 CM
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>		
<b>ÍTEM</b>		<b>VALOR</b>
TIPOR DE REGULARIDAD		IRREGULAR
COEF. DESP. LATERAL		0.85
COEF. RED. SISMICA R		8.00
ALTURA ENTREPISO		300 cm
MÁX. DESP. Y-Y		1.74
MÁX. DESP REAL		11.86
MÁX. DERIVA Y-Y		0.001016
REV. DERIVA DE PISO	0.0069	<0.007
MÁX DESP. RELAT. ENTREPISO	2.07	<2.10 CM

*Nota.* Los valores de deriva y desplazamiento fueron analizados a partir de la NTE E.030-2018, en dicha norma se establece que para edificaciones de concreto armado el máximo valor de deriva es de 0.007 cm, dicho valor para la edificación modelada en el eje X-X se estimó en 0.0060 el cual se encuentra dentro de los límites del deriva, mientras que para el sismo aplicado en el eje Y-Y genera una deriva de 0.0069 cm siendo este valor inferior a los límites admisibles dentro de la caracterización del diseño de concreto armado.

**Tabla 15**

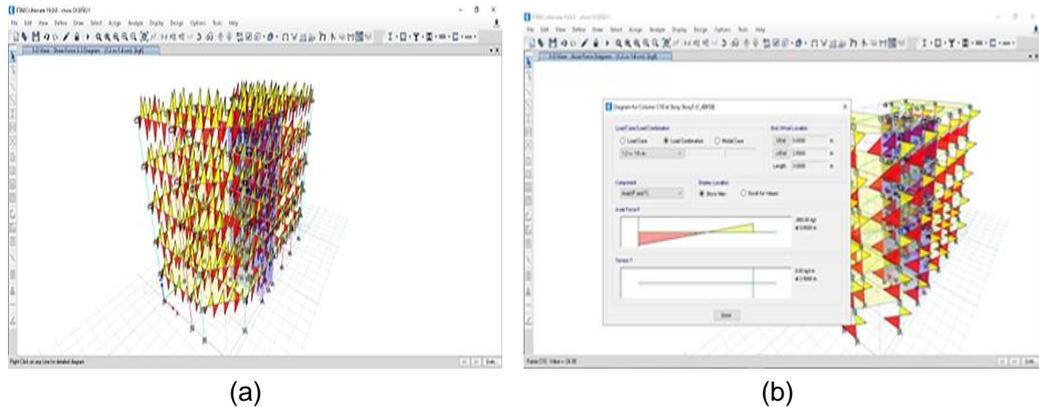
*Diseño de momentos en viga crítica - Losa metálica  $e=20$  cm*



*Nota.* El diseño de momentos máximos se analizó en la viga más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al primer nivel entre los Ejes B-C en el Eje 3, se determinó que el valor de momento máximo es de 5948.18 kgf.m a 2.98 m del inicio de la viga. (a) Momentos de toda la estructura. (b) Momentos en la viga crítica.

**Figura 19**

*Diseño de cortantes en columna crítica - Losa metálica  $e=20$  cm*



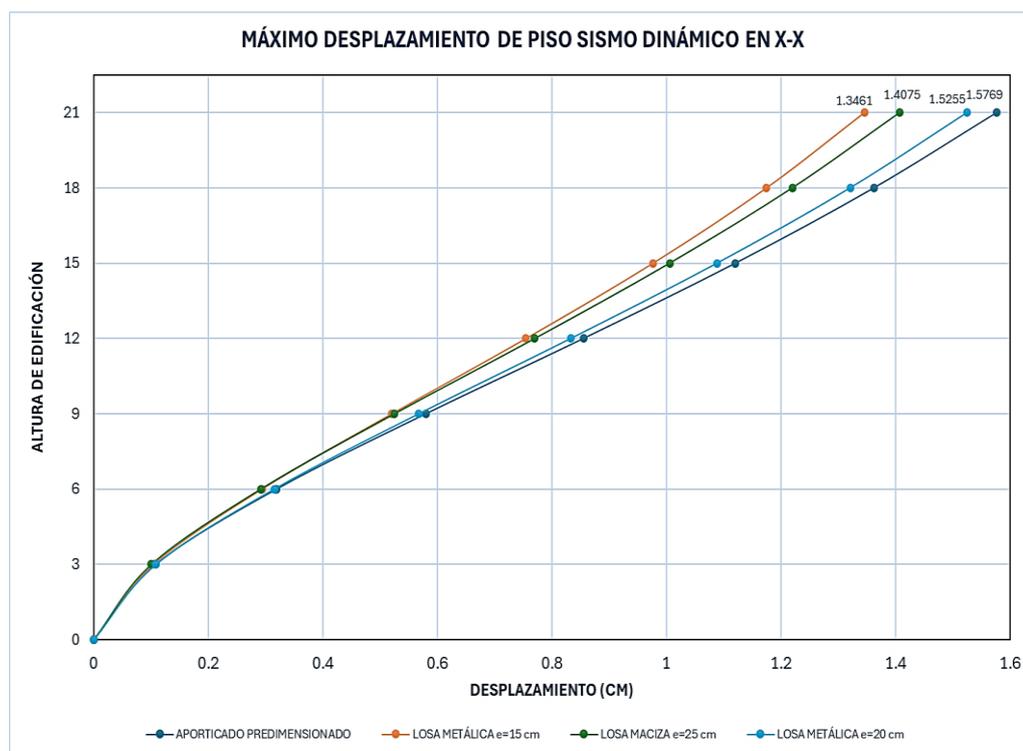
*Nota.* El diseño de cortante máxima se analizó en la columna más crítica la cual a partir de las gráficas obtenidas en el software ETABS pertenece al cuarto nivel entre los Ejes 3-C, se determinó que el valor de cortante máxima es de 2139.05 kgf a 2.50 m del inicio de la columna. (a) Cortante de toda la estructura. (b) Cortante en la columna crítica.

En la comparación de ambos modelos con diferentes espesores de losa metálica se pudo identificar que un mayor espesor de losa genera un incremento tanto en los periodos como en las derivas y desplazamientos de la edificación.

#### 4.1.7. DISEÑO DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE LOS MODELOS

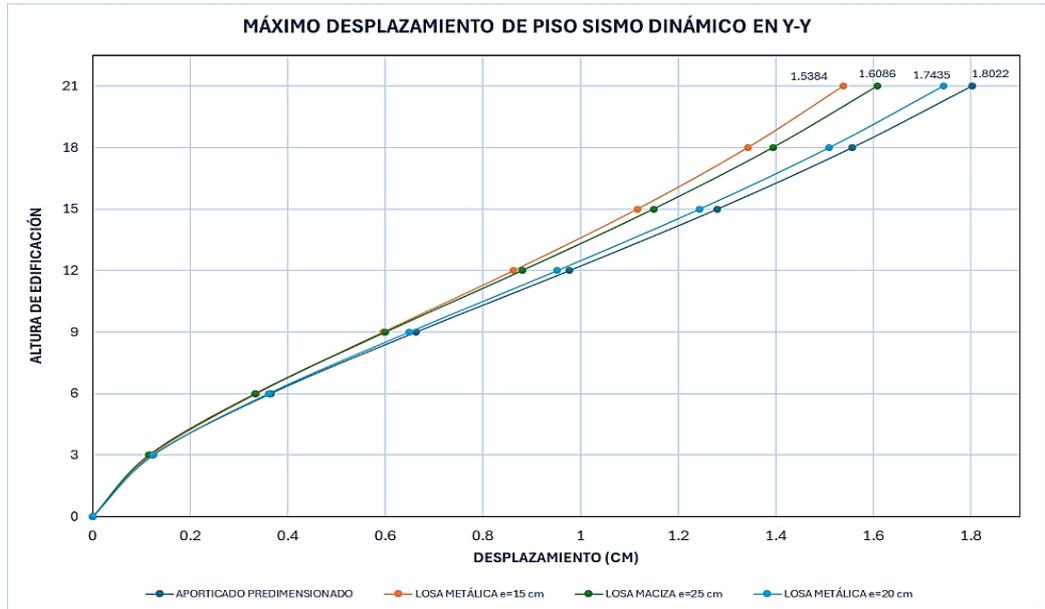
Los modelos obtenidos fueron analizados en su deriva y desplazamiento a fin de determinar qué modelo es el más adecuado de acuerdo con las características planteadas para la edificación, para ello se analizó lo siguiente:

**Figura 20**  
*Diseño de máximos desplazamientos en X-X*



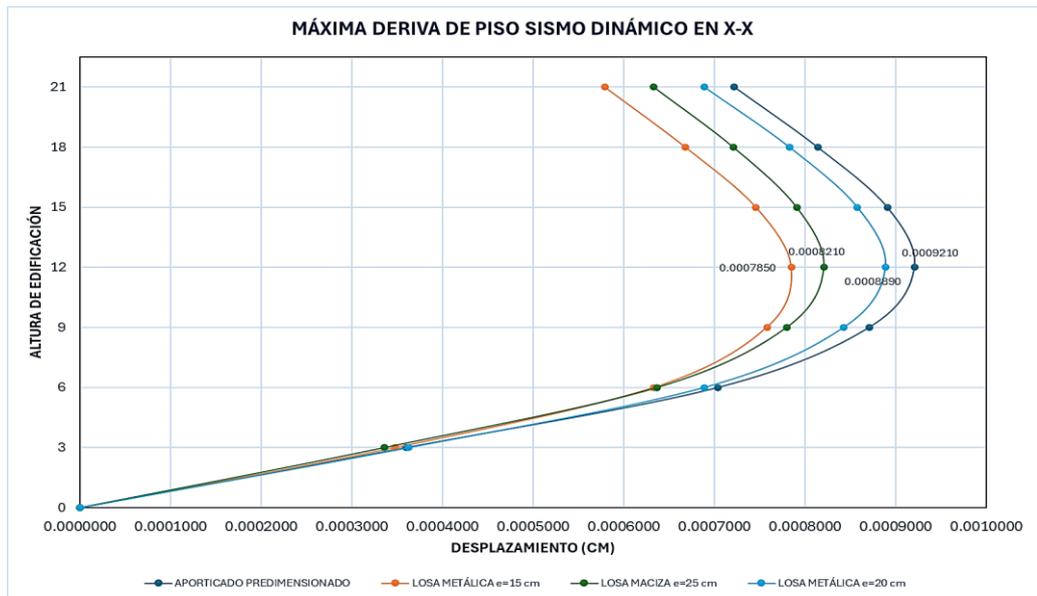
*Nota.* Del diseño de los modelos se lograron determinar los valores de desplazamiento para el sentido X-X del sismo dinámico los cuales fueron de 1.3461, 1.4075, 1.5225 y 1.5769 para los casos de Losa metálica e=15 cm, Losa maciza e=25cm, Losa metálica e=20 cm y Aporticado predimensionado respectivamente.

**Figura 21**  
*Diseño de máximos desplazamientos en Y-Y*



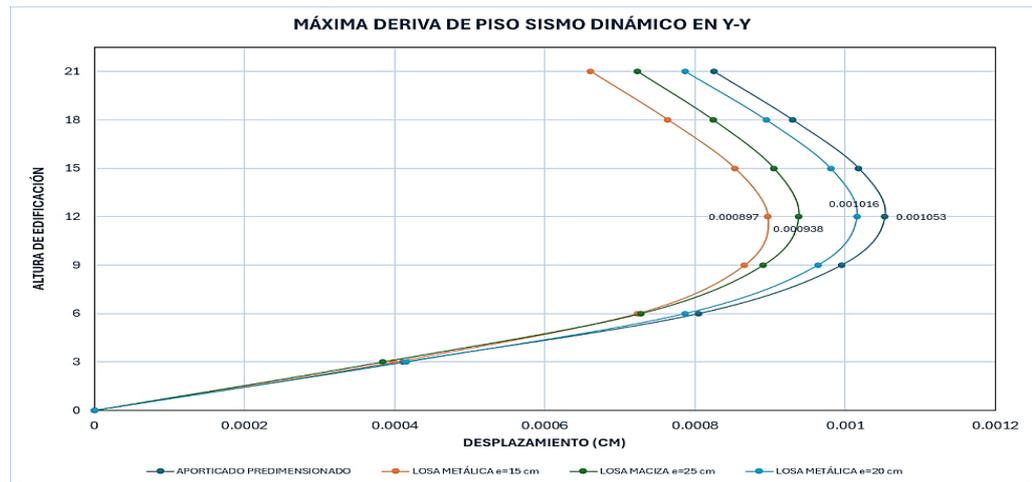
*Nota.* Del diseño de los modelos se lograron determinar los valores de desplazamiento para el sentido Y-Y del sismo dinámico los cuales fueron de 1.5384, 1.6086, 1.7435 y 1.8022 para los casos de Losa metálica e=15 cm, Losa maciza e=25cm, Losa metálica e=20 cm y Aporticado predimensionado respectivamente.

**Figura 22**  
*Diseño de máximas derivas en X-X*



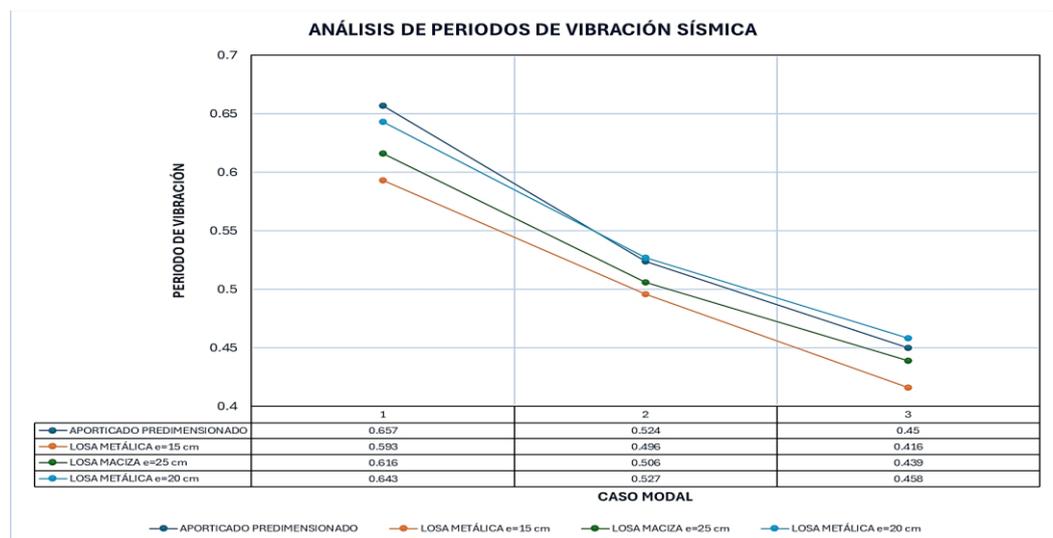
*Nota.* Del diseño de las derivas se pudo determinar que los valores estimados para la edificación en los diversos casos en el sentido X-X del sismo dinámico fueron de 0.0007850, 0.0008210, 0.0008890 y 0.0009210 para los casos de Losa metálica e=15 cm, Losa maciza e=25cm, Losa metálica e=20 cm y Aporticado predimensionado respectivamente.

**Figura 23**  
Diseño de máximas derivas en Y-Y



*Nota.* Del diseño de las derivas se pudo determinar que los valores estimados para la edificación en los diversos casos en el sentido Y-Y del sismo dinámico fueron de 0.000897, 0.000938, 0.001016 y 0.001053 para los casos de Losa metálica e=15 cm, Losa maciza e=25cm, Losa metálica e=20 cm y Aporticado predimensionado respectivamente.

**Figura 24**  
Diseño de máximas periodos de vibración

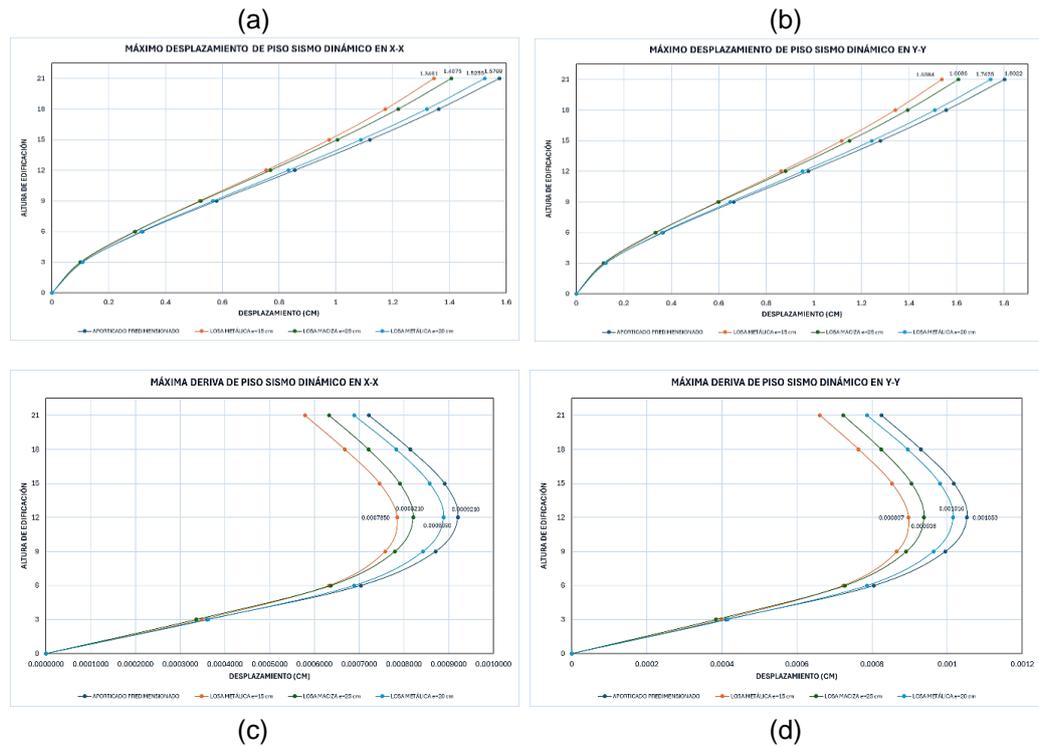


*Nota.* Del diseño de los periodos de vibración para los 3 primeros casos modales de diseños se logró determinar que los valores críticos para los casos de Losa metálica e=15 cm, Losa maciza e=25cm, Losa metálica e=20 cm y Aporticado predimensionado son de 0.593, 0.616, 0.643 y 0.657 respectivamente, dichos valores de periodo de vibración se encuentra dentro de los límites de vibración el cual se estimó en 0.70 debido a que es el 10% de la cantidad de pisos con los que se conforma la edificación, a ello se le identificó que a excepción del caso Aporticado predimensionado los 3 primeros casos modales comprende a los desplazamientos en los ejes X e Y a su vez el efecto de torsión en Z como lo especifica la norma de diseño sismorresistente.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

**H:** La integración de planchas metálicas en la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023 mejora la eficiencia del diseño estructural al implementar la resistencia, estabilidad y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes.

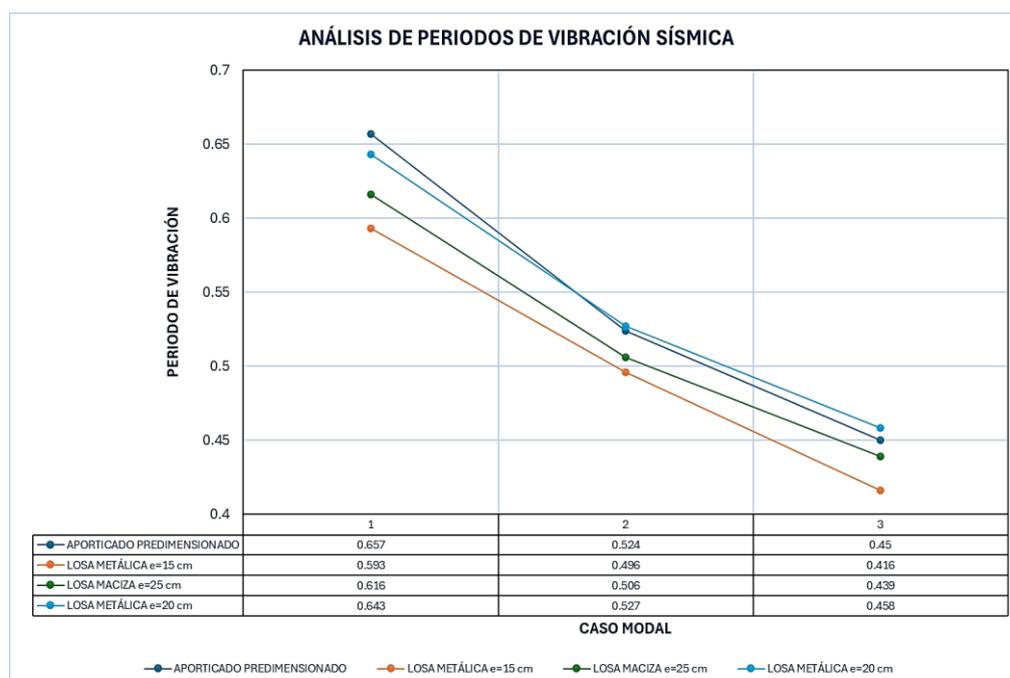
**Figura 25**  
Diseño de máximos desplazamientos y derivas



*Nota.* (a) Desplazamiento de estructura eje X-X, (b) Desplazamiento de estructura eje Y-Y, (c) Deriva de estructura eje X-X, (d) Deriva de estructura eje Y-Y

Del modelamiento estructural de los casos de Losa metálica  $e=15$  cm, Losa maciza  $e=25$  cm y Losa metálica  $e=20$  cm se hizo la comparativa en cuestión a los desplazamientos obtenidos con lo cual se determinó que la losa metálica de 15 cm funciona de mejor manera en comparación con la de 20 cm por lo tanto se implementaron los modelos de espesor de losa, ahora en comparación con lo obtenido de la optimización de espesores correspondiente a la losa maciza de 20 cm la losa metálica de 15 cm funciona de mejor manera tanto en desplazamientos y derivas en ambos ejes de efecto sísmico.

**Figura 26**  
*Diseño de máximas periodos de vibración*



De los modelamientos estructurales en el software ETABS y del a diseño de los 3 primeros casos modales se logró determinar que los periodos de vibración de la estructura se optimizan al aplicar un modelamiento de Losa metálica con espesor de 15 cm este siendo menor al de la losa maciza aplicada para el modelo aporticado optimizado que fue estimado en 20 cm mejorando así el tema de las cargas muertas a efectos de la disminución de los espesores utilizados, entre los modelos de losa metálica de espesores de 20 y 15 cm se pudo identificar que si se sobredimensiona la losa metálica esto puede ser perjudicial al comportamiento estructural incluso por superior al modelo de losa maciza.

Con la presentación de los resultados obtenidos del modelo estructural ejecutado se puede afirmar que la hipótesis general es verdadera ya que con la aplicación de un modelo de losa metálica se optimizan las características de estabilidad y durabilidad de la estructura planteada de la misma formase cumplen con los límites planteados por la normativa de diseño estructural vigente para los modelos aplicados en la investigación.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Para Chahua (2019), establece que al aplicar fibras metálicas en la estructura modelada en su investigación los desplazamientos se reducen en un 60.63%, con lo cual se demuestra que aplicando fibras metálicas en la construcción de edificios de concreto armado reducen los desplazamientos según la normativa de diseño sismorresistente, en la presente investigación se pudo determinar que si se usan losas metálicas de espesor de 15 cm los desplazamientos críticos ocasionados son de 1.3461 cm en comparación con los desplazamientos de la estructura estructurada con losas macizas se estimaron en 1.4075 cm reduciendo en 0.0614 cm los valores de desplazamiento de la estructura en el sentido X-X lo cual representa un 4.36% de reducción dicho resultado en comparación con la investigación de Chahua (2019) se debe a que en la investigación de referencia se aplicaron las fibras metálicas en toda la estructura tanto vigas y columnas mientras que en el modelo que se aplicó en la presente investigación solo se consideraron la aplicación de losa metálica entre los entre pisos de la estructura. Chahua (2019) también afirma que la incorporación de las fibras metálicas en la estructuración de concreto armado presenta reducciones favorables de desplazamiento, derivas, momentos y cortantes, mientras que para la presente investigación tan solo con la aplicación de losas metálicas de 15 cm de espesor mejora significativamente los valores de desplazamiento y deriva, así mismo los valores de cortante y momentos en los elementos estructurales reducen de manera importante ya que al ser elementos de acero las losas rigidizan la estructura y reducen las cargas muertas a efectos de peso propio por entre pisos.

Para Esteban (2021), en la caracterización de las cargas muertas a efecto de aplicar una placa fácil se reducen los efectos de carga muerta en un 40% en comparación de la aplicación de una placa maciza en la estructuración, esto concuerda también para el modelo elaborado en la presente investigación ya que la placa maciza estimada para la edificación presenta un espesor de 20 cm mientras que la placa metálica reduce el

espesor a 15cm reduciendo los efectos de peso propio de las estructuras de entrepisos, así mismo Esteban (2021) identifica que hay un mayor estabilidad con la aplicación de láminas colaborantes en los entre pisos a comparación de una losa aligerada, esto para la presente investigación se comprueba a partir de una comparación entre los periodos de vibración de la estructura dando así que el periodo de vibración con la losa maciza se estima en 0.616 mientras que la aplicación de una losa metálica genera un periodo de vibración de 0.593 reduciendo considerablemente a los periodos rigidizando de mejor manera la estructura analizada.

## CONCLUSIONES

La aplicación de losas metálicas en la estructuración de una edificación mejora la estabilidad, rigidez y aminora las cargas generadas por el peso propio de las edificaciones ya que se determinó que para el diseño de los periodos de vibración de la estructura fueron de 0.593, 0.616 y 0.643 para los casos de Losa metálica  $e=15$  cm, Losa maciza  $e=25$ cm y Losa metálica  $e=20$  cm respectivamente, dichos valores de periodo de vibración se encuentra dentro de los límites de vibración el cual se estimó en 0.70 debido a que es el 10% de la cantidad de pisos con los que se conforma la edificación.

En la estructuración básica de la edificación se tomaron en cuenta secciones de columna de 50x40 y 40x40 cm, las vigas se redimensionaron a 40x50 y 40x45, la losa maciza del modelo tuvo un espesor de 25 cm, para el primer modelo de losa metálica se tomaron en cuenta las mismas secciones de vigas y columnas mientras que la losa de piso se modeló a partir de elementos deck que contienen planchas metálicas en su estructuración, para este primer modelo se tomó en cuenta un espesor de losa de 15 cm y de manera similar fue modelado para la losa metálica con espesor de 20 cm.

La aplicación de losas metálicas de 20 y 15 cm fue diseñadas a fin de estimar la mejor opción de estabilidad de la estructura con eso se determinó que la losa de 20 cm tuvo un periodo de vibración de 0.643 mientras que la losa de 15 cm se estimó en 0.593 optimizando así el modelo de espesor de la losa metálica.

La normativa peruana establece que la deriva de piso de una estructura de concreto armado no debe exceder a los 0.005 cm, para la investigación se determinó que en el sentido X-X del sino las derivas fueron de 0.0056, 0.0053 y 0.006 para los modelos de Losa metálica  $e=15$  cm, Losa maciza  $e=25$ cm y Losa metálica  $e=20$  cm y en el sentido Y-Y las derivas fueron de 0.0064, 0.0061 y 0.0069 para los modelos de Losa metálica  $e=15$  cm, Losa maciza  $e=25$ cm y Losa metálica  $e=20$  cm en ambas direcciones del sismo se identifican que se encuentran dentro de los límites de deriva establecidos pero el más optimo fue el de la Losa metálica  $e=15$  cm.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere la adopción de losas metálicas en la estructuración de la edificación. Este cambio puede mejorar significativamente la estabilidad y rigidez de la estructura, lo que a su vez puede reducir las cargas generadas por el peso propio de la edificación. Además, las losas metálicas ofrecen ventajas en términos de peso y facilidad de instalación en comparación con las losas macizas de concreto.

Basándose en los resultados del diseño de periodos de vibración, se aconseja utilizar losas metálicas con un espesor de 15 cm. Este espesor demostró un mejor desempeño en términos de estabilidad estructural en comparación con las losas de 20 cm. Se recomienda tener cuidado con la sobredimensión del espesor de la losa debido a que un incremento inadecuado puede generar periodos de vibración más altos en comparación a uno optimizado.

Aunque todas las opciones de losa evaluadas cumplen con los límites establecidos por la normativa peruana en cuanto a las derivas de piso, se destaca que el modelo de losa metálica de 15 cm muestra la menor deriva. Por lo tanto, se recomienda utilizar este tipo de losa para reducir aún más las derivas de piso en la estructura. Las derivas de piso son un factor crucial que considerar en el diseño sísmico, ya que pueden afectar la estabilidad y seguridad de la edificación durante eventos sísmicos.

Es fundamental establecer un plan de revisión y mantenimiento periódico de la estructura, especialmente después de la construcción inicial. A pesar de que se han tomado medidas para implementar la estabilidad y la resistencia sísmica de la edificación, es importante reconocer que las condiciones estructurales pueden cambiar con el tiempo debido a factores como la carga de uso, la degradación de materiales y los eventos ambientales

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, M., & Cervantes, V. (2022). *Análisis comparativo entre los Sistemas estructurales de entrepisos en dos direcciones, losas macizas y losas nervadas*. Cartagena D.T. Y C.: Universidad de Cartagena.
- Camacho, M., Escobar, J., & Arrieta, A. (2020). Análisis comparativo de losa maciza con viguetas en acero y concreto reforzado. *Ingeniería y Región*.
- Chahua, L. P. (2019). *Fibra metálica para la mejora del comportamiento sísmico en losas macizas de concreto armado en los centros comerciales, Callao 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Esteban, J., & Cuellar, D. (2021). *Comparación del comportamiento estructural y económico de los diferentes sistemas de losas de entripiso, usados en estructuras de concreto reforzado para edificios de cinco pisos de altura*. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Graziano, M. & Raulin, M. (2019). *Métodos de investigación: Un proceso de indagación (9ª ed.)*. Pearson Education.
- Kalton, G. (2021). *Introducción al muestreo en encuestas. Aplicaciones Cuantitativas en las Ciencias Sociales (2ªed.)*. Sage Publications.
- Lara, J., Gallegos, R., & Aguilar, M. (2019). Evaluación de losas de concreto reforzado y losas con vigueta de acero colaborante para edificios en altura. *Revista de Ingeniería Civil*.
- Liamputtong, P. (2018). *Manual de Métodos de Investigación en Ciencias Sociales de la Salud*. Springer.
- Mittenfelner , N., & Ravitch, S. (2019). *Investigación Cualitativa: Uniendo lo Conceptual, Teórico y Metodológico (2ª ed.)*. Sage Publications.
- Rodríguez, A. (2020). *Análisis de la eficiencia en la instalación de estructuras metálicas prefabricadas en edificaciones de altura*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Unnithan, A., & Karthiyaini, S. (2020). Análisis de muros de corte de placas de acero para edificios de gran altura. *International Journal of Civil Engineering and Technology*.

Untiveros, E. (2020). *“Análisis comparativo técnico y económico entre una*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Vicente, V. (2021). *Análisis técnico – económico de edificaciones con forjados de hormigón armado reforzado con fibras metálicas HRFA en zonas sísmicas*. Barcelona: UPC BarcelonaTech.

Villanueva, L. & Bustos, J. (2020). *Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping (VSM) en los procesos constructivos de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza “sector 4”*: Caso: Proyecto “Condominio Bolivia n°848” Breña - Lima. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Duran López, R. (2024). *Implementación de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

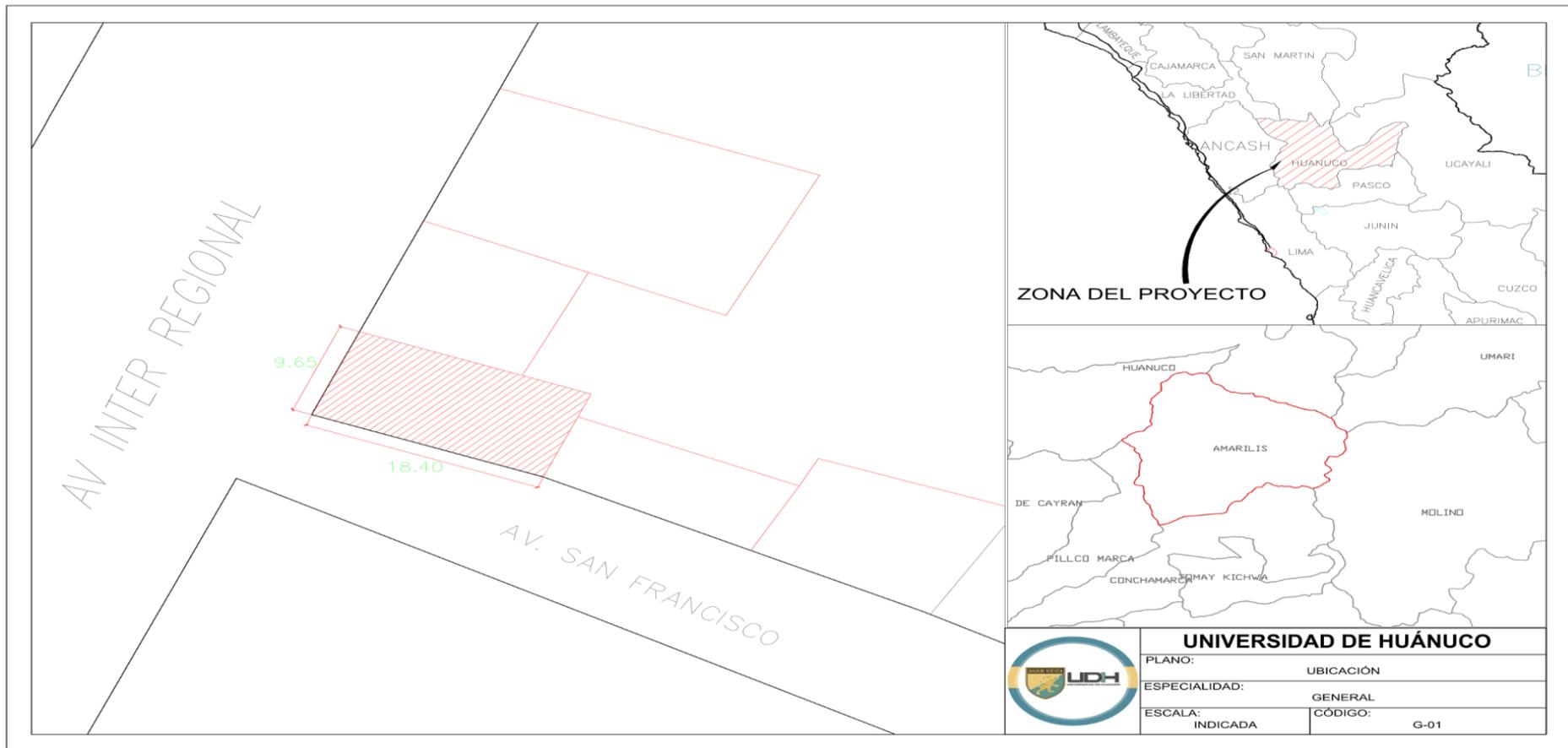
**Tabla 16**  
*Matriz de Consistencia*

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p style="text-align: center;"><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo implementar planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?</p> <p style="text-align: center;"><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cómo se puede modelar y simular de manera precisa la integración de planchas metálicas en la losa maciza utilizando software de Diseño estructural, de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?</p> <p>¿Cómo se puede implementar de la losa maciza con planchas metálicas para el Diseño estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?</p> <p>¿Cuáles son las normativas de verificación que deben aplicarse para validar el diseño estructural implementando con planchas metálicas de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo General</b></p> <p>implementar planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Realizar el modelamiento y simulación de manera precisa para la integración de planchas metálicas en la losa maciza utilizando software de <b>Diseño</b> estructural, de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Implementar de la losa maciza con planchas metálicas para el Diseño estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Contrastar la normativa de verificación que deben aplicarse para validar el diseño estructural implementando de la losa maciza con planchas metálicas para el <b>Diseño</b> estructural de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis General</b></p> <p>Hi: "La implementación de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023 mejora la eficiencia del diseño estructural al implementar la resistencia, estabilidad y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes".</p> <p>H0: La integración de planchas metálicas para el diseño estructural de la losa maciza de una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023 no mejora la eficiencia del diseño estructural al implementar la resistencia, estabilidad y durabilidad de la estructura, manteniendo un nivel de seguridad adecuado conforme a las normativas de diseño estructural vigentes.</p>
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES
<p><b>Enfoque</b> Será cuantitativo.</p> <p><b>Alcance o nivel</b> El alcance del proyecto es descriptivo.</p> <p><b>Diseño</b> Es no experimental.</p>	<p><b>Población:</b> La presente investigación tendrá como población a la edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p><b>Muestra:</b> La presente investigación tendrá como muestra no probabilística a la edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Planchas metálicas.</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Diseño estructural.</p>

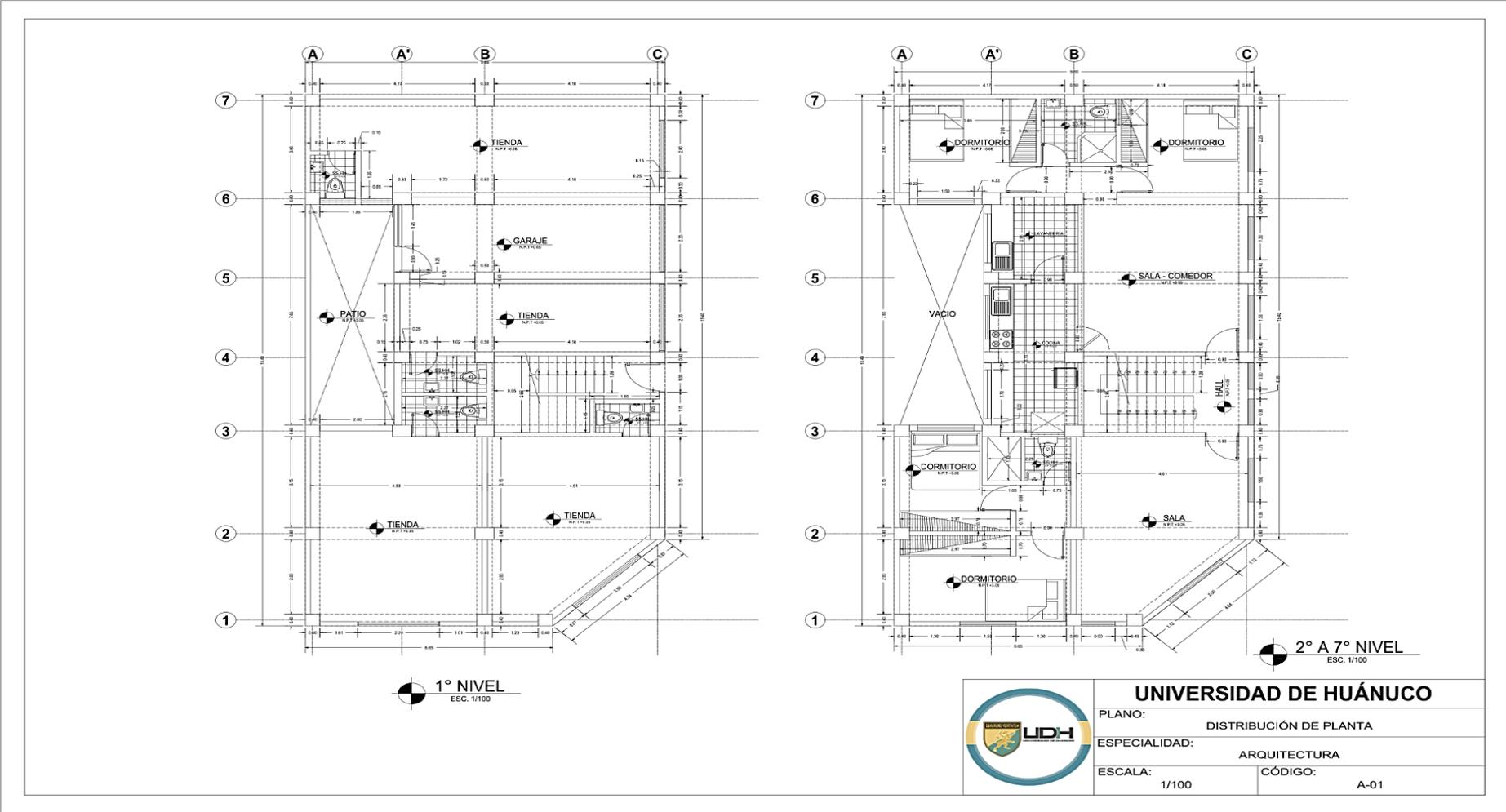
## ANEXO 2

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

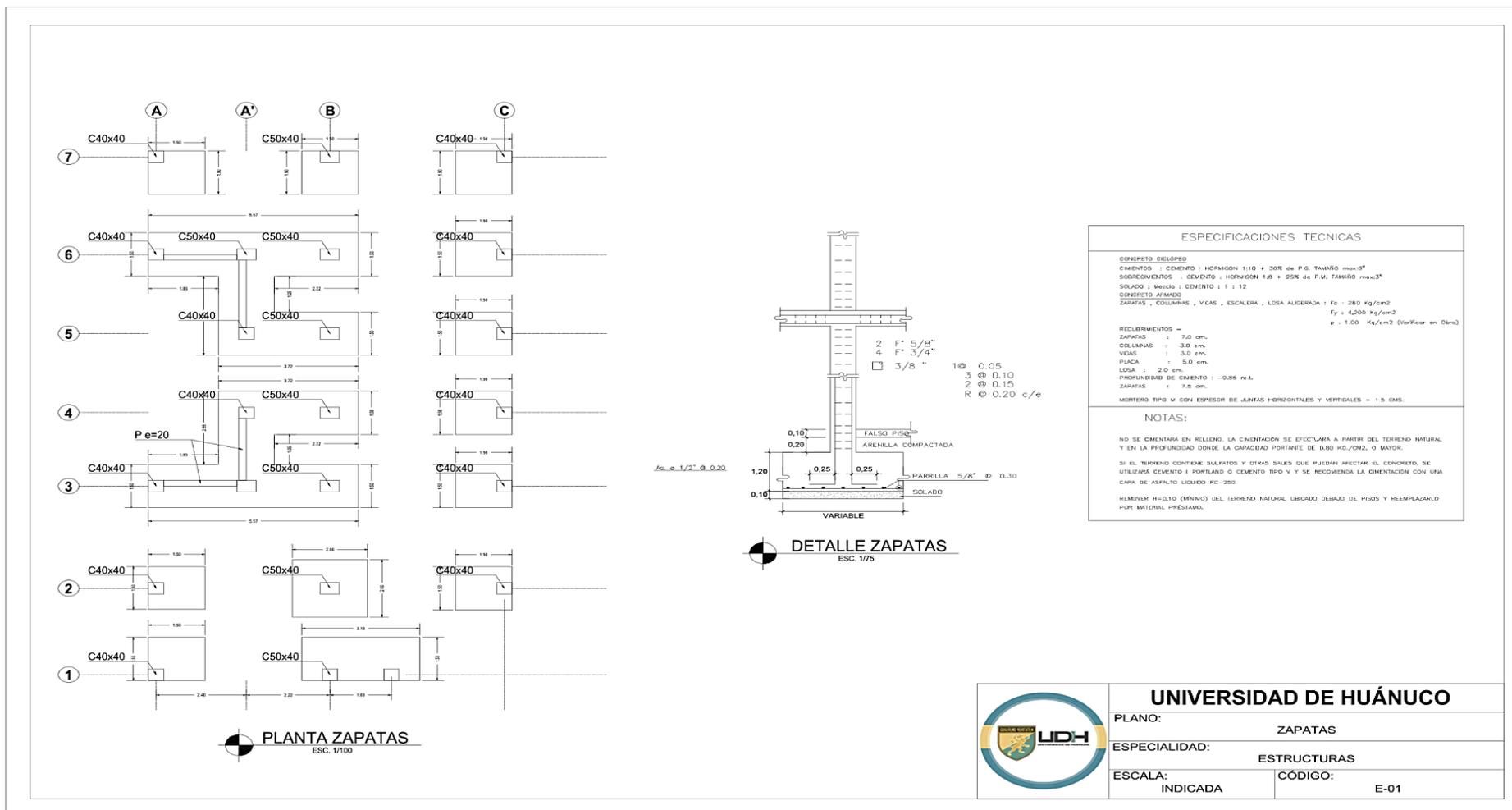
**Figura 27**  
Plano de ubicación



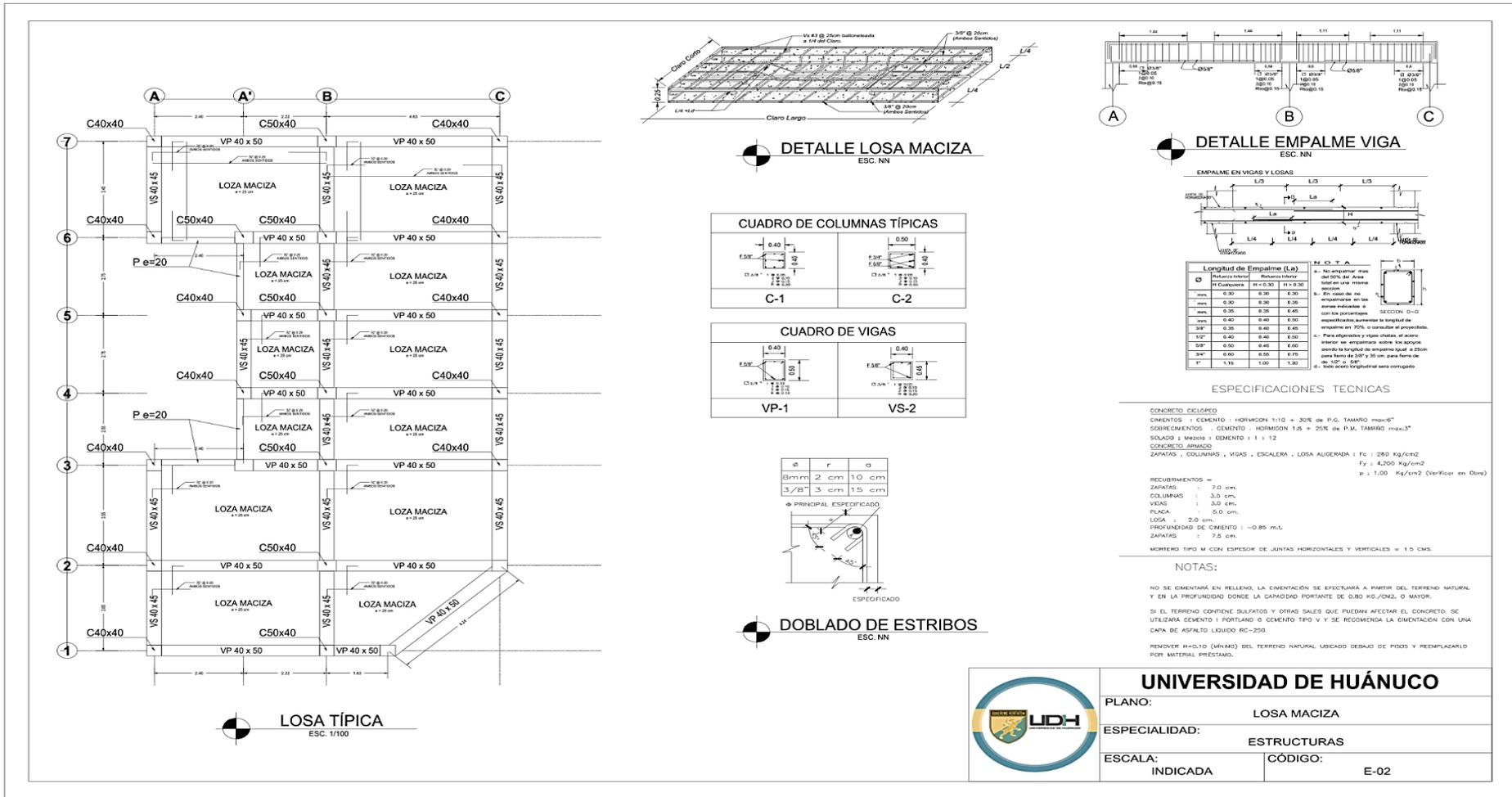
**Figura 28**  
Plano de distribución



**Figura 29**  
Plano de zapatas



**Figura 30**  
Plano de losa



**Figura 31**  
*Parámetros de concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>*

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

- General Data:** Contains fields for "Material Name" (Fc280), "Material Type" (Concrete), "Directional Symmetry Type" (Isotropic), "Material Display Color" (a pink square with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (2400 kgf/m<sup>3</sup>) and "Mass per Unit Volume" (244.732 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for "Modulus of Elasticity, E" (2526713280 kgf/m<sup>2</sup>), "Poisson's Ratio, U" (0.2), "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000099 1/C), and "Shear Modulus, G" (1052797200 kgf/m<sup>2</sup>).
- Design Property Data:** Contains a "Modify/Show Material Property Design Data..." button.
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** Features two radio buttons: "Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)" (selected) and "User Specified" (with an empty input field).

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

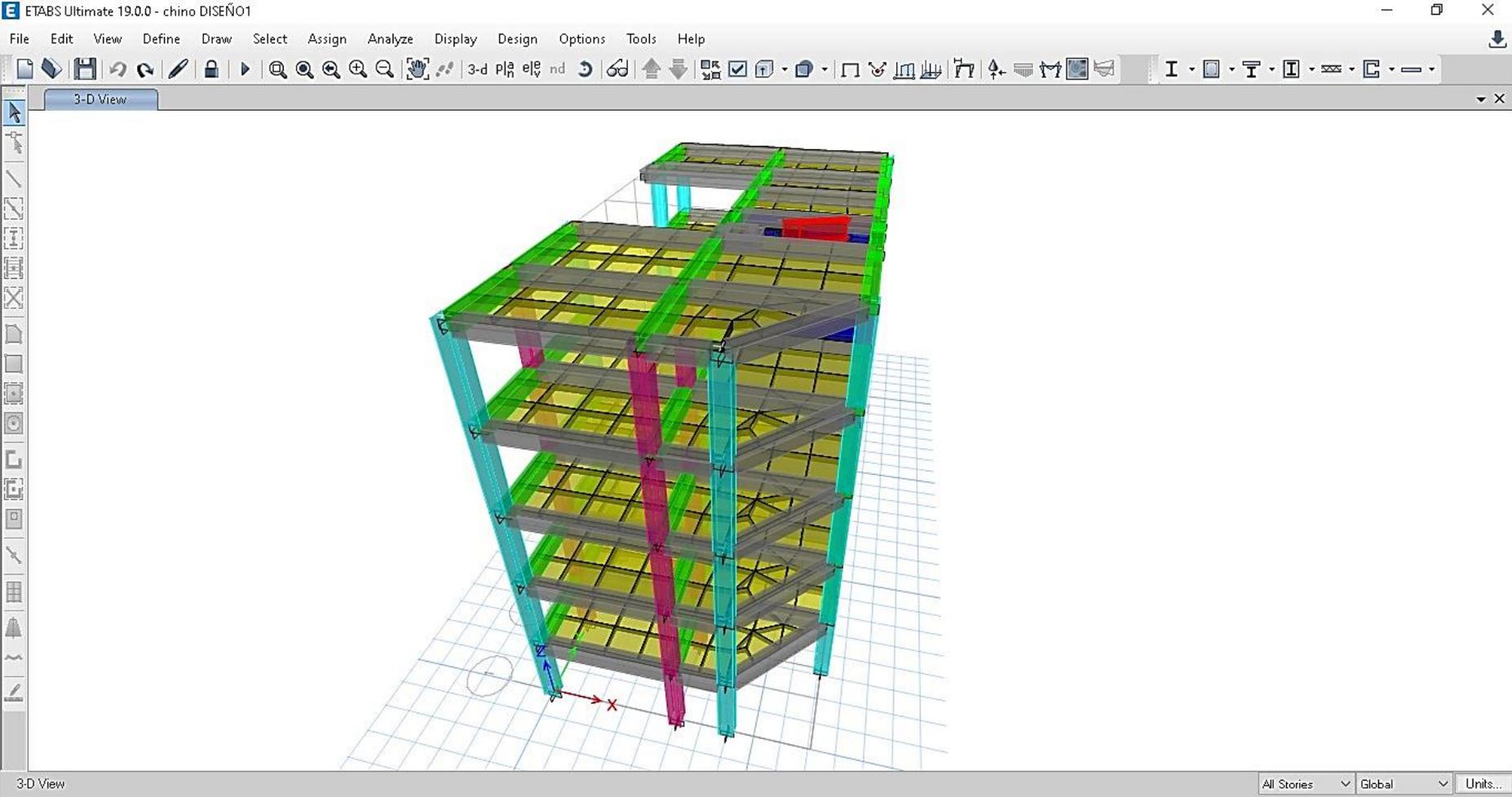
**Figura 32**  
*Parámetros de acero 4200 kg/cm<sup>2</sup>*

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

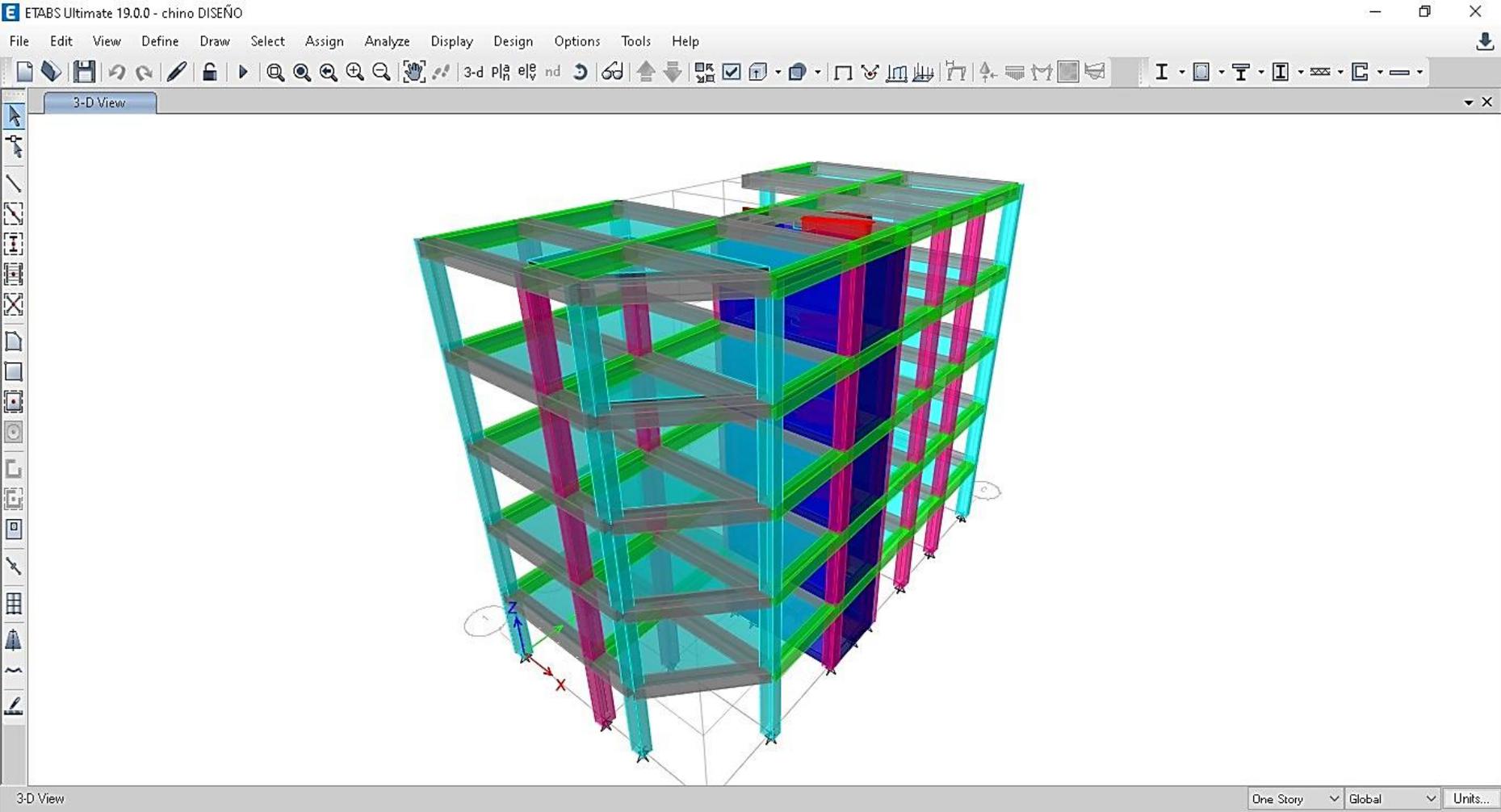
- General Data:** Contains fields for "Material Name" (set to "Fy4200"), "Material Type" (set to "Rebar"), "Directional Symmetry Type" (set to "Uniaxial"), "Material Display Color" (a yellow color swatch with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (7800 kg/m<sup>3</sup>) and "Mass per Unit Volume" (795.379 kgf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>).
- Mechanical Property Data:** Includes "Modulus of Elasticity, E" (20000000000 kgf/m<sup>2</sup>) and "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000117 1/C).
- Design Property Data:** Contains a single button: "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".

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

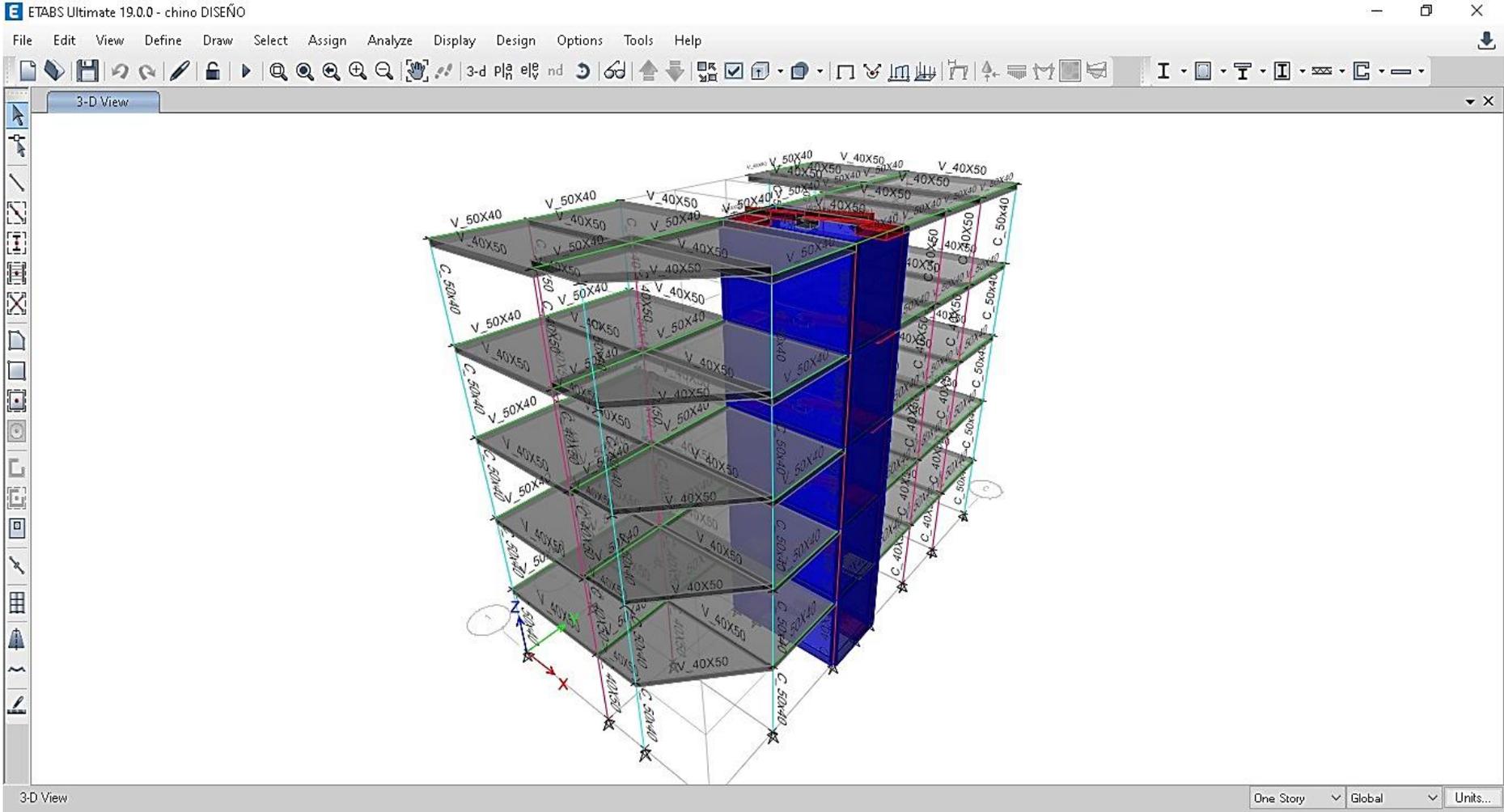
**Figura 33**  
Render ETABS – Aporticado Predimensionado



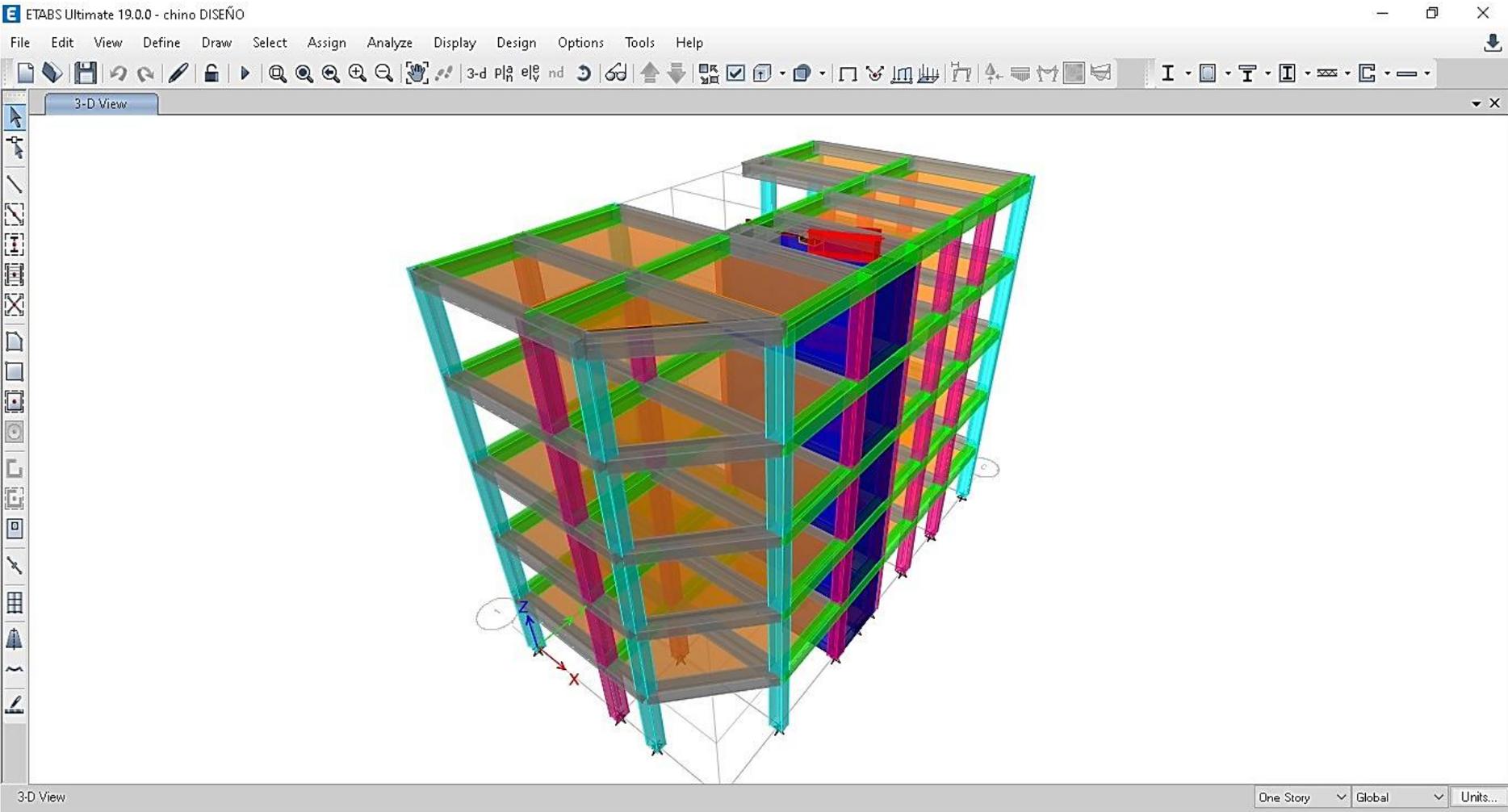
**Figura 34**  
*Render ETABS – Losa maciza*



**Figura 35**  
*Render ETABS – Losa metálica e=15 cm*



**Figura 36**  
*Render ETABS – Losa metálica e=20 cm*



**Tabla 17**

*Diseño de periodos de vibración - Aporticado Predimensionado*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ
		sec						
Modal	1	0.657	0.0771	0.0273	0	0.0771	0.0273	0.6582
Modal	2	0.524	0.6462	0.0104	0	0.7233	0.0377	0.0671
Modal	3	0.45	0.002	0.6989	0	0.7254	0.7366	0.0327
Modal	4	0.192	0.0138	0.0075	0	0.7391	0.744	0.1174
Modal	5	0.136	0.1526	0.0055	0	0.8917	0.7496	0.0121
Modal	6	0.121	0.0024	0.1518	0	0.8942	0.9013	0.0073
Modal	7	0.097	0.0042	0.0005	0	0.8983	0.9018	0.0374
Modal	8	0.096	0.0008	0.001	0	0.8992	0.9028	0.0105
Modal	9	0.084	0.00003845	0	0	0.8992	0.9028	0.001
Modal	10	0.064	0.0426	0.0069	0	0.9418	0.9097	0.0078
Modal	11	0.062	0.0134	0.0049	0	0.9552	0.9146	0.0115
Modal	12	0.057	0.0011	0.0452	0	0.9563	0.9598	0.0114
Modal	13	0.047	0.0007	0.0013	0	0.957	0.9611	0.0097
Modal	14	0.04	0.0238	0.0025	0	0.9807	0.9637	0.0006
Modal	15	0.039	0.0004	0.0012	0	0.9811	0.9648	0.0026
Modal	16	0.036	0.0015	0.0193	0	0.9826	0.9841	0.0046
Modal	17	0.03	0.0106	0.0016	0	0.9932	0.9857	0.0001
Modal	18	0.027	0.0008	0.0101	0	0.9941	0.9957	0.0045
Modal	19	0.025	0.0044	0.0006	0	0.9984	0.9963	0.00001776
Modal	20	0.022	0.0015	0.0005	0	0.9999	0.9969	0.0007
Modal	21	0.019	0.0001	0.001	0	1	0.9979	0.0004

**Tabla 18**

*Diseño de periodos de vibración - Losa maciza*

ABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ
		sec						
Modal	1	0.616	0.0747	0.0212	0	0.0747	0.0212	0.6753
Modal	2	0.506	0.6526	0.0087	0	0.7272	0.0299	0.0663
Modal	3	0.439	0.002	0.7151	0	0.7292	0.745	0.0248
Modal	4	0.184	0.0126	0.0061	0	0.7418	0.751	0.1154
Modal	5	0.133	0.1526	0.0059	0	0.8944	0.7569	0.0112
Modal	6	0.121	0.003	0.1472	0	0.8974	0.9041	0.0064
Modal	7	0.095	0.0045	0.0009	0	0.9019	0.9051	0.0468
Modal	8	0.091	0.00002198	0.0002	0	0.9019	0.9053	0.00003482
Modal	9	0.071	0.000009964	0.0001	0	0.902	0.9053	0.0012
Modal	10	0.063	0.0374	0.0096	0	0.9394	0.915	0.0072
Modal	11	0.062	0.0171	0.0051	0	0.9565	0.9201	0.0083
Modal	12	0.058	0.0015	0.0405	0	0.958	0.9606	0.013
Modal	13	0.047	0.0006	0.0014	0	0.9586	0.962	0.0091
Modal	14	0.04	0.0224	0.0032	0	0.9809	0.9652	0.0003
Modal	15	0.039	0.0004	0.0019	0	0.9813	0.9671	0.0013
Modal	16	0.037	0.0021	0.0176	0	0.9834	0.9847	0.0049
Modal	17	0.03	0.0098	0.0019	0	0.9931	0.9867	0.00003442
Modal	18	0.028	0.0012	0.0084	0	0.9943	0.995	0.0043
Modal	19	0.025	0.004	0.0005	0	0.9984	0.9955	7.305E-06
Modal	20	0.023	0.0015	0.0004	0	0.9999	0.996	0.0007
Modal	21	0.02	0.0001	0.0009	0	1	0.9968	0.0003

**Tabla 19**

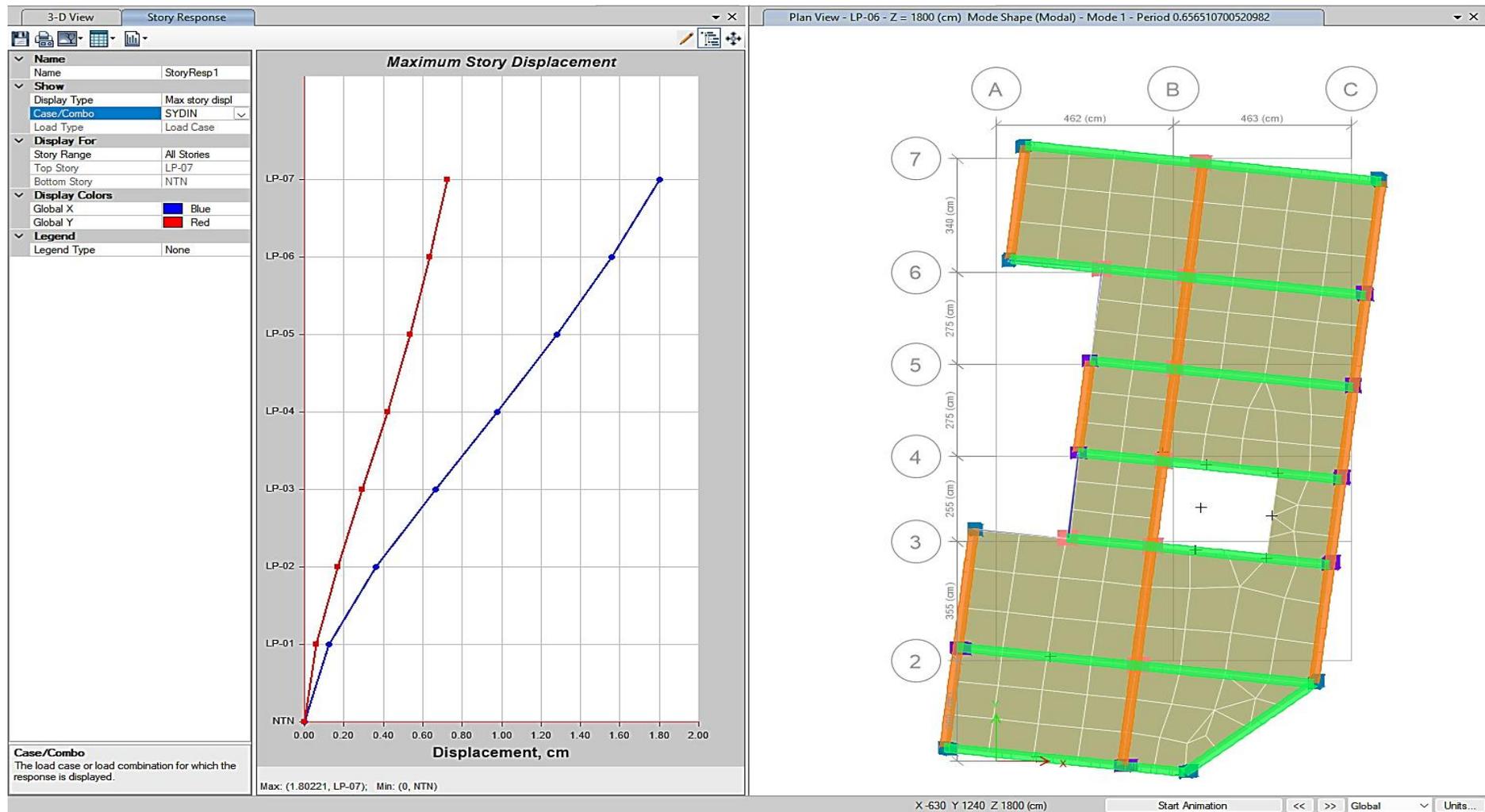
*Diseño de periodos de vibración - Losa metálica e=15 cm*

ABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ
		sec						
Modal	1	0.593	0.1004	0.0375	0	0.1004	0.0375	0.64
Modal	2	0.496	0.634	0.0145	0	0.7344	0.0519	0.087
Modal	3	0.416	0.0018	0.7069	0	0.7362	0.7588	0.0471
Modal	4	0.18	0.0152	0.0091	0	0.7514	0.7679	0.1071
Modal	5	0.134	0.1462	0.0064	0	0.8977	0.7743	0.0124
Modal	6	0.119	0.0027	0.1343	0	0.9003	0.9086	0.0094
Modal	7	0.095	0.0051	0.0017	0	0.9054	0.9103	0.0436
Modal	8	0.079	0.00002952	0.0003	0	0.9054	0.9106	3.196E-06
Modal	9	0.069	0.00003893	0.0002	0	0.9054	0.9108	0.0014
Modal	10	0.065	0.0442	0.0068	0	0.9496	0.9176	0.0043
Modal	11	0.063	0.0083	0.0072	0	0.9579	0.9249	0.0101
Modal	12	0.059	0.0015	0.0377	0	0.9594	0.9626	0.0136
Modal	13	0.048	0.0006	0.0014	0	0.96	0.964	0.0085
Modal	14	0.042	0.0216	0.0032	0	0.9816	0.9672	0.0003
Modal	15	0.04	0.0005	0.0021	0	0.9821	0.9693	0.0012
Modal	16	0.038	0.0019	0.0163	0	0.984	0.9856	0.0055
Modal	17	0.031	0.0095	0.0019	0	0.9935	0.9875	0.00003933
Modal	18	0.028	0.0011	0.0084	0	0.9946	0.9959	0.0047
Modal	19	0.026	0.0039	0.0006	0	0.9985	0.9966	0.00000282
Modal	20	0.023	0.0014	0.0005	0	0.9999	0.9971	0.0007
Modal	21	0.021	0.0001	0.0009	0	1	0.998	0.0003

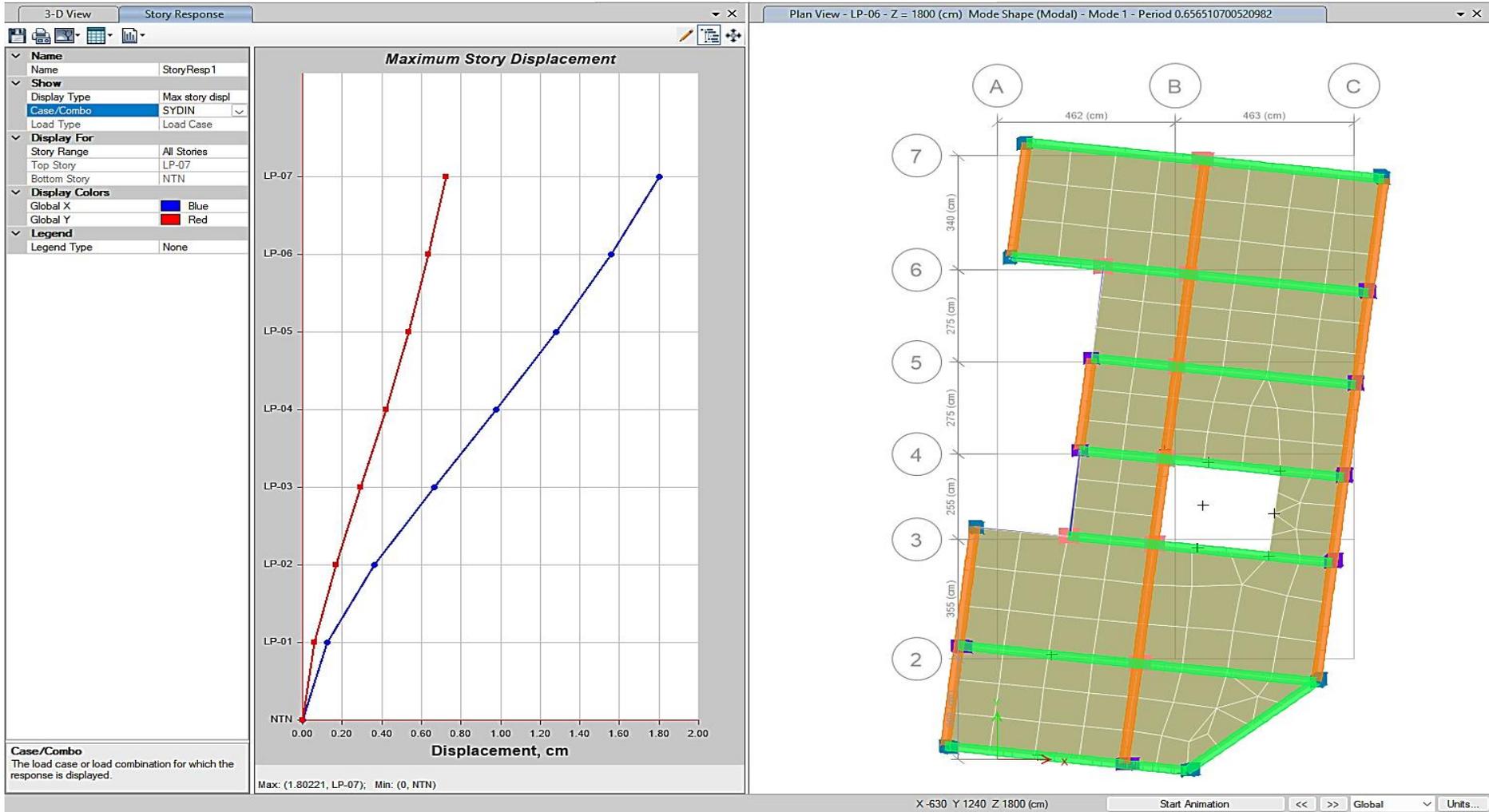
**Tabla 20***Diseño de periodos de vibración - Losa metálica e=20 cm*

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ
	sec						
1	0.643	0.0774	0.0227	0	0.0774	0.0227	0.6709
2	0.527	0.6495	0.0097	0	0.7268	0.0324	0.0683
3	0.458	0.0022	0.7124	0	0.729	0.7448	0.0271
4	0.192	0.0129	0.0064	0	0.7419	0.7512	0.1149
5	0.139	0.1522	0.0063	0	0.8941	0.7575	0.0112
6	0.126	0.0032	0.1466	0	0.8973	0.9041	0.0068
7	0.099	0.0046	0.001	0	0.9019	0.9051	0.0468
8	0.091	0.0000156	0.0001	0	0.9019	0.9052	0.00001911
9	0.071	0.00004081	0.0002	0	0.9019	0.9055	0.0015
10	0.066	0.0382	0.0095	0	0.9402	0.915	0.0066
11	0.065	0.0162	0.0052	0	0.9564	0.9203	0.0084
12	0.061	0.0016	0.0404	0	0.958	0.9606	0.0132
13	0.049	0.0006	0.0014	0	0.9586	0.962	0.0091
14	0.042	0.0223	0.0033	0	0.9809	0.9653	0.0003
15	0.04	0.0004	0.0019	0	0.9813	0.9671	0.0014
16	0.038	0.0021	0.0176	0	0.9834	0.9847	0.005
17	0.031	0.0098	0.002	0	0.9931	0.9867	0.00003369
18	0.029	0.0012	0.0084	0	0.9943	0.9951	0.0044
19	0.026	0.004	0.0005	0	0.9983	0.9956	6.582E-06
20	0.023	0.0015	0.0005	0	0.9999	0.9961	0.0007
21	0.021	0.0001	0.0009	0	1	0.9969	0.0003

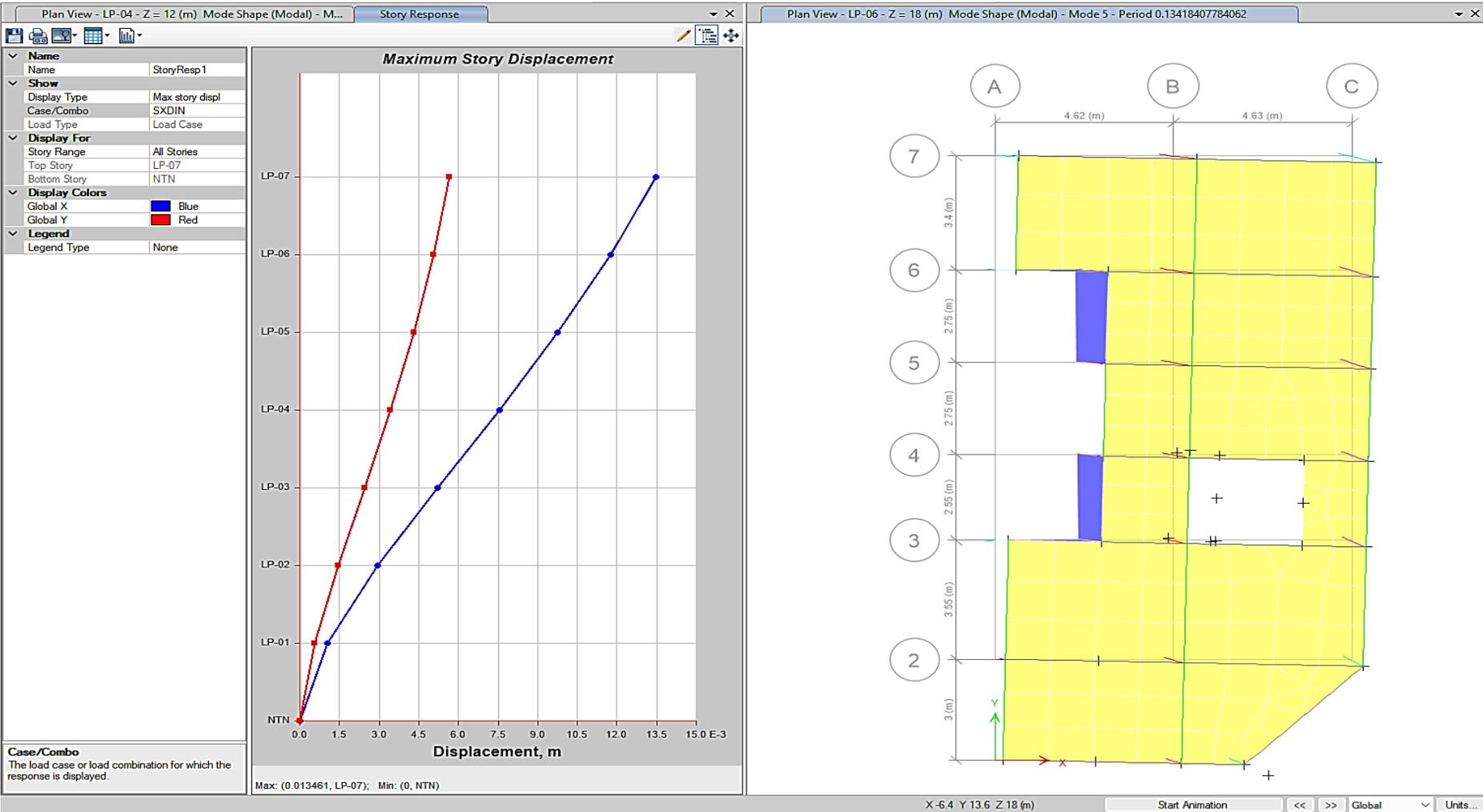
**Figura 37**  
 Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado Y-Y



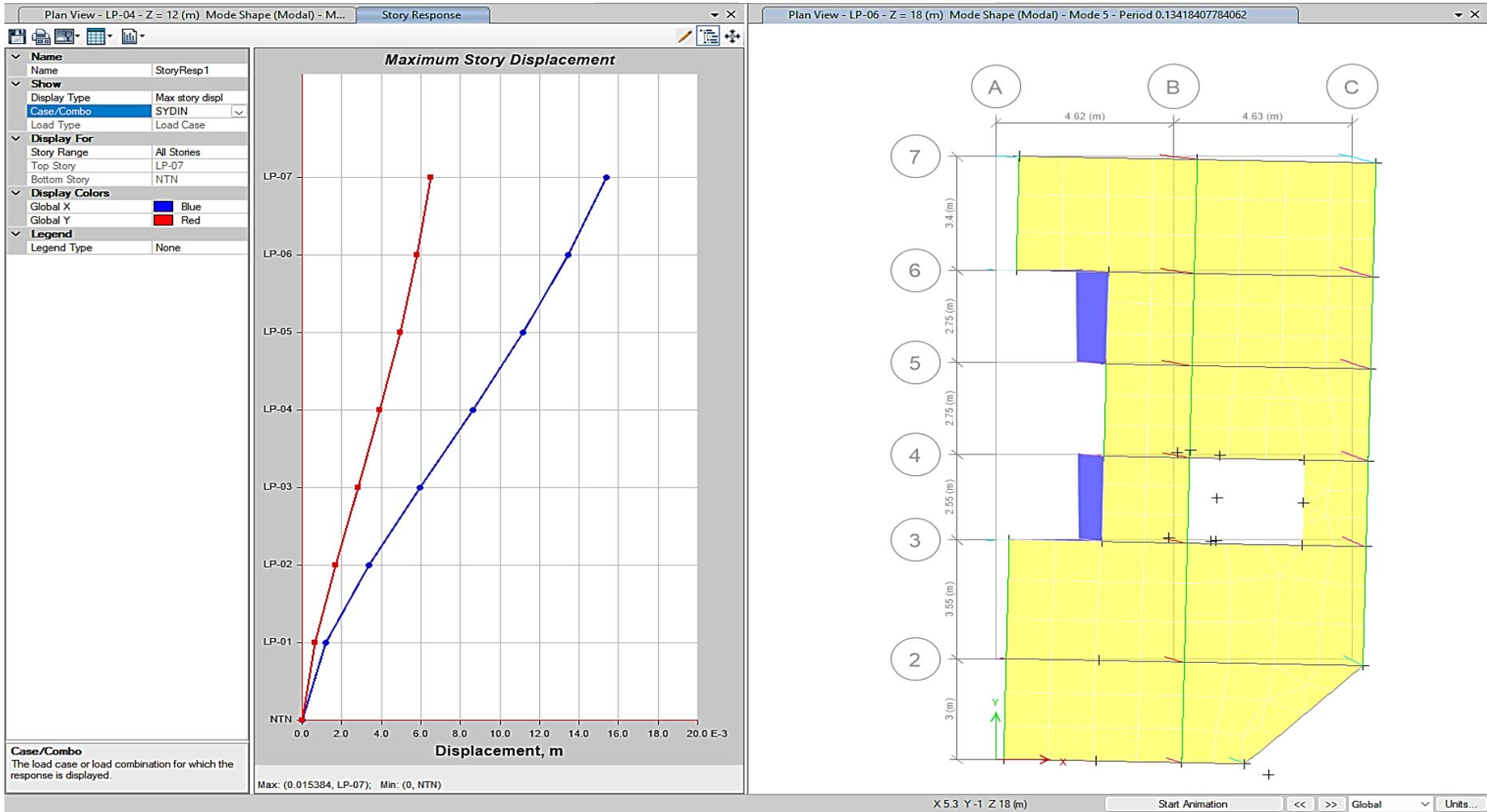
**Figura 38**  
*Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado X-X*



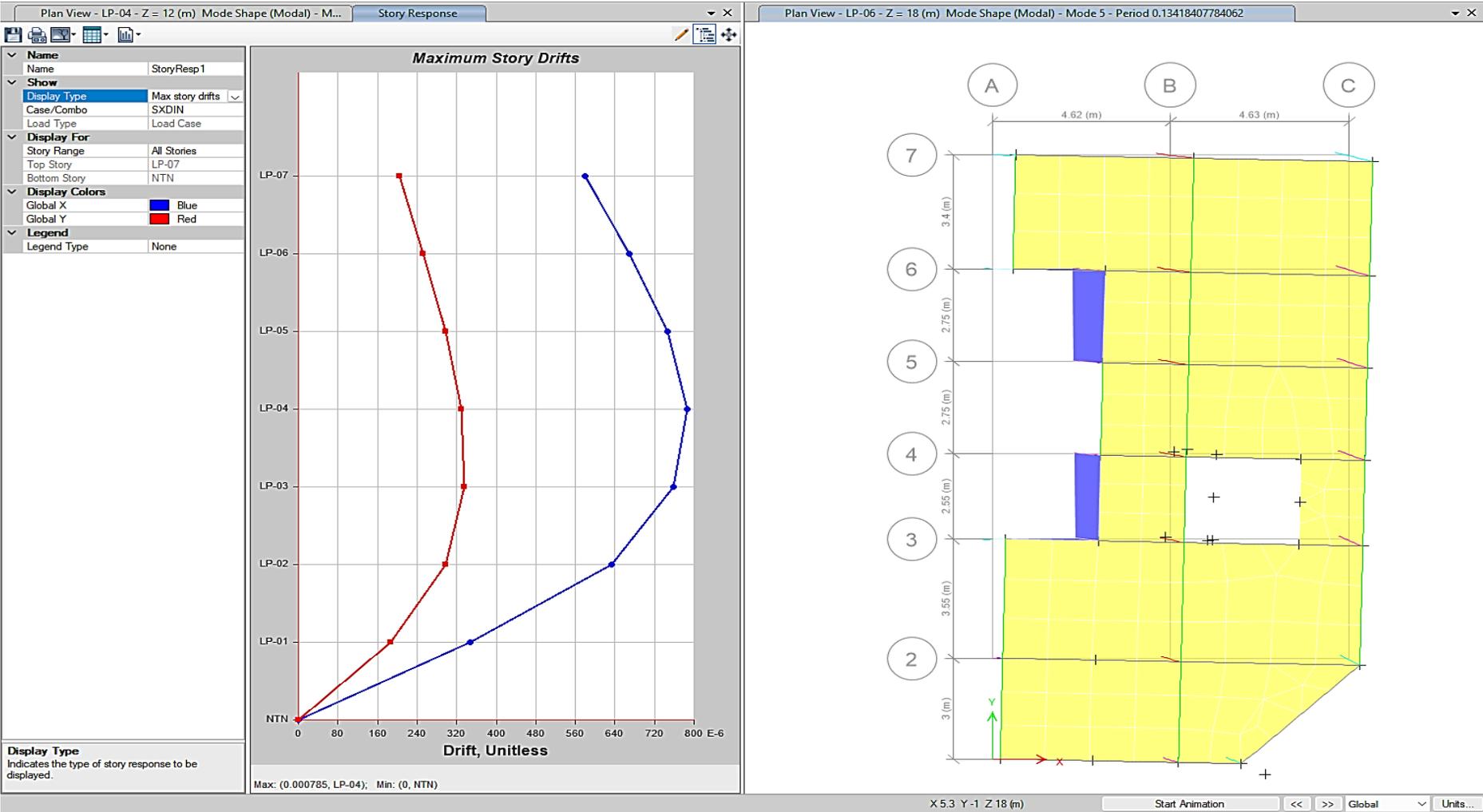
**Figura 39**  
*Diseño de desplazamiento - Losa maciza X-X*



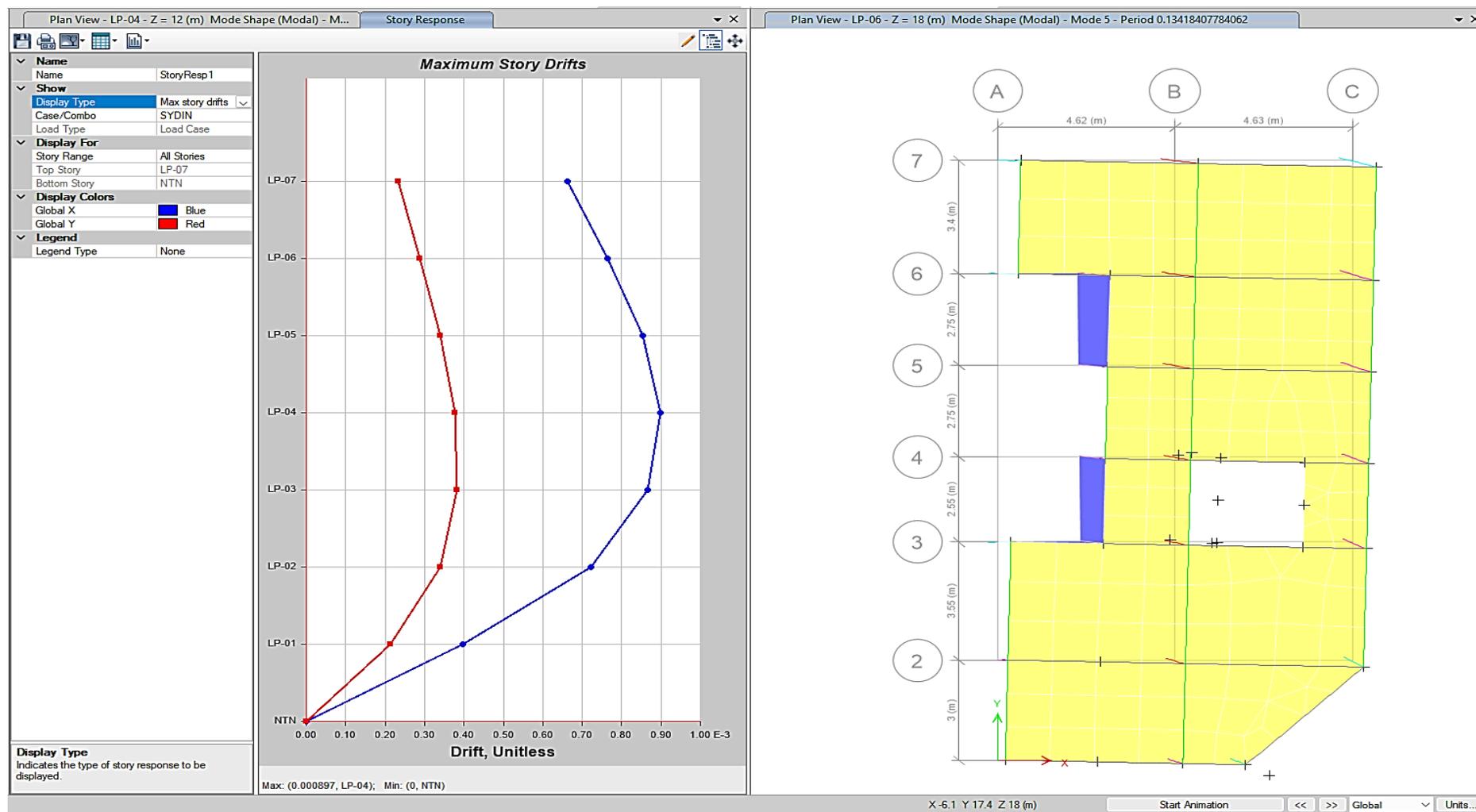
**Figura 40**  
 Diseño de desplazamiento - Losa maciza Y-Y



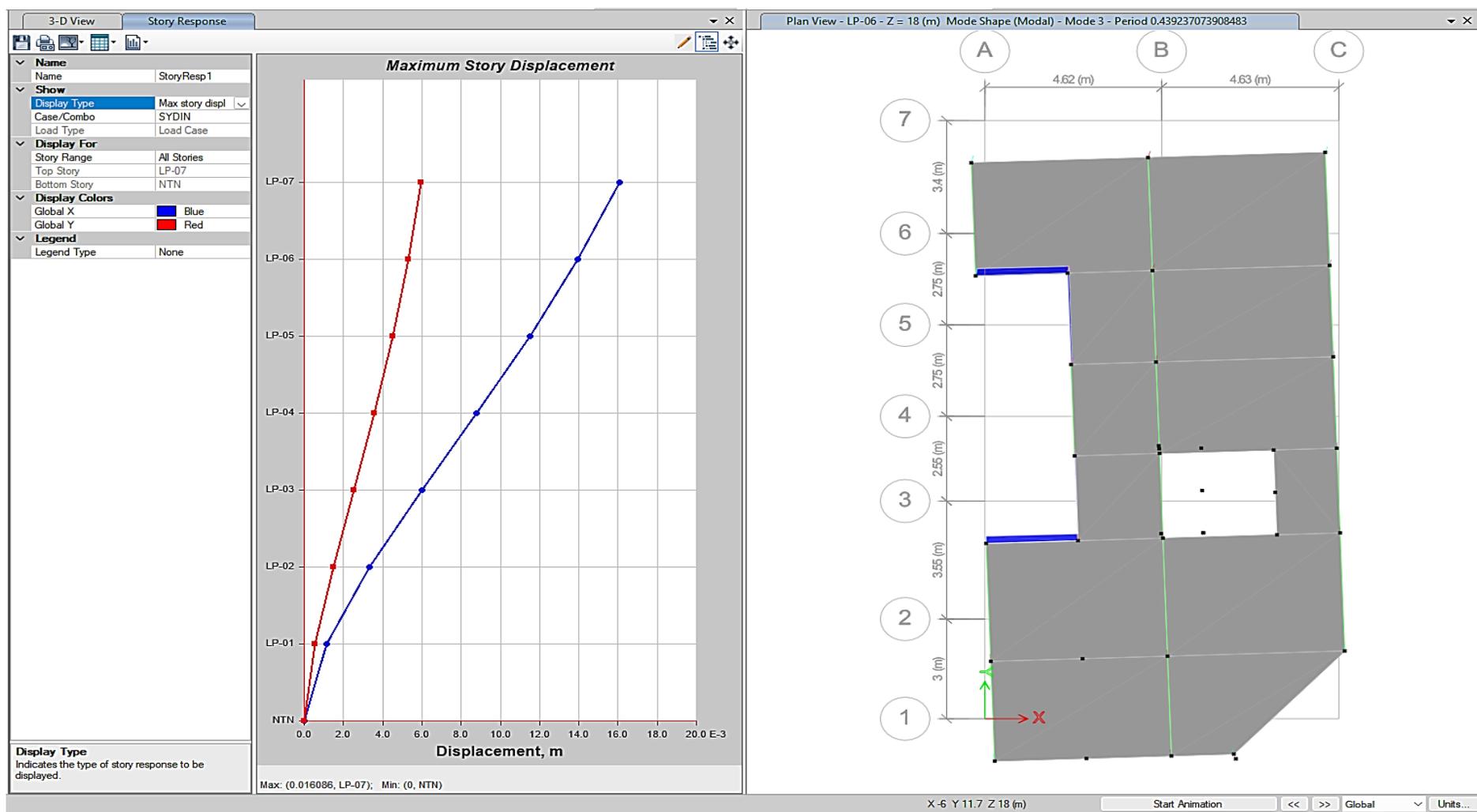
**Figura 41**  
*Diseño de deriva - Losa maciza X-X*



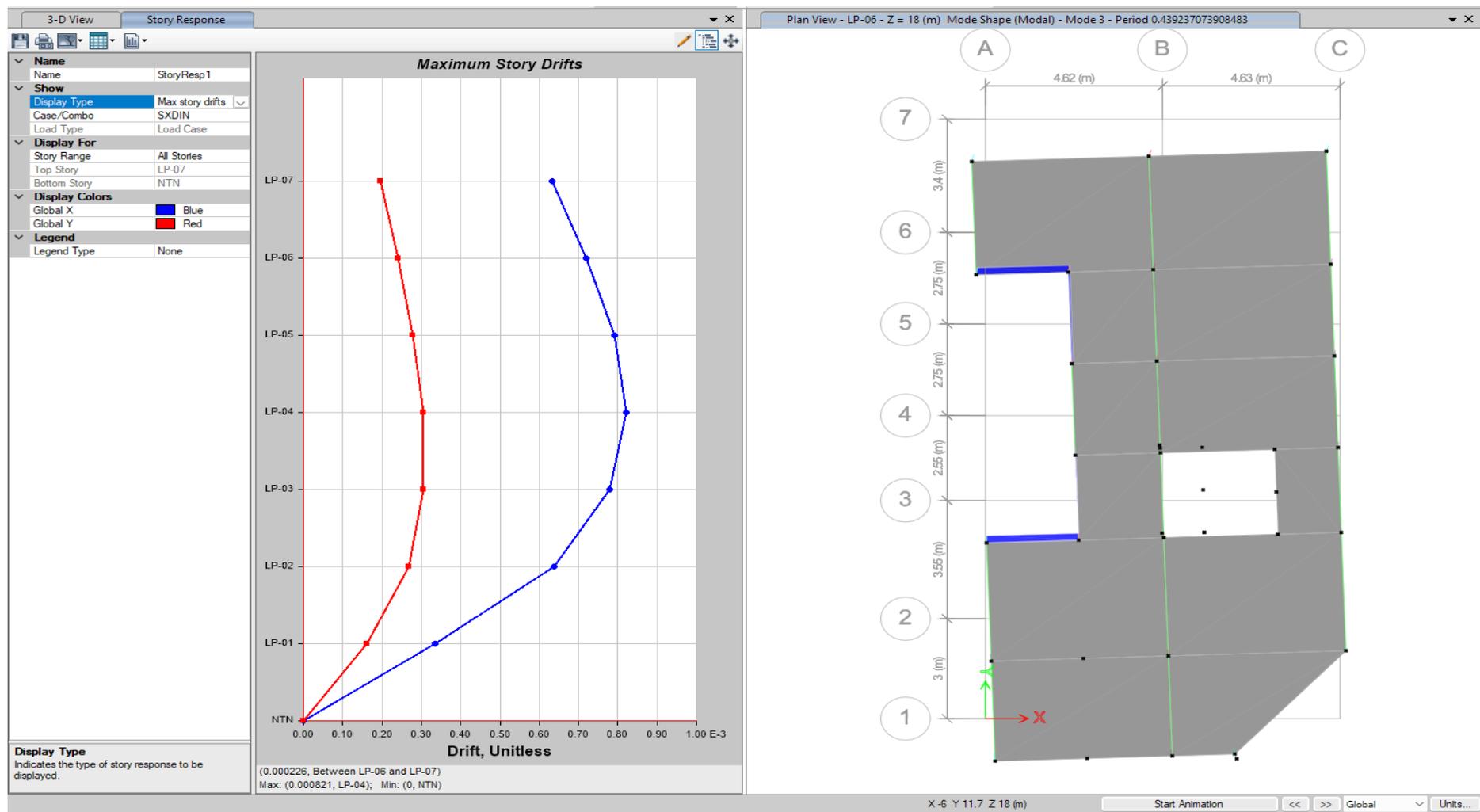
**Figura 42**  
 Diseño de deriva - Losa maciza Y-Y



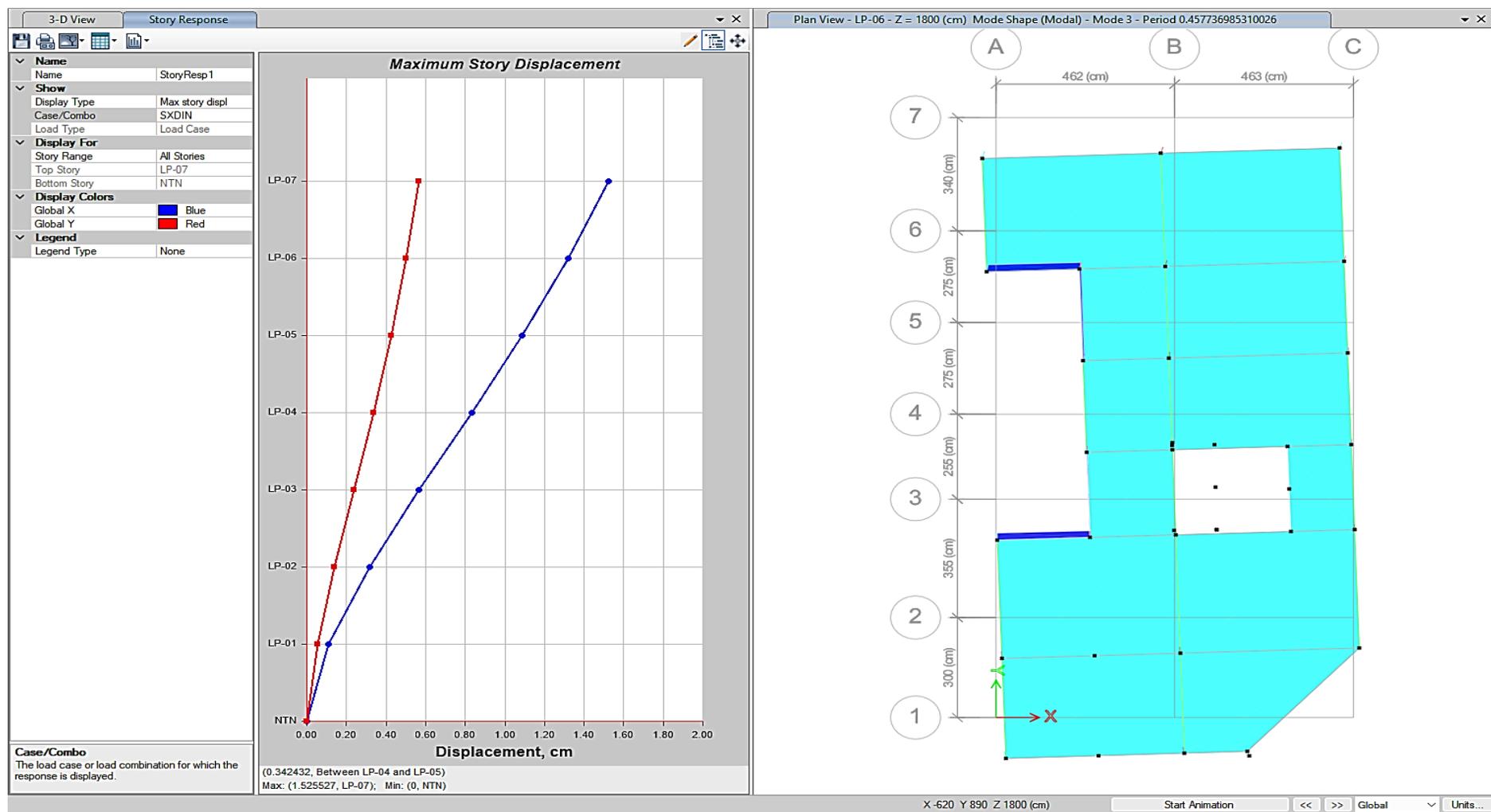
**Figura 43**  
 Diseño de desplazamiento - Losa metálica  $e=15\text{ cm}$  Y-Y



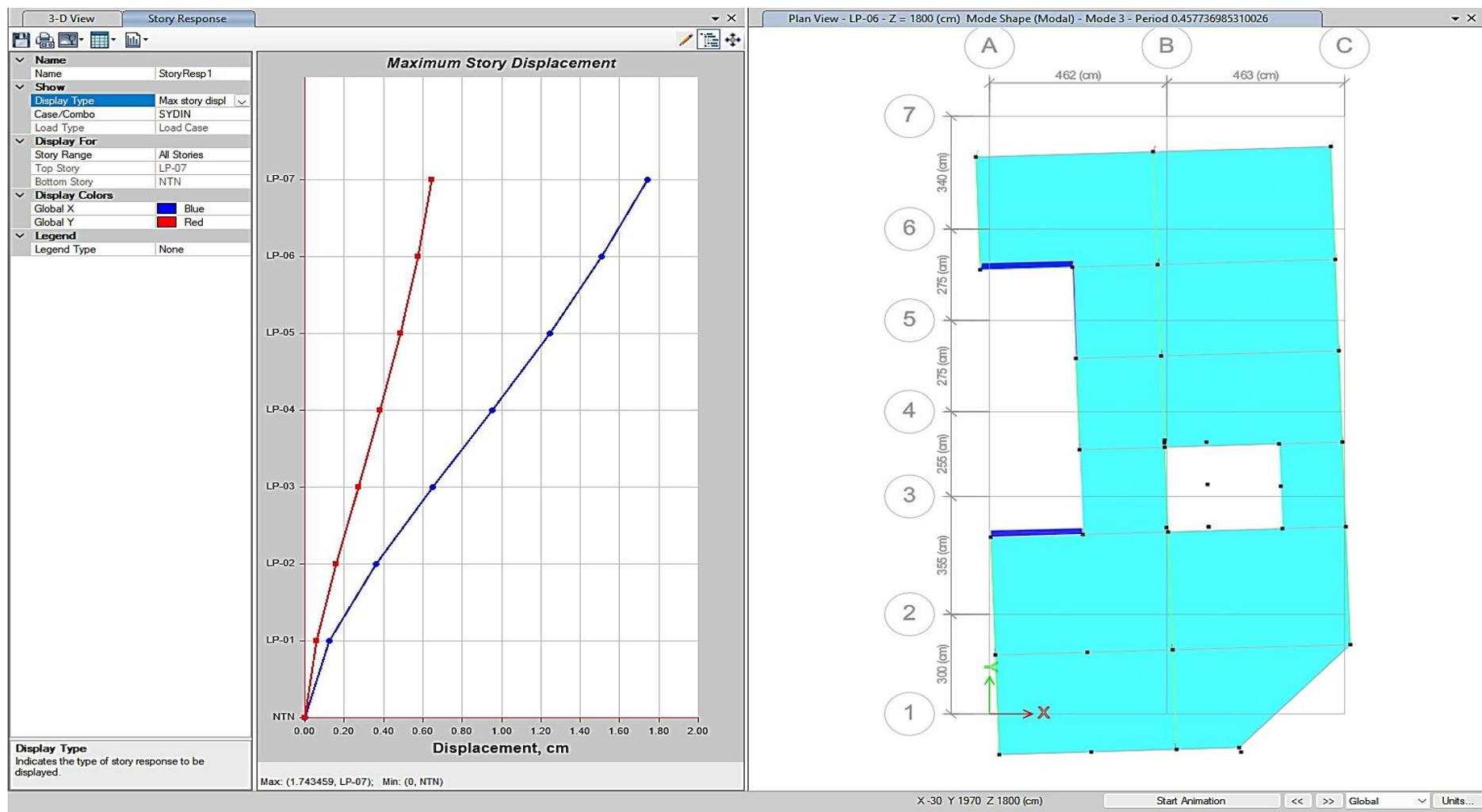
**Figura 44**  
 Diseño de deriva - Losa metálica  $e=15\text{ cm}$  X-X



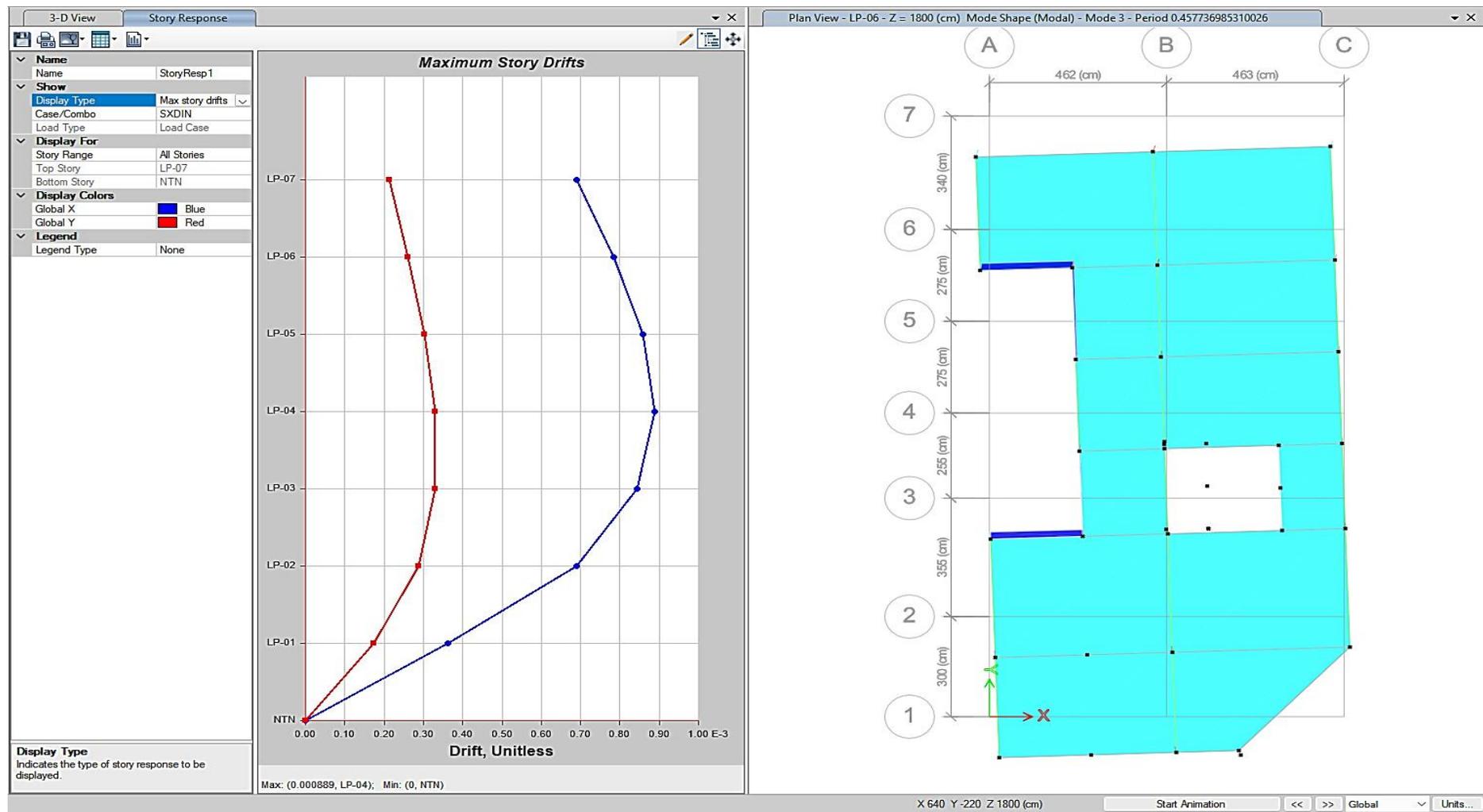
**Figura 45**  
 Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=20 cm X-X



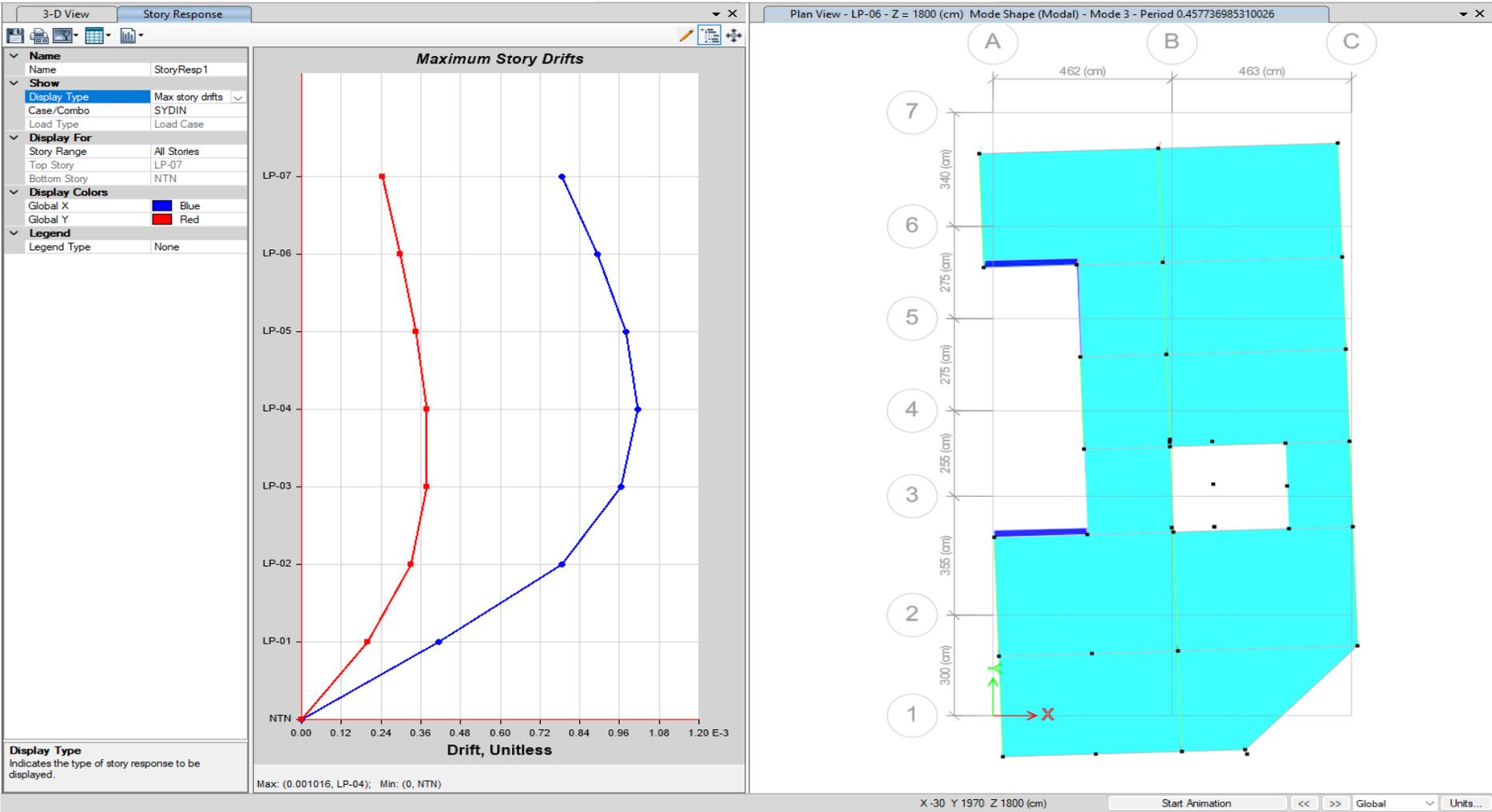
**Figura 46**  
 Diseño de desplazamiento - Losa metálica  $e=20$  cm Y-Y



**Figura 47**  
 Diseño de deriva - Losa metálica  $e=20\text{ cm}$  X-X



**Figura 48**  
 Diseño de deriva Losa metálica  $e=20\text{ cm}$  Y-Y



**Tabla 21**

*Diseño de desplazamiento - Aporticado Predimensionado*

<b>TABLE: Story Max Over Avg Displacements</b>							
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>Direction</b>	<b>Maximum</b>	<b>Average</b>	<b>Ratio</b>
					<b>cm</b>	<b>cm</b>	
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5769	1.2749	1.237
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6319	0.3796	1.665
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.3624	1.0977	1.241
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5579	0.3353	1.664
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.1206	0.8998	1.245
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4697	0.2824	1.663
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8551	0.6843	1.25
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3679	0.221	1.665
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5799	0.4625	1.254
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2575	0.1541	1.671
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3191	0.2538	1.258
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1478	0.0876	1.688
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.108	0.0856	1.262
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0538	0.031	1.734
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.8022	1.457	1.237
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.7221	0.4338	1.665
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.557	1.2545	1.241
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6376	0.3832	1.664
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.2806	1.0283	1.245
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5368	0.3228	1.663
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.9772	0.782	1.25
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4205	0.2526	1.665
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6627	0.5286	1.254
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2942	0.1761	1.671
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3647	0.29	1.258
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1689	0.1001	1.688
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1234	0.0978	1.262
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0615	0.0355	1.734

**Tabla 22**

*Diseño de deriva - Aporticado Predimensionado*

<b>TABLE: Story Drifts</b>									
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
							<b>cm</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000722	20	462	1800	2100
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000251	19	925	1460	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000825	20	462	1800	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000286	19	925	1460	2100
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000814	20	462	1800	1800
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000298	7	925	1800	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.00093	20	462	1800	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00034	7	925	1800	1800
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000891	20	462	1800	1500
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000342	19	925	1460	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.001018	20	462	1800	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000391	10	925	300	1500
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000921	20	462	1800	1200
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00037	10	925	300	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.001053	20	462	1800	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000423	19	925	1460	1200
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000871	20	462	1800	900
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000366	19	925	1460	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000995	20	462	1800	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000419	19	925	1460	900
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000704	20	462	1800	600
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000314	19	925	1460	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000805	20	462	1800	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000358	19	925	1460	600
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.00036	20	462	1800	300
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000179	10	925	300	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000411	20	462	1800	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000205	10	925	300	300

**Tabla 23**

*Diseño de desplazamiento - Losa maciza*

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.4075	1.1577	1.216
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5228	0.3171	1.649
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.2198	0.9995	1.22
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4651	0.2817	1.651
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.0058	0.8213	1.225
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3944	0.2384	1.654
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.7702	0.6266	1.229
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3116	0.1883	1.654
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5251	0.4257	1.233
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2206	0.1337	1.65
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2917	0.2357	1.238
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.129	0.0777	1.659
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1007	0.0811	1.242
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0485	0.0283	1.714
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.6086	1.3231	1.216
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5974	0.3624	1.649
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.3941	1.1423	1.22
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5316	0.322	1.651
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.1495	0.9386	1.225
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4507	0.2725	1.654
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8802	0.7162	1.229
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3561	0.2153	1.654
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6001	0.4865	1.233
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2521	0.1528	1.65
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3333	0.2693	1.238
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1474	0.0888	1.659
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1151	0.0927	1.242
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0555	0.0324	1.714

**Tabla 24**

*Diseño de deriva - Losa maciza*

<b>TABLE: Story Drifts</b>									
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
							<b>cm</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000633	20	462	1800	2100
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000196	7	925	1800	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000723	20	462	1800	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000224	7	925	1800	2100
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000721	20	462	1800	1800
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00024	18	925	1185	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000824	20	462	1800	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000274	18	925	1185	1800
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000791	20	462	1800	1500
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000279	19	925	1460	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000905	20	462	1800	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000319	19	925	1460	1500
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000821	20	462	1800	1200
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000305	10	925	300	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000938	20	462	1800	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000349	10	925	300	1200
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.00078	20	462	1800	900
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000306	19	925	1460	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000891	20	462	1800	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00035	19	925	1460	900
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000637	20	462	1800	600
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000268	19	925	1460	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000728	20	462	1800	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000307	19	925	1460	600
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000336	20	462	1800	300
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000162	10	925	300	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000384	20	462	1800	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000185	19	925	1460	300

**Tabla 25**

*Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=15 cm*

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.3461	1.1021	1.221
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5675	0.3319	1.71
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.1749	0.9578	1.227
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5072	0.2972	1.706
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.9769	0.793	1.232
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4328	0.254	1.704
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.755	0.6103	1.237
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3442	0.2021	1.703
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5206	0.4191	1.242
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2458	0.144	1.708
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2938	0.2354	1.248
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1455	0.0845	1.723
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1045	0.0832	1.256
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0561	0.0318	1.765
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5384	1.2595	1.221
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6485	0.3794	1.71
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.3428	1.0946	1.227
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5796	0.3397	1.706
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.1165	0.9063	1.232
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4946	0.2903	1.704
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8628	0.6975	1.237
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3934	0.231	1.703
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.595	0.4789	1.242
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2809	0.1645	1.708
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3358	0.2691	1.248
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1663	0.0965	1.723
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1194	0.0951	1.256
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0641	0.0363	1.765

**Tabla 26**

*Diseño de deriva - Losa metálica e=15 cm*

<b>TABLE: Story Drifts</b>									
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
							cm	cm	cm
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000579	20	462	1800	2100
LP-07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000204	7	925	1800	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000661	20	462	1800	2100
LP-07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000234	7	925	1800	2100
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000668	20	462	1800	1800
LP-06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000252	18	925	1185	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000764	20	462	1800	1800
LP-06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000288	18	925	1185	1800
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000746	20	462	1800	1500
LP-05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000298	19	925	1460	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000853	20	462	1800	1500
LP-05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000341	19	925	1460	1500
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000785	20	462	1800	1200
LP-04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00033	10	925	300	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000897	20	462	1800	1200
LP-04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000377	10	925	300	1200
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000758	20	462	1800	900
LP-03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000335	10	925	300	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000866	20	462	1800	900
LP-03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000383	19	925	1460	900
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000633	20	462	1800	600
LP-02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000299	19	925	1460	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000723	20	462	1800	600
LP-02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000341	19	925	1460	600
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000348	43	625	0	300
LP-01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000187	10	925	300	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000398	43	625	0	300
LP-01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000214	10	925	300	300

**Tabla 27***Diseño de desplazamiento - Losa metálica e=20 cm*

Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5255	1.2528	1.218
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5652	0.3447	1.639
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.3212	1.0809	1.222
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5023	0.3059	1.642
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.0887	0.8876	1.227
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4254	0.2586	1.645
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8332	0.6768	1.231
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3358	0.204	1.646
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5678	0.4596	1.235
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2375	0.1446	1.642
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3153	0.2543	1.24
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1387	0.0835	1.661
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1088	0.0874	1.245
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0522	0.0304	1.714
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.7435	1.4318	1.218
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6459	0.394	1.639
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5099	1.2353	1.222
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5741	0.3496	1.642
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	1.2443	1.0144	1.227
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4862	0.2955	1.645
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.9522	0.7735	1.231
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3837	0.2331	1.646
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6489	0.5252	1.235
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2714	0.1653	1.642
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3603	0.2906	1.24
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1586	0.0955	1.661
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1244	0.0999	1.245
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0596	0.0348	1.714

**Tabla 28***Diseño de deriva - Losa metálica e=20 cm*

Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000689	20	462	1800	2100
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000213	7	925	1800	2100
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000787	20	462	1800	2100
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000244	7	925	1800	2100
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000783	20	462	1800	1800
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000261	18	925	1185	1800
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000895	20	462	1800	1800
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000298	10	925	300	1800
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000858	20	462	1800	1500
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000302	19	925	1460	1500
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000981	20	462	1800	1500
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000345	19	925	1460	1500
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000889	20	462	1800	1200
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00033	10	925	300	1200
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.001016	20	462	1800	1200
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000377	10	925	300	1200
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000843	20	462	1800	900
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00033	19	925	1460	900
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000964	20	462	1800	900
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000377	10	925	300	900
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000689	20	462	1800	600
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000289	19	925	1460	600
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000787	20	462	1800	600
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.00033	19	925	1460	600
SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000363	20	462	1800	300
SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000174	19	925	1460	300
SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.000415	20	462	1800	300
SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.000199	19	925	1460	300

**ANEXO 3**  
**INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b>					
<b>FICHA DE RECOLECCION DE DATOS</b>					
	<b>TESIS:</b>				
<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.128</b>				
TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	RETENIDO PARCIAL(%)	RETENIDO ACUMULADO(%)	QUE PASA(%)
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
<b>CAZOLETA</b>					
<b>TOTAL</b>					

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**



TESIS:



<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>					
<b>UBICACIÓN:</b>						
<b>FECHA:</b>						
<b>ENSAYO:</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
<b>CALICATA:</b>						
<b>NTP:</b>	<b>339.127</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**



TESIS:



<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.129</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>					

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

	<b>TESIS:</b>				
<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.129</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b> (%)					

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**



TESIS:



<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>LÍMITE PLASTICO</b>				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.130</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
<b>LÍMITE PLASTICO (%)</b>					

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**



TESIS:



<b>TESISTA:</b>	<b>BACH.</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>					
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	<b>PESO ESPECIFICO</b>				
<b>CAUCATA:</b>					
<b>NTP:</b>	<b>339.131</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)					
Peso del recipiente + muestra seca (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Volumen recipiente (gr)					
<b>RESULTADOS</b>					
Peso de la muestra húmeda (gr)					
Peso de la muestra seca (gr)					
Peso del agua (gr)					
Peso específico de la muestra húmeda (gr/m <sup>3</sup> )					
Peso específico de la muestra seca (gr/m <sup>3</sup> )					
Humedad (%)					

**ANEXO 5**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTOS**

**TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y Nombre del Experto:**

**JHON ELIO GOMEZ VALLES**

**Título y/o Grado académico: Director: (        ) Magister: ( x    ) Otros: (        )**

**Institución: UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

**Nombre del Instituto –Motivo de Evaluación: FICHA DE REGISTRO – TASA DE PRECISION DE INVENTARIO**

**Título de la Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA MACIZA DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**

**Autor: RUBINO CARO DURAN LOPEZ**

**Fecha: 20 de noviembre del año 2023**

## ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-59%	Bueno 51-70%	Muy bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.					X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conducta observable.					X
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					X
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					X
COHERENCIA	Existen relación entre las dimensiones e indicadores.					X
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					X
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					X
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN.</b>						<b>94 %</b>

Considerar las observaciones y aplicarlas a la investigación.



*Jhon Elio Gómez Valles*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 108693

Firma del Experto

## **TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y Nombre del Experto:**

**JOSE WICLEY TUANAMA LAVI**

**Título y/o Grado académico: Director: (     ) Magister: ( x   ) Otros: (     )**

**Institución: UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

**Nombre del Instituto –Motivo de Evaluación: FICHA DE REGISTRO – TASA DE PRECISION DE INVENTARIO**

**Título de la Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA MACIZA DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**

**Autor: RUBINO CARO DURAN LOPEZ**

**Fecha: 17 de noviembre del año 2023**

## ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-59%	Bueno 51-70%	Muy bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.					X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conducta observable.					X
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					X
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					X
COHERENCIA	Existen relación entre las dimensiones e indicadores.					X
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					X
PERTENENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					X
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN.</b>						<b>96 %</b>

Considerar las observaciones y aplicarlas a la investigación.




 José Wielely Tujanama Lavi  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP. N° 133135

Firma del Experto

## ANEXO 6

### PANEL FOTOGRAFICO

#### Fotografía 1

*Se aprecia el inicio del levantamiento topográfico*



#### Fotografía 2

*Se aprecia la medición del equipo de la estación total*



**Fotografía 3**

*Se aprecia que se está poniendo las coordenadas*



**Fotografía 4**

*Se aprecia las mediciones*



**Fotografía 5**  
*Se aprecia las mediciones*



**Fotografía 6**  
*Se aprecia las mediciones*



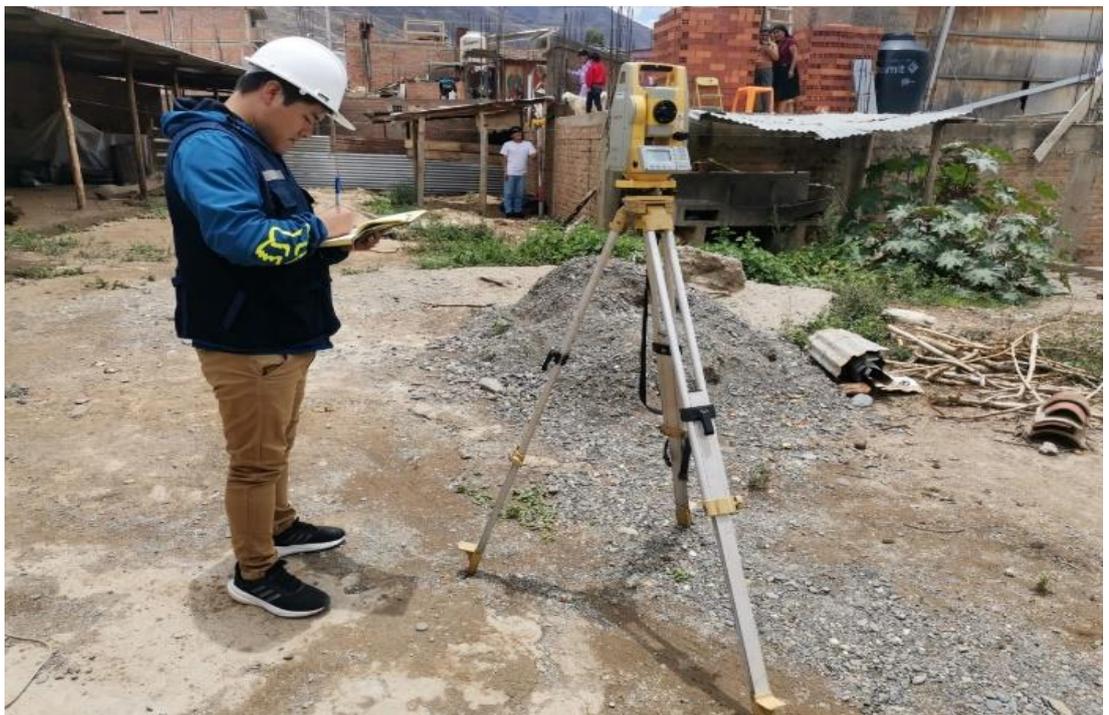
**Fotografía 7**

*Se aprecia la medición de las veredas*



**Fotografía 8**

*Se aprecia la toma de datos de campo*



**Fotografía 9**

*Se aprecia que se está tomando datos de campo*



**Fotografía 10**

*Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico*



**Fotografía 11**

*Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico*



**Fotografía 12**

*Se aprecia que se está realizando el levantamiento topográfico*



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### Fotografía 13

*Se aprecia el lugar donde se va realizar el estudio de mecánica de suelos*



### Fotografía 14

*Se aprecia la excavación de la calicata*



**Fotografía 15**

*Se aprecia la excavación de la calicata*



**Fotografía 16**

*Se aprecia los estratos de suelos*

