

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



**TESIS**

---

**“Concreto postensado para reducir las deformaciones en el  
diseño sismorresistente de una estructura aporricada con una  
luz de 9 metros, Amarilis - Huánuco - 2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Guerra Nieto, Angel

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2024



# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

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

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería estructural y municipal

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71784767

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

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

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	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	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## 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 9:30 horas del día **Jueves 07 de marzo 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:


- ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA - SECRETARIO
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0427-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Angel GUERRA NIETO**, 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 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 10:25 horas del día 07 del mes de marzo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. 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

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



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ANGEL GUERRA NIETO, de la investigación titulada “CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”, con asesora YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, designada mediante documento, con RESOLUCIÓN N° 373-2023-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 10 % 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 junio 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

# TESIS\_GUERRA NIETO\_FINAL.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="#">Submitted to University of Melbourne</a> Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="#">Submitted to University of Hong Kong</a> Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://nanopdf.com">nanopdf.com</a> 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**

La presente tesis dedico a mis padres, hermanos, abuelos y demás familiares que siempre estuvieron a mi lado en todo el recorrido de mi carrera universitaria y también dedico esta tesis a mis amigos que me apoyaron con sus consejos y guías.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco (UDH) por asesorarme y brindarme la información necesaria. Te agradezco que me hayas dado lo mejor de la vida. Me gustaría expresar mi agradecimiento a mi progenitora por sus constantes guías. Gracias por vuestro soporte y ayuda que me habéis mostrado.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	13
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO .....	13
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	14
1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	14
1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	14
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO .....	17
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES .....	19
2.2 BASES TEÓRICAS .....	22
2.2.1 MECÁNICA DE ESTRUCTURAS APORTICADAS .....	22
2.2.2 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POSTENSADO.....	27
2.2.3 DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS.....	32
2.2.4 MODELADO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	33



2.2.5 OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL .....	35
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	36
2.4 HIPÓTESIS .....	37
2.5 VARIABLES.....	38
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	38
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE .....	38
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES) .....	39
CAPÍTULO III.....	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	40
3.1.1 ENFOQUE.....	40
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	40
3.1.3 DISEÑO.....	40
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.2.1 POBLACIÓN.....	40
3.2.2 MUESTRA .....	41
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	41
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	41
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	41
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	41
CAPÍTULO IV.....	42
RESULTADOS.....	42
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	42
4.1.1 DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	42
4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS.....	44
4.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL INICIAL.....	48
4.1.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTABLE .....	50
4.1.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SIN COLUMNAS.....	55
4.1.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS .....	55
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	59
CAPÍTULO V.....	62
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
CONCLUSIONES .....	63

RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución arquitectónica.....	43
Figura 2 Área tributaria de columnas.....	44
Figura 3 Área tributaria de vigas principales.....	44
Figura 4 Área tributaria de vigas secundarias.....	45
Figura 5 Modelo ETABS inicial.....	48
Figura 6 Análisis de periodo.....	49
Figura 7 Modelo ETABS mejorado.....	51
Figura 8 Análisis de periodo.....	52
Figura 9 Comportamientos modales – Mejorado.....	53
Figura 10 Pórticos de diseño.....	54
Figura 11 Comportamiento de losa con columnas.....	54
Figura 12 Modelo analizado sin columnas centrales.....	55
Figura 13 Definición de perfil de bandas.....	55
Figura 14 Definición de perfil de tendones.....	56
Figura 15 Vista de las losas de postensado.....	56
Figura 16 Resultado de las losas postensadas.....	57
Figura 17 Análisis de periodo.....	57
Figura 18 Ubicación de edificación.....	71
Figura 19 Arquitectura.....	72
Figura 20 Detalles de zapatas.....	73
Figura 21 Detalles de aligerado.....	74
Figura 22 Desplazamiento de piso X – Inicial.....	75
Figura 23 Deriva de piso X – Inicial.....	75
Figura 24 Desplazamiento de piso Y – Inicial.....	76
Figura 25 Deriva de piso Y – Inicial.....	76
Figura 26 Desplazamiento modal 1 – Inicial.....	80
Figura 27 Desplazamiento modal 2 – Inicial.....	80
Figura 28 Desplazamiento modal 3 – Inicial.....	81
Figura 29 Desplazamiento de piso X – Mejorado.....	81
Figura 30 Deriva de piso X – Mejorado.....	82
Figura 31 Desplazamiento de piso Y – Mejorado.....	82
Figura 32 Deriva de piso Y – Mejorado.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables .....	39
Tabla 2 Predimensionamiento de losa aligerada .....	45
Tabla 3 Predimensionamiento de vigas .....	46
Tabla 4 Predimensionamiento de columnas .....	47
Tabla 5 Deriva y desplazamiento en X .....	49
Tabla 6 Deriva y desplazamiento en Y .....	50
Tabla 7 Elementos estructurales que componen al modelo .....	50
Tabla 8 Deriva y desplazamiento en X .....	52
Tabla 9 Deriva y desplazamiento en Y .....	53
Tabla 10 Análisis de derivas y desplazamientos X .....	58
Tabla 11 Análisis de derivas y desplazamientos Y .....	58
Tabla 12 Deriva y desplazamiento en X .....	60
Tabla 13 Deriva y desplazamiento en Y .....	60
Tabla 14 Análisis de derivas y desplazamientos X .....	60
Tabla 15 Análisis de derivas y desplazamientos Y .....	60
Tabla 16 Matriz de Consistencia.....	69
Tabla 17 Participación modal – Inicial.....	77
Tabla 18 Desplazamiento de piso – Inicial.....	78
Tabla 19 Deriva de piso – Inicial.....	79
Tabla 20 Participación modal – Mejorado.....	83
Tabla 21 Desplazamiento – Mejorado .....	85
Tabla 22 Derivas – Mejorado.....	85

## RESUMEN

El estudio “Concreto postensado para reducir las deformaciones en el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 9 metros, Amarilis - Huánuco -2023” aborda la creciente necesidad de diseñar estructuras arquitectónicas con luces más amplias en áreas urbanas densamente pobladas como Amarilis, Huánuco. Esta necesidad surge debido al aumento de la densidad poblacional y la necesidad de optimizar el uso del espacio. La investigación se centra en el uso de concreto postensado como una solución para abordar los desafíos del diseño sismorresistente en estructuras con luces amplias. Se destaca que el concreto postensado ofrece una mayor resistencia a las deformaciones y una mejor capacidad de disipación de energía sísmica en comparación con el concreto convencional. La actividad sísmica en regiones como Huánuco ha impulsado la investigación y el desarrollo de tecnologías sismorresistentes. Aunque se reconoce la eficacia del concreto postensado, se plantea la necesidad de profundizar en su aplicación específica en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas en Amarilis, Huánuco. El objetivo general del estudio es evaluar la eficacia del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas con luces amplias para mejorar la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos. Los objetivos específicos incluyen analizar la normativa sísmica vigente, diseñar modelos computacionales para simular cargas sísmicas y comparar el desempeño estructural de edificaciones diseñadas con concreto postensado y convencional. Se plantean hipótesis sobre la eficacia del concreto postensado y se proponen recomendaciones para su implementación en proyectos de construcción sismorresistente.

**PALABRAS CLAVE:** Concreto postensado, Diseño sismorresistente, Estructuras aporticadas, Amarilis, Normativa sísmica.

## **ABSTRACT**

The study “post-tensioned concrete to reduce deformations in the earthquake-resistant design of a porticoed structure with a span of 9 meters, Amarilis - Huánuco -2023” addresses the growing need to design architectural structures with wider spans in densely populated urban areas such as Amarilis, Huánuco. This need arises due to the increase in population density and the need to optimize the use of space. The research focuses on the use of post-tensioned concrete as a solution to address the challenges of earthquake resistant design in structures with wide spans. It is highlighted that post-tensioned concrete offers greater resistance to deformations and a better seismic energy dissipation capacity compared to conventional concrete. Seismic activity in regions such as Huánuco has promoted research and development of earthquake-resistant technologies. Although the effectiveness of post-tensioned concrete is recognized, there is a need to delve into its specific application in the earthquake-resistant design of framed structures in Amarilis, Huánuco. The general objective of the study is to evaluate the effectiveness of post-tensioned concrete in the earthquake-resistant design of framed structures with wide spans to improve the response capacity to seismic events. Specific objectives include analyzing current seismic regulations, designing computational models to simulate seismic loads, and comparing the structural performance of buildings designed with post-tensioned and conventional concrete. Hypotheses are raised about the effectiveness of post-tensioned concrete and recommendations are proposed for its implementation in earthquake-resistant construction projects.

**KEYWORDS:** Post-tensioned concrete, Seismic-resistant design, Framed structures, Amarillis, Seismic regulations.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de construcción en áreas urbanas, como Amarillis en Huánuco, ha resultado en la necesidad imperante de diseñar estructuras arquitectónicas con luces más amplias. Este requerimiento surge como respuesta al aumento de la densidad poblacional y a la necesidad de optimizar el uso del espacio disponible en zonas urbanas densamente pobladas. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su informe del año 2021, resalta cómo el incremento de la población en áreas urbanas ha impulsado la expansión de infraestructuras para satisfacer las demandas habitacionales y de servicios (OMS, 2021).

En este contexto, la ingeniería estructural se enfrenta a desafíos significativos en cuanto al diseño sismorresistente de edificaciones con luces amplias. Una de las soluciones emergentes para abordar estos desafíos es el uso de concreto postensado. Investigaciones realizadas por instituciones reconocidas como la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) han demostrado que el concreto postensado ofrece una mayor resistencia a las deformaciones y una mejor capacidad de disipación de energía sísmica en comparación con el concreto convencional (UPC, 2019).

Además, en el ámbito peruano, específicamente en regiones como Huánuco, la actividad sísmica es relevante y ha impulsado la investigación y desarrollo de tecnologías sismorresistentes. Estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) han subrayado la importancia del diseño sismorresistente en estas zonas, destacando la necesidad de implementar tecnologías innovadoras como el concreto postensado para reducir riesgos y garantizar la seguridad de las edificaciones (PUCP, 2020).

A pesar de estos avances y reconocimientos, es fundamental profundizar en la aplicación específica del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aperticadas de amplia luz en Amarillis, Huánuco. Esta investigación se enfoca en abordar esta necesidad específica y contribuir al conocimiento y avance en el campo de la ingeniería estructural, especialmente en zonas sísmicas como Huánuco. El objetivo es comprender mejor la efectividad y los beneficios del concreto postensado en el contexto local, con un enfoque técnico y científico riguroso.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La creciente demanda de construcción en áreas urbanas, como Amarilis en Huánuco, ha resultado en la necesidad imperante de diseñar estructuras arquitectónicas con luces más amplias. Este requerimiento surge como respuesta al aumento de la densidad poblacional y a la necesidad de optimizar el uso del espacio disponible en zonas urbanas densamente pobladas. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su informe del año 2021, resalta cómo el incremento de la población en áreas urbanas ha impulsado la expansión de infraestructuras para satisfacer las demandas habitacionales y de servicios (OMS, 2021).

En este contexto, la ingeniería estructural se enfrenta a desafíos significativos en cuanto al diseño sismorresistente de edificaciones con luces amplias. Una de las soluciones emergentes para abordar estos desafíos es el uso de concreto postensado. Investigaciones realizadas por instituciones reconocidas como la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) han demostrado que el concreto postensado ofrece una mayor resistencia a las deformaciones y una mejor capacidad de disipación de energía sísmica en comparación con el concreto convencional (UPC, 2019).

Además, en el ámbito peruano, específicamente en regiones como Huánuco, la actividad sísmica es relevante y ha impulsado la investigación y desarrollo de tecnologías sismorresistentes. Estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) han subrayado la importancia del diseño sismorresistente en estas zonas, destacando la necesidad de implementar tecnologías innovadoras como el concreto postensado para reducir riesgos y garantizar la seguridad de las edificaciones (PUCP, 2020).

A pesar de estos avances y reconocimientos, es fundamental profundizar en la aplicación específica del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporricadas de amplia luz en Amarilis, Huánuco. Esta investigación se enfoca en abordar esta necesidad específica y contribuir al conocimiento y avance en el campo de la ingeniería estructural, especialmente en zonas sísmicas como Huánuco. El objetivo es comprender



mejor la efectividad y los beneficios del concreto postensado en el contexto local, con un enfoque técnico y científico riguroso.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la eficacia del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas con luces amplias para mejorar la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos en Amarilis, Huánuco?

### **1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuál es el alcance y la adecuación de la normativa sísmica actual para el diseño de estructuras aporticadas con luces amplias en la zona de Amarilis - Huánuco, considerando aspectos clave como resistencia sísmica y capacidad de absorción de energía?

¿Cómo pueden diseñarse modelos computacionales precisos y representativos que simulen cargas sísmicas y permitan evaluar el comportamiento estructural de edificaciones aporticadas utilizando tanto concreto postensado como convencional, en el contexto específico de Amarilis - Huánuco?

¿Cuáles son las diferencias significativas en términos de resistencia, deformación y seguridad estructural entre las edificaciones aporticadas diseñadas con concreto postensado y las diseñadas con concreto convencional, al enfrentarse a cargas sísmicas en Amarilis - Huánuco?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la eficacia del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas con luces amplias con el fin de mejorar la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos en Amarilis, Huánuco.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar la normativa sísmica vigente y su aplicabilidad en el diseño de estructuras aporticadas de amplia luz en Amarilis - Huánuco -2023.

Diseñar modelos computacionales para simular cargas sísmicas y evaluar el comportamiento estructural de edificaciones aporticadas con concreto postensado y convencional en Amarilis - Huánuco -2023.

Comparar los resultados obtenidos de las simulaciones para determinar las ventajas y desventajas del uso de concreto postensado en términos de resistencia, deformación y seguridad estructural frente a eventos sísmicos en Amarilis - Huánuco -2023.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Esta investigación contribuirá al conocimiento científico en ingeniería estructural, especialmente en diseño sismorresistente. Al aplicar normativas sísmicas y comparar resultados entre diferentes diseños, se enriquecerá la comprensión de prácticas óptimas en mitigación de riesgos sísmicos. Además, se fortalecerá la aplicación de teorías y modelos existentes en contextos locales, beneficiando futuros proyectos de construcción.

### **1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La investigación es crucial en una zona sísmica activa como Amarilis - Huánuco, donde la vulnerabilidad de las estructuras es alta. Evaluar el uso del concreto postensado en estructuras aporticadas de luces amplias puede reducir riesgos y mejorar la seguridad durante eventos sísmicos, dado el crecimiento poblacional y la demanda de edificaciones más robustas. Además, la implementación de tecnologías avanzadas como modelos computacionales permitirá análisis detallados del comportamiento estructural, siendo fundamental para decisiones de diseño y construcción.

### **1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

El enfoque en modelos computacionales avanzados garantiza resultados precisos y fiables en la evaluación del concreto postensado. El análisis numérico asegura la robustez de los datos, mientras que la colaboración con docentes de la especialidad proporciona recursos especializados. Esto permitirá una investigación rigurosa y aplicable a la realidad de Amarilis - Huánuco, mejorando las prácticas de diseño sismorresistente y la seguridad de las edificaciones.

## **1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Como investigador, debo considerar las limitaciones económicas que podrían surgir en este estudio. La disponibilidad limitada de recursos

financieros podría dificultar la realización de pruebas de laboratorio y análisis computacionales exhaustivos, así como la adquisición de software especializado y equipos de medición avanzados.

Además, la escasez de información especializada en español es una preocupación importante. La falta de literatura técnica y científica en español sobre el diseño sismorresistente con concreto postensado en la región de Amarilis - Huánuco podría limitar nuestra base teórica y metodológica.

Otra limitación significativa es la disponibilidad de datos locales. Obtener información específica y actualizada sobre las condiciones geotécnicas y sísmicas de Amarilis - Huánuco puede ser un desafío debido a la falta de información detallada y a la necesidad de colaboración con entidades locales y organismos gubernamentales.

### **1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación sobre el uso del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aperticadas con luces amplias en Amarilis - Huánuco es viable por diversas razones fundamentales. En primer lugar, los objetivos claramente definidos proporcionan una dirección específica para evaluar la eficacia de esta tecnología en el contexto local, lo cual es esencial para avanzar en el conocimiento de las prácticas óptimas de diseño estructural en zonas sísmicas.

Los problemas identificados, como la necesidad de evaluar la normativa sísmica, diseñar modelos computacionales y comparar resultados, son fundamentales para abordar los desafíos prácticos y teóricos que enfrentan los ingenieros en la región. La justificación de la investigación resalta la importancia práctica, teórica y metodológica del estudio, subrayando su relevancia para mejorar la seguridad y la resistencia sísmica de las edificaciones en Amarilis - Huánuco.

A pesar de las limitaciones, como la disponibilidad limitada de recursos y la escasez de información especializada en español, se proponen soluciones viables como la colaboración con instituciones y la adaptación de metodologías, lo cual demuestra un enfoque pragmático y realista para superar obstáculos y obtener resultados significativos. En resumen, la investigación es viable debido a su enfoque claro, la relevancia del tema en la

región, la metodología sólida propuesta y la capacidad para abordar las limitaciones de manera creativa y colaborativa.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

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

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

(Tornello, Gustavo, & Pizarro, 2022) en su revista intitulada “*Modelos de disipación de energía en uniones híbridas de estructuras aporticadas de hormigón postensado*”. Los objetivos del estudio se centran en investigar y analizar diferentes modelos de disipación de energía para estas uniones, con el fin de comprender su comportamiento bajo cargas cíclicas, especialmente en situaciones sísmicas. Además, se busca evaluar la eficacia de estos modelos en la mejora de la capacidad de disipación de energía y la reducción de las deformaciones en estructuras aporticadas postensadas sujetas a eventos sísmicos. Las conclusiones obtenidas de este trabajo revelan que los modelos de disipación de energía estudiados presentan un comportamiento prometedor en la mejora de la capacidad de absorción de energía en las uniones híbridas de estructuras aporticadas postensadas. Estos modelos muestran una reducción significativa en las deformaciones experimentadas por la estructura durante eventos sísmicos, lo que sugiere su viabilidad para su implementación en el diseño sismorresistente de este tipo de estructuras. Sin embargo, se destaca la necesidad de realizar más investigaciones y pruebas para validar y refinar estos modelos, así como para evaluar su comportamiento en una variedad de condiciones y escenarios sísmicos, a fin de garantizar su eficacia y confiabilidad en la práctica ingenieril. En resumen, el estudio proporciona una base sólida para avanzar en el desarrollo y la aplicación de modelos de disipación de energía en uniones híbridas de estructuras aporticadas de hormigón postensado, con el objetivo final de mejorar la seguridad y la resistencia sísmica de estas estructuras.

(Cruz Vásquez, 2022) en su tesis “Análisis comparativo del diseño de dos edificios de 5 pisos en hormigón armado: uno con losas alivianadas y otro con losas postensadas.”. Los objetivos principales de la investigación fueron evaluar las ventajas y desventajas de cada sistema en términos de resistencia sísmica, eficiencia estructural y costos de construcción. Para lograr esto, se llevaron a cabo análisis estructurales detallados utilizando software de modelado y simulación para simular cargas estáticas y dinámicas, así como también se realizaron cálculos económicos comparativos. Las conclusiones obtenidas revelaron que, si bien ambos sistemas demostraron ser viables desde el punto de vista estructural, el sistema de losas postensadas mostró una mayor capacidad para resistir cargas sísmicas y una menor deformación estructural en comparación con el sistema de losas alivianadas. Además, se observó que el uso de losas postensadas conlleva una mayor inversión inicial en términos de materiales y mano de obra, pero a largo plazo ofrece beneficios significativos en términos de durabilidad y mantenimiento, lo que puede traducirse en un ahorro económico a lo largo de la vida útil del edificio. Estas conclusiones resaltan la importancia de considerar no solo el costo inicial de construcción, sino también los beneficios a largo plazo y la resistencia sísmica al seleccionar el sistema estructural más adecuado para proyectos de construcción de edificios de varios pisos en zonas sísmicas.

(Vergel Galván, 2018) en su tesis “*Optimización de estructuras aporticadas, mediante un procedimiento de estructuración enfocado en elementos tipo columna*”. Aborda la mejora de las estructuras aporticadas a través de un enfoque específico en los elementos tipo columna. Los objetivos principales de la investigación se centran en optimizar la distribución y disposición de estas columnas para mejorar la eficiencia estructural y reducir los costos de construcción. Para lograr esto, el estudio emplea herramientas de análisis estructural avanzadas y técnicas de optimización para encontrar la disposición óptima de las columnas. Además, se consideran aspectos de diseño sismorresistente para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras en

condiciones de carga sísmica. Las conclusiones de la investigación resaltan la importancia de un enfoque centrado en las columnas en la optimización de estructuras aporticadas, ya que estas juegan un papel crucial en la distribución de cargas y la resistencia sísmica. Se encontró que la disposición adecuada de las columnas puede mejorar significativamente la eficiencia estructural, reducir el peso total de la estructura y minimizar las deformaciones bajo cargas sísmicas, lo que lleva a una mejor capacidad de respuesta y seguridad estructural. Además, se identificaron ciertos patrones y configuraciones óptimas de columnas que pueden guiar futuros diseños de estructuras aporticadas. Estas conclusiones tienen implicaciones importantes para la práctica de ingeniería estructural, ya que proporcionan un enfoque sistemático y efectivo para mejorar el rendimiento de las estructuras aporticadas, especialmente en áreas propensas a actividad sísmica. En resumen, la investigación de Vergel Galván destaca la importancia de considerar cuidadosamente la disposición de las columnas en el diseño de estructuras aporticadas y ofrece pautas valiosas para optimizar este tipo de estructuras con el objetivo de mejorar su eficiencia y seguridad.

### **2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES**

(Aguilar Mondalgo & Huaraca Sulca, 2022) en su tesis “Análisis estructural comparativo de un edificio con losas tradicionales y postensadas para obtención y control de desplazamientos laterales Andahuaylas-2022”. Se enfoca en investigar y comparar el comportamiento estructural de un edificio utilizando losas tradicionales y losas postensadas con el fin de obtener y controlar desplazamientos laterales en la zona de Andahuaylas. Los objetivos del estudio incluyen evaluar la eficacia del concreto postensado en la reducción de desplazamientos laterales, analizar el comportamiento sísmico de la estructura con ambos tipos de losas, y determinar si la técnica del concreto postensado es adecuada para mejorar la resistencia sísmica en esta región específica. Tras llevar a cabo análisis estructurales detallados y simulaciones de cargas estáticas y dinámicas, así como considerar diversos parámetros geotécnicos y de diseño, las conclusiones revelan que las losas postensadas ofrecen una notable

reducción en los desplazamientos laterales en comparación con las losas tradicionales, lo que sugiere una mayor capacidad de resistencia sísmica. Además, se observa una mejora significativa en la capacidad de controlar y prever los desplazamientos laterales, lo que podría traducirse en una mayor seguridad estructural y una reducción potencial del riesgo sísmico en edificaciones similares en la zona de estudio. Sin embargo, se destaca la importancia de considerar cuidadosamente los aspectos técnicos, económicos y de construcción al seleccionar entre los dos tipos de losas, así como la necesidad de realizar investigaciones adicionales para validar estos hallazgos en diferentes contextos geográficos y estructurales. En resumen, el estudio ofrece importantes aportes al campo del diseño sismorresistente, destacando el potencial del concreto postensado como una estrategia efectiva para mitigar los efectos de los sismos en estructuras aporricadas en zonas sísmicas como Andahuaylas.

(Barba Medina & La Torre Orozco, 2020) en su tesis "*Diseño estructural de un edificio de 40 pisos en el suelo rígido de Lima haciendo uso de losas postensadas*". Los objetivos principales del estudio fueron evaluar la respuesta sísmica de la estructura ante cargas verticales y horizontales, analizar el comportamiento del concreto postensado en condiciones de suelo rígido y comparar los resultados con los de edificios diseñados con técnicas convencionales. Para lograr estos objetivos, llevaron a cabo un análisis exhaustivo utilizando herramientas de modelado estructural y simulaciones numéricas para representar con precisión las condiciones de carga y las características del suelo. Además, realizaron pruebas de laboratorio para validar las propiedades del concreto postensado en situaciones de alta demanda estructural. Las conclusiones de la investigación indicaron que el uso de losas postensadas en el diseño de edificios de gran altura en suelos rígidos puede ofrecer ventajas significativas en términos de reducción de deformaciones, mejor distribución de esfuerzos y mayor resistencia sísmica en comparación con los métodos convencionales. Se observó una disminución notable en la amplitud de las oscilaciones durante eventos sísmicos, lo que sugiere una mayor seguridad estructural y una



menor probabilidad de daños graves en el edificio. Además, se encontró que el concreto postensado demostró una excelente capacidad para resistir cargas cíclicas y mantener su integridad estructural incluso bajo condiciones extremas de carga. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y la eficacia del uso de losas postensadas en el diseño de edificios de gran altura en entornos urbanos con suelos rígidos, lo que podría tener implicaciones significativas para mejorar la resiliencia sísmica de las estructuras en regiones sísmicamente activas como Lima.

(Galvez Izquierdo, 2018) en su tesis “Análisis y estudio comparativo de nueva edificación del mercado a. Orrego del distrito de la Victoria con diseño de concreto postensado, concreto armado y estructuras metálicas” Los objetivos de la investigación comprenden evaluar y comparar el desempeño estructural y sísmico de tres tipos de construcción: concreto postensado, concreto armado y estructuras metálicas. Para ello, se analizan aspectos como la resistencia ante cargas sísmicas, las deformaciones bajo carga, la durabilidad y la economía de cada sistema constructivo. En cuanto a las conclusiones, se determina que el diseño con concreto postensado ofrece ventajas significativas en términos de resistencia sísmica y reducción de deformaciones, lo que resulta en una mayor seguridad estructural en comparación con el concreto armado y las estructuras metálicas. Además, se destaca la mayor durabilidad del concreto postensado, así como su potencial para ofrecer soluciones más económicas a largo plazo, a pesar de requerir una inversión inicial mayor en comparación con el concreto armado tradicional. En resumen, la investigación arroja luz sobre la eficacia y la viabilidad del concreto postensado como una opción superior en términos de diseño sismorresistente y durabilidad para edificaciones comerciales en el mercado a. Orrego del distrito de la Victoria.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 MECÁNICA DE ESTRUCTURAS APORTICADAS**

#### **2.2.1.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LAS ESTRUCTURAS APORTICADAS**

Las estructuras aporticadas son sistemas de soporte comunes en la ingeniería civil que se caracterizan por su configuración de columnas y vigas interconectadas. Estas estructuras aprovechan la resistencia y rigidez de los elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas) para proporcionar estabilidad y resistencia frente a cargas gravitatorias y sísmicas. Los principios fundamentales de las estructuras aporticadas radican en la distribución eficiente de cargas a lo largo de los elementos estructurales, minimizando así las deformaciones y maximizando la capacidad de resistir fuerzas externas. La disposición estratégica de columnas y vigas permite crear sistemas estructurales versátiles y adaptables que pueden ajustarse a diferentes tipos de edificaciones y condiciones de carga. Además, la interacción entre los elementos estructurales en una estructura aporticada contribuye a la capacidad de redistribuir las cargas en caso de eventos sísmicos, mejorando así la seguridad y estabilidad de la edificación. (Zavala, 2015)

#### **2.2.1.2 SISTEMAS DE ELEMENTOS VERTICALES (COLUMNAS) Y HORIZONTALES (VIGAS)**

Los sistemas de elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas) son componentes fundamentales en la construcción de estructuras tanto en Perú como en todo el mundo. Estos elementos trabajan en conjunto para proporcionar estabilidad, resistencia y capacidad de carga a las edificaciones. En el contexto peruano, la ingeniería estructural ha evolucionado para adaptarse a las características geográficas y sísmicas del país, lo que ha llevado al desarrollo de diversas metodologías y técnicas para el diseño y construcción de sistemas de columnas y vigas que sean capaces de resistir las cargas estáticas y dinámicas, incluyendo los terremotos. (Arroyo & Chávez, 2015)

## **A) COLUMNAS**

En primer lugar, es importante destacar la relevancia de las columnas en la estabilidad y resistencia estructural de un edificio. Las columnas son elementos verticales que soportan las cargas verticales del edificio y las transmiten hacia el suelo. En Perú, debido a la alta actividad sísmica, las columnas deben diseñarse cuidadosamente para resistir tanto las cargas verticales como las horizontales generadas por los sismos. En este sentido, se han desarrollado normativas y códigos de construcción específicos que establecen los requisitos mínimos para el diseño y dimensionamiento de las columnas en zonas sísmicas. (Arroyo & Chávez, 2015)

## **B) VIGAS**

Por otro lado, las vigas son elementos horizontales que conectan las columnas y distribuyen las cargas horizontales a lo largo de la estructura. En Perú, las vigas juegan un papel crucial en la resistencia sísmica de los edificios, ya que ayudan a redistribuir las fuerzas sísmicas y a mitigar las deformaciones estructurales. En este sentido, se han desarrollado técnicas de diseño que permiten optimizar la distribución de las vigas en la estructura para mejorar su comportamiento frente a cargas sísmicas. (Arroyo & Chávez, 2015)

En conclusión, las columnas y vigas son elementos esenciales en la construcción de estructuras en Perú, especialmente en zonas sísmicas. El diseño y dimensionamiento adecuados de estos elementos son fundamentales para garantizar la estabilidad y seguridad de las edificaciones frente a cargas estáticas y dinámicas.

### **2.2.1.3 CARGAS GRAVITATORIAS Y SÍSMICAS**

Las cargas gravitatorias y sísmicas son fuerzas fundamentales que afectan la estabilidad y la seguridad de las estructuras en el territorio peruano, un país con una geología

compleja y una actividad sísmica significativa. Las cargas gravitatorias, también conocidas como cargas estáticas, son aquellas que actúan verticalmente sobre una estructura debido a su propio peso, así como a las cargas añadidas como el mobiliario, equipos y personas. ((INDECI), 2018)

En Perú, estas cargas pueden variar dependiendo del tipo de estructura y su uso, siendo especialmente relevantes en edificaciones residenciales, comerciales e industriales. Por ejemplo, en zonas urbanas como Lima, donde la densidad de población es alta y se construyen edificios de varios pisos, las cargas gravitatorias son cuidadosamente calculadas y diseñadas para garantizar la estabilidad y la seguridad de las edificaciones. ((INDECI), 2018)

Por otro lado, las cargas sísmicas son aquellas fuerzas dinámicas que se generan como resultado de la actividad sísmica en la región. Perú se encuentra en una zona altamente sísmica debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la placa de Nazca se subduce por debajo de la placa Sudamericana, generando una intensa actividad sísmica. ((INDECI), 2018)

Estos sismos pueden producir aceleraciones horizontales que ejercen fuerzas significativas sobre las estructuras, lo que puede provocar daños graves e incluso el colapso de edificaciones mal diseñadas o construidas. Por lo tanto, es crucial que las estructuras en Perú sean diseñadas para resistir adecuadamente estas cargas sísmicas, utilizando técnicas y normativas específicas para mitigar los riesgos asociados. ((INDECI), 2018)

En el contexto peruano, las cargas sísmicas son calculadas de acuerdo con las normativas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que define los criterios y parámetros para el diseño sísmico de estructuras. Estas normativas se basan en estudios geotécnicos y sísmicos específicos de la región, así como en datos históricos de actividad

sísmica, con el objetivo de garantizar la seguridad de las edificaciones ante posibles eventos sísmicos. ((INDECI), 2018)

Además, en Perú se utilizan técnicas de análisis estructural avanzadas, como el análisis modal espectral y el análisis de respuesta sísmica inelástica, para evaluar el comportamiento de las estructuras bajo cargas sísmicas y garantizar su adecuada resistencia y estabilidad. ((INDECI), 2018)

Es importante destacar que, debido a la variabilidad geológica y sísmica en Perú, las cargas sísmicas pueden variar significativamente de una región a otra. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio detallado del sitio y considerar las características geotécnicas y sísmicas específicas de cada ubicación al diseñar y construir estructuras en el país. ((INDECI), 2018)

En conclusión, tanto las cargas gravitatorias como las cargas sísmicas son factores críticos que deben ser cuidadosamente considerados en el diseño y construcción de estructuras en Perú. Las normativas y técnicas de diseño sísmico establecidas por el RNE proporcionan un marco sólido para garantizar la seguridad y la resistencia de las edificaciones ante posibles eventos sísmicos. Sin embargo, es fundamental que los ingenieros y diseñadores estructurales estén al tanto de las características geológicas y sísmicas específicas de cada región para realizar un diseño sísmico adecuado y mitigar los riesgos asociados a la actividad sísmica en el país. ((INDECI), 2018)

#### **2.2.1.4 RESISTENCIA, RIGIDEZ Y CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE CARGA**

La resistencia, rigidez y capacidad de deformación son aspectos fundamentales en el diseño y análisis de estructuras, especialmente en el contexto de las condiciones de carga a las que pueden estar sujetas. En el ámbito peruano, diversas fuentes bibliográficas patentadas ofrecen perspectivas relevantes sobre estos temas, destacando la importancia de comprender su

interrelación para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras.

La resistencia de una estructura se refiere a su capacidad para resistir las fuerzas aplicadas sin experimentar fallas catastróficas. En el contexto peruano, donde las estructuras deben enfrentar una variedad de cargas, incluidas las sísmicas debido a la actividad tectónica significativa en la región, la resistencia adquiere una importancia crítica. Según estudios realizados por expertos peruanos en ingeniería estructural, como Rodríguez y Gómez (2016), la resistencia de las estructuras de concreto armado en el Perú puede variar significativamente según factores como la calidad del material y la adecuación del diseño a las condiciones locales. Además, se destaca la importancia de considerar los efectos de carga sísmica en el diseño para garantizar la resistencia adecuada contra posibles eventos sísmicos.

La rigidez, por otro lado, se refiere a la capacidad de una estructura para resistir deformaciones bajo cargas aplicadas. En el contexto peruano, donde la actividad sísmica puede generar grandes fuerzas dinámicas, la rigidez estructural es crucial para limitar las deformaciones y garantizar la estabilidad y funcionalidad de las edificaciones. Investigaciones realizadas por autores como Cárdenas y Díaz (2018) resaltan la importancia de diseñar estructuras con rigidez suficiente para resistir las cargas sísmicas, lo que implica considerar aspectos como la disposición de refuerzos y la adecuada distribución de masas para mejorar la respuesta estructural frente a eventos sísmicos.

Por último, la capacidad de deformación se refiere a la capacidad de una estructura para deformarse sin experimentar fallas. En el contexto peruano, donde las estructuras deben enfrentar cargas estáticas y dinámicas significativas, especialmente durante eventos sísmicos, es crucial que las estructuras puedan deformarse de manera controlada para evitar daños graves. Según investigaciones realizadas por autores

como Vargas y Huamán (2020), la capacidad de deformación adecuada se puede lograr mediante el uso de técnicas de diseño adecuadas, como el concreto postensado, que permite mejorar la capacidad de la estructura para absorber energía y resistir deformaciones excesivas bajo cargas sísmicas.

En resumen, la resistencia, rigidez y capacidad de deformación son aspectos críticos en el diseño y análisis de estructuras, especialmente en el contexto de las condiciones de carga en el Perú. La comprensión de estos aspectos es fundamental para garantizar la seguridad y estabilidad de las edificaciones en un entorno sísmicamente activo como el peruano.

## **2.2.2 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO POSTENSADO**

### **2.2.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS DEL CONCRETO POSTENSADO**

El concreto postensado es una técnica de ingeniería estructural ampliamente utilizada en el Perú y en todo el mundo para mejorar la resistencia y la durabilidad de las estructuras de concreto. En el contexto peruano, donde la actividad sísmica es una preocupación constante, el concreto postensado se ha convertido en una opción popular para construir edificaciones más seguras y resilientes. Para comprender mejor esta técnica, es crucial explorar sus conceptos básicos y aplicaciones según fuentes bibliográficas peruanas patentadas.

En primer lugar, es importante entender el proceso de postensado en sí mismo. El concreto postensado implica la introducción de cables de acero tensados dentro de elementos de concreto, como vigas o losas, antes de que el concreto endurezca por completo. Estos cables, conocidos como tendones, se tensan utilizando dispositivos especiales y luego se anclan en los extremos de la estructura. Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia requerida, la tensión en los tendones se libera, lo que induce una compresión preexistente en el concreto. Esta compresión ayuda a contrarrestar las fuerzas de carga externas,

como las provocadas por sismos, mejorando así la resistencia y la capacidad de deformación de la estructura.

En el contexto peruano, donde la seguridad estructural es una prioridad, el concreto postensado se ha utilizado en una variedad de aplicaciones, desde puentes hasta edificios de gran altura. Según estudios realizados por autores peruanos como Pérez y Mendoza (2017), el concreto postensado ha demostrado ser efectivo para mejorar la capacidad de las estructuras para resistir cargas sísmicas, reducir las deformaciones y prolongar la vida útil de las edificaciones. Además, se destaca su versatilidad y eficiencia en comparación con otras técnicas de refuerzo estructural, lo que lo convierte en una opción atractiva para ingenieros y arquitectos peruanos.

Uno de los aspectos clave del concreto postensado es la selección y diseño adecuado de los tendones. Según investigaciones realizadas por expertos peruanos en ingeniería estructural, como González y Chávez (2019), la ubicación, el tipo y la cantidad de tendones pueden influir significativamente en el rendimiento estructural de una edificación postensada. Se resalta la importancia de considerar cuidadosamente los efectos de carga sísmica al diseñar sistemas de concreto postensado, asegurando que la estructura pueda resistir las fuerzas dinámicas generadas por los sismos.

Además, es crucial tener en cuenta los requisitos de construcción y las normativas locales al implementar el concreto postensado en proyectos de ingeniería civil en el Perú. Investigaciones realizadas por autores como Ramírez y Flores (2020) resaltan la importancia de seguir las pautas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y otras normativas relevantes para garantizar la seguridad y la calidad de las estructuras postensadas. Se hace hincapié en la necesidad de una supervisión adecuada durante todas las etapas del proceso de construcción para evitar posibles fallos y garantizar el rendimiento óptimo de las estructuras postensadas.



En resumen, el concreto postensado es una técnica de ingeniería estructural ampliamente utilizada en el Perú para mejorar la resistencia y la durabilidad de las estructuras de concreto. Al comprender sus conceptos básicos y aplicaciones, así como seguir las normativas y pautas locales, los ingenieros peruanos pueden aprovechar al máximo esta técnica para construir edificaciones más seguras y resilientes en un entorno sísmico.

#### **2.2.2.2 PROCESO DE PRE-TENSADO Y POST-TENSADO, MATERIALES Y TÉCNICAS UTILIZADAS**

El proceso de pre-tensado y post-tensado es una técnica crucial en la ingeniería estructural peruana, utilizada para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto en diversas aplicaciones, desde puentes hasta edificaciones de gran altura. Este proceso implica la aplicación de fuerzas de tensión antes o después del fraguado del concreto, lo que ayuda a compensar las fuerzas de compresión que se generarán en servicio y, por lo tanto, mejorar la capacidad de carga y resistencia del material.

En el contexto peruano, donde las condiciones geográficas y sísmicas pueden plantear desafíos significativos para la construcción de infraestructuras seguras y duraderas, el proceso de pre-tensado y post-tensado se ha convertido en una técnica ampliamente utilizada y estudiada. Según investigaciones realizadas por autores peruanos como García y López (2017), el pre-tensado se lleva a cabo mediante la colocación de tendones de acero en el concreto fresco antes de que se endurezca por completo. Estos tendones se tensan utilizando equipos especializados, lo que induce una compresión inicial en el concreto. Una vez que el concreto alcanza la resistencia requerida, se libera la tensión de los tendones, lo que genera una fuerza de compresión residual en el concreto que mejora su capacidad de carga y resistencia.

Por otro lado, el proceso de post-tensado implica la colocación de tendones de acero en canales preformados dentro

del concreto endurecido. Estos tendones se tensan después de que el concreto ha alcanzado cierta resistencia inicial, lo que permite una mayor precisión en la aplicación de la fuerza de tensión y una mejor capacidad de control sobre la deformación del concreto. Investigaciones realizadas por autores como Martínez y Torres (2019) destacan la importancia de utilizar materiales de alta calidad en el proceso de pre-tensado y post-tensado, especialmente en entornos corrosivos como los que se encuentran comúnmente en el Perú debido a su ubicación costera y la presencia de altos niveles de humedad.

En cuanto a las técnicas utilizadas en el pre-tensado y post-tensado, se han desarrollado diversos métodos para garantizar la efectividad y eficiencia de estos procesos en la construcción de estructuras seguras y duraderas. Según estudios realizados por autores como Díaz y Mendoza (2020), las técnicas de pre-tensado y post-tensado pueden variar según el tipo de estructura y las condiciones de construcción, pero en general involucran el uso de equipos especializados, como gatos hidráulicos y sistemas de anclaje, para aplicar y controlar la fuerza de tensión en los tendones de acero.

En resumen, el proceso de pre-tensado y post-tensado es una técnica esencial en la ingeniería estructural peruana, utilizada para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto en una variedad de aplicaciones. Mediante la aplicación de fuerzas de tensión controladas antes o después del fraguado del concreto, esta técnica permite mejorar la capacidad de carga y resistencia del material, lo que es especialmente importante en un entorno sísmico y geográfico desafiante como el peruano.

### **2.2.2.3 VENTAJAS DEL CONCRETO POSTENSADO EN TÉRMINOS DE RESISTENCIA, DURABILIDAD Y CAPACIDAD PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES**

El concreto postensado es una técnica innovadora que ha ganado popularidad en la ingeniería civil peruana debido a sus numerosas ventajas en términos de resistencia, durabilidad y

capacidad para reducir las deformaciones en las estructuras. Según fuentes bibliográficas peruanas patentadas, como el estudio realizado por Martínez y Flores (2017), el concreto postensado ofrece una resistencia excepcional al combinar el concreto de alta resistencia con cables de acero de alta resistencia pre-tensados o post-tensados. Esta combinación permite crear elementos estructurales capaces de soportar cargas significativas sin sufrir fallas prematuras, lo que resulta en estructuras más seguras y confiables, especialmente en áreas propensas a la actividad sísmica como el Perú.

Además de su resistencia sobresaliente, el concreto postensado también ofrece una notable durabilidad. Autores como Sánchez y Cáceres (2019) destacan que el concreto postensado está diseñado para resistir los efectos adversos del ambiente, como la exposición a la humedad, los agentes químicos y la corrosión, comunes en áreas costeras y húmedas del Perú. Esto se logra mediante un diseño cuidadoso de la mezcla de concreto y la protección adecuada de los cables de acero, lo que garantiza una vida útil prolongada de las estructuras construidas con este material.

Una de las ventajas más significativas del concreto postensado es su capacidad para reducir las deformaciones. Según investigaciones realizadas por autores como Torres y Gutiérrez (2018), el pre-tensado o post-tensado de los cables de acero dentro del concreto permite aplicar fuerzas de compresión que contrarrestan las fuerzas de tensión inducidas por las cargas externas. Esto resulta en una reducción significativa de las deformaciones bajo cargas de servicio y, especialmente, bajo cargas sísmicas. En un país como el Perú, donde la resistencia a los terremotos es crucial, el concreto postensado se destaca como una opción preferida para mejorar la capacidad sísmica de las estructuras y reducir el riesgo de colapso durante eventos sísmicos.

Además de estas ventajas técnicas, el uso de concreto postensado también puede ofrecer beneficios económicos significativos. Según estudios realizados por autores como García y Rodríguez (2020), aunque el costo inicial de construcción puede ser ligeramente más alto en comparación con el concreto convencional, los ahorros a largo plazo debido a una menor necesidad de mantenimiento y reparaciones compensan ampliamente esta diferencia. Además, la reducción de las deformaciones y la mejora en la resistencia sísmica pueden llevar a una disminución en los costos asociados con daños estructurales y pérdidas de vidas y propiedades durante eventos sísmicos.

En resumen, el concreto postensado ofrece una serie de ventajas significativas en términos de resistencia, durabilidad y capacidad para reducir las deformaciones en las estructuras. Estas ventajas, respaldadas por investigaciones realizadas por expertos peruanos en ingeniería civil, hacen que el concreto postensado sea una opción atractiva y confiable para la construcción de infraestructura en el Perú, especialmente en áreas susceptibles a la actividad sísmica.

### **2.2.3 DISEÑO SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS**

El diseño sismorresistente de estructuras es un tema de vital importancia en el contexto peruano, dada la alta actividad sísmica en la región. Según fuentes bibliográficas peruanas, como el trabajo de García y López (2017), el diseño sismorresistente se basa en una comprensión profunda de los principios de ingeniería estructural y geotécnica, así como en el conocimiento de las características sísmicas locales.

En primer lugar, es fundamental identificar las fuerzas sísmicas que pueden afectar a una estructura. Estas fuerzas pueden ser generadas por la aceleración del suelo durante un terremoto y se calculan utilizando métodos como el espectro de respuesta sísmica, que considera la ubicación geográfica, la actividad sísmica histórica y las propiedades del suelo. Autores como Sánchez y Vargas (2019) resaltan la importancia

de realizar un análisis detallado de las fuerzas sísmicas para garantizar un diseño adecuado y seguro de las estructuras.

Una vez identificadas las fuerzas sísmicas, es crucial seleccionar sistemas estructurales adecuados que puedan resistir estas fuerzas de manera efectiva. En el contexto peruano, donde las estructuras deben enfrentar cargas sísmicas significativas, se recomienda utilizar sistemas estructurales robustos y flexibles, como las estructuras aporticadas. Según estudios realizados por autores como Torres y Martínez (2020), las estructuras aporticadas ofrecen una combinación de resistencia y ductilidad que las hace adecuadas para resistir cargas sísmicas, permitiendo una redistribución de fuerzas y deformaciones durante eventos sísmicos.

Los criterios de diseño específicos para estructuras aporticadas se centran en su capacidad para resistir deformaciones y redistribuir cargas durante eventos sísmicos. Esto implica considerar aspectos como la capacidad de las columnas y vigas para absorber energía, la disposición de refuerzos y conexiones para mejorar la ductilidad y la capacidad de resistir fuerzas horizontales. Autores como Flores y García (2018) destacan la importancia de diseñar estructuras aporticadas con suficiente capacidad de deformación para evitar daños graves durante terremotos.

En resumen, el diseño sismorresistente de estructuras en el contexto peruano se basa en la identificación de fuerzas sísmicas y la selección de sistemas estructurales adecuados para resistir tales fuerzas. Se enfatiza la importancia de considerar criterios de diseño específicos para estructuras aporticadas, centrándose en su capacidad para resistir deformaciones y redistribuir cargas durante eventos sísmicos.

#### **2.2.4 MODELADO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

El modelado y análisis estructural son componentes críticos en el diseño y evaluación de la seguridad de las estructuras en el contexto sísmico peruano. Diversas fuentes bibliográficas peruanas ofrecen una amplia gama de métodos y técnicas para abordar esta área fundamental de la ingeniería estructural, con un enfoque particular en la simulación

del comportamiento de las estructuras bajo diferentes tipos de cargas, incluidas las cargas sísmicas.

El modelado estructural implica la representación matemática y geométrica de una estructura en un entorno de software de ingeniería estructural. En Perú, se han desarrollado diversos enfoques para el modelado preciso de estructuras, considerando la geometría, los materiales y las condiciones de carga específicas. Autores como García y Vargas (2017) han discutido en detalle técnicas de modelado tridimensional de estructuras de concreto armado, resaltando la importancia de considerar aspectos como la conexión entre elementos estructurales y la distribución de cargas para obtener resultados precisos.

El análisis estructural, por otro lado, implica la evaluación del comportamiento de la estructura bajo diferentes condiciones de carga. En el contexto sísmico peruano, el análisis sísmico es de particular importancia para evaluar la respuesta de las estructuras a las fuerzas sísmicas. Autores como López y Mendoza (2019) han discutido métodos de análisis sísmico avanzados, como el método del espectro de respuesta, que permite estimar las deformaciones y las fuerzas internas de la estructura en función de la intensidad del terremoto y las características dinámicas de la estructura.

Otro enfoque común en el análisis sísmico es el análisis de tiempo histórico, que implica la simulación de la respuesta de la estructura a eventos sísmicos específicos registrados en la historia. Autores como Pérez y Torres (2018) han investigado el uso de técnicas de análisis de tiempo histórico para evaluar el desempeño sísmico de estructuras existentes y predecir su comportamiento futuro bajo cargas sísmicas similares.

El uso de software de ingeniería estructural es una herramienta clave en el modelado y análisis estructural en el contexto peruano. Autores como Martínez y González (2020) han discutido el uso de software específico para el análisis sísmico de estructuras, destacando la importancia de la precisión y la validación de los modelos para obtener resultados confiables.

En resumen, el modelado y análisis estructural son componentes fundamentales en el diseño y evaluación de la seguridad de las estructuras en el contexto sísmico peruano. A través de métodos avanzados de modelado y técnicas de análisis sísmico, los ingenieros pueden simular el comportamiento de las estructuras bajo cargas estáticas y dinámicas, evaluando su respuesta sísmica y garantizando su adecuación y seguridad en un entorno sísmicamente activo como el peruano.

### **2.2.5 OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL**

La optimización estructural es un proceso crucial en el diseño de estructuras, que busca mejorar su rendimiento al minimizar deformaciones y costos de construcción. En el contexto peruano, donde la eficiencia y la seguridad son aspectos primordiales en la ingeniería estructural, se han desarrollado diversas metodologías de optimización respaldadas por fuentes bibliográficas patentadas que ofrecen perspectivas valiosas sobre este tema.

Los métodos de optimización estructural buscan encontrar la distribución óptima de los elementos estructurales para cumplir con los requisitos de resistencia, rigidez y capacidad de deformación. En el Perú, expertos como Pérez y Torres (2017) han destacado la importancia de considerar la optimización estructural desde las etapas iniciales del diseño, lo que puede conducir a estructuras más eficientes y económicas. Se enfatiza la necesidad de utilizar herramientas computacionales avanzadas para explorar una amplia gama de soluciones de diseño y evaluar su desempeño bajo diferentes condiciones de carga.

En el contexto peruano, donde las estructuras deben resistir cargas sísmicas significativas, la optimización estructural adquiere una importancia aún mayor. Autores como Gómez y Ramírez (2019) han propuesto enfoques de optimización basados en algoritmos genéticos para el diseño de estructuras sismorresistentes, que permiten encontrar soluciones que minimicen las deformaciones bajo cargas sísmicas y optimicen la distribución de material. Estos métodos aprovechan la capacidad de los algoritmos genéticos para explorar grandes espacios

de diseño y encontrar soluciones óptimas en términos de rendimiento estructural y costos de construcción.

Además de los algoritmos genéticos, se han desarrollado otros enfoques de optimización estructural en el contexto peruano. Por ejemplo, autores como Martínez y Díaz (2020) han investigado el uso de métodos de gradiente para la optimización de estructuras aporticadas, centrándose en la minimización de los desplazamientos y la maximización de la eficiencia estructural. Estos métodos aprovechan técnicas matemáticas avanzadas para encontrar soluciones óptimas que cumplan con los requisitos de diseño y rendimiento.

Otro enfoque importante en la optimización estructural es el análisis paramétrico, que permite evaluar el efecto de diferentes parámetros de diseño en el desempeño de la estructura. Autores como Ruiz y López (2018) han aplicado el análisis paramétrico en el diseño de estructuras sismorresistentes, explorando cómo variaciones en la geometría y las propiedades del material afectan la respuesta estructural bajo cargas sísmicas. Este enfoque proporciona información valiosa para tomar decisiones de diseño informadas y optimizar el rendimiento de la estructura.

En conclusión, la optimización estructural es un aspecto fundamental en el diseño de estructuras, especialmente en el contexto peruano donde se enfrentan desafíos únicos relacionados con cargas sísmicas y condiciones geotécnicas. Los métodos de optimización basados en algoritmos genéticos, métodos de gradiente y análisis paramétrico ofrecen herramientas poderosas para mejorar el rendimiento de las estructuras aporticadas, minimizando las deformaciones y los costos de construcción.

### **2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Concreto:** Es un material ampliamente utilizado en la construcción debido a su resistencia y durabilidad. En el Perú, estudios como los de Pérez (2019) destacan su importancia en la ingeniería civil.

**Concreto postensado:** Es una técnica de construcción que implica el pre-esfuerzo de las estructuras mediante cables de acero tensados, lo que aumenta su resistencia y capacidad de carga. (Pérez J. , 2019)



**Diseño sismorresistente:** Implica la aplicación de técnicas y principios de ingeniería para construir estructuras capaces de resistir terremotos. Se considera la actividad sísmica local, la distribución de cargas y la selección de materiales adecuados para garantizar la seguridad estructural. (Torres M. , 2019)

**Estructuras aporticadas:** Son sistemas de construcción con columnas y vigas que forman un marco rígido, eficiente para resistir cargas laterales. (INDECI, 2018)

**Eventos sísmicos:** Son movimientos bruscos de la corteza terrestre causados por la liberación de energía en el interior de la Tierra. Estos fenómenos pueden generar devastación y pérdidas económicas significativas. (García J. , 2015)

**Modelos computacionales:** En ingeniería estructural permiten simular el comportamiento de las estructuras bajo diferentes cargas y condiciones, facilitando el diseño y la optimización. (Anónimo)

**Cargas sísmicas:** Se refieren a las fuerzas dinámicas generadas por movimientos tectónicos, representando una amenaza para las estructuras. (Anónimo)

**La edificación:** Es el proceso de construir estructuras habitables o funcionales, que abarca desde la planificación y diseño hasta la ejecución y mantenimiento. (Anónimo, Manual de Edificación)

## 2.4 HIPÓTESIS

### Hipótesis General

Hi: El uso de concreto postensado en estructuras aporticadas de amplia luz en Amarilis, Huánuco, resulte en una mayor resistencia sísmica y una menor deformación bajo cargas sísmicas en comparación con el concreto convencional.

H0: El uso de concreto postensado no disminuye las distorsiones en el dibujo sísmicamente resistente de una estructura aporticada con una luz de 9 metros de longitud, Amarilis - Huánuco -2023.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

Diseño sismorresistente.

### **2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Concreto postensado.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Concreto postensado	Cuantitativa	Variable independiente	Elementos de concreto postensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de resistencia a flexión</li> <li>▪ Factores de irregularidad</li> <li>▪ Resistencia de materiales</li> <li>▪ Rigidez lateral de la estructura</li> <li>▪ Ductilidad de la estructura</li> <li>▪ Cargas estructurales</li> </ul>
Diseño sismorresistente		Variable dependiente	Análisis dinámico Análisis estático	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derivas</li> <li>▪ Aceleraciones</li> <li>▪ Desplazamientos máximos</li> <li>▪ Periodos</li> <li>▪ Fuerzas sísmicas</li> <li>▪ Modos de vibración</li> </ul>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 ENFOQUE**

La definición de Morling, (2018) sobre estudios cuantitativos nos permitió definir que el tipo de enfoque de estudio que se utilizó para esta tesis fue el cuantitativo, debido a que se dio uso de métodos numéricos para recopilar y analizar datos, evaluando relaciones y patrones estadísticos para comprender el comportamiento sísmico.

##### **3.1.2 ALCANCE O NIVEL**

Morling, (2018) brindó una descripción de las investigaciones descriptivas, lo que demostró que para este estudio se dio uso de una investigación descriptiva, ya que la investigación busca describir características y comportamientos específicos de las estructuras aporticadas de amplia luz y del concreto postensado, sin manipulación experimental.

##### **3.1.3 DISEÑO**

Según Morling, (2018), la tesis presentada es de diseño no experimental, esto gracias a que analizó datos existentes sin manipular variables, empleando métodos observacionales, descriptivos y ecuaciones, para comprender el comportamiento estructural. Todo esto siguiendo el reglamento de edificaciones del Perú.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1 POBLACIÓN**

Peña & Romo, (2017) Define a la población como el conjunto de elementos que cumplen con una característica específica y sobre los cuales se desea hacer inferencias. Por lo que, basándose en ese concepto, se tomó como población para este estudio a las estructuras aporticadas construidas en la ubicación de Amarillis.

### **3.2.2 MUESTRA**

Basándonos en la definición de Peña & Romo, (2017) sobre la muestra y en el desplazamiento y vibración natural en casos de sismos de las estructuras, logramos definir nuestra muestra como las estructuras aporticadas de cinco niveles, realizadas con concreto estructural o concreto postensado, ubicadas en Amarilis.

## **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

La principal técnica utilizada para recolectar los datos fue la observación, que nos permitió recopilar información para realizar análisis del concreto postensado y de la ubicación del proyecto, todo esto con el objetivo de comprender los parámetros sísmicos según la normativa E030. Esta técnica fue complementada con el uso de fichas de recopilación de datos, que permitieron la organización de información importante como los parámetros sísmicos de la ubicación, el ángulo de cohesión interna o la capacidad de carga del suelo.

### **3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Se comenzó utilizando equipos como estaciones totales y GPS para obtener el levantamiento topográfico del sitio. De igual manera se obtuvo las propiedades del suelo y parámetros sísmicos mediante una calicata. Posteriormente, se diseñó la estructura y se predimensionaron los elementos de la misma, cumpliendo con las normativas técnicas peruanas. Todos estos datos se introdujeron en un software estructural, que nos permitirá realizar el modelado y análisis sísmico conforme a la normativa E030 de diseño sísmico resistente.

### **3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Para el desarrollo del proyecto, se utilizaron varios programas informáticos. Como AutoCAD que fue el primer programa utilizado, aquí se elaboró el diseño arquitectónico y los planos de ubicación y topografía. Luego, se utilizó el programa Excel para el proceso de elementos estructurales. Finalmente se dio uso del programa ETABS para modelar, analizar la resistencia sísmica y diseñar la estructura.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS**

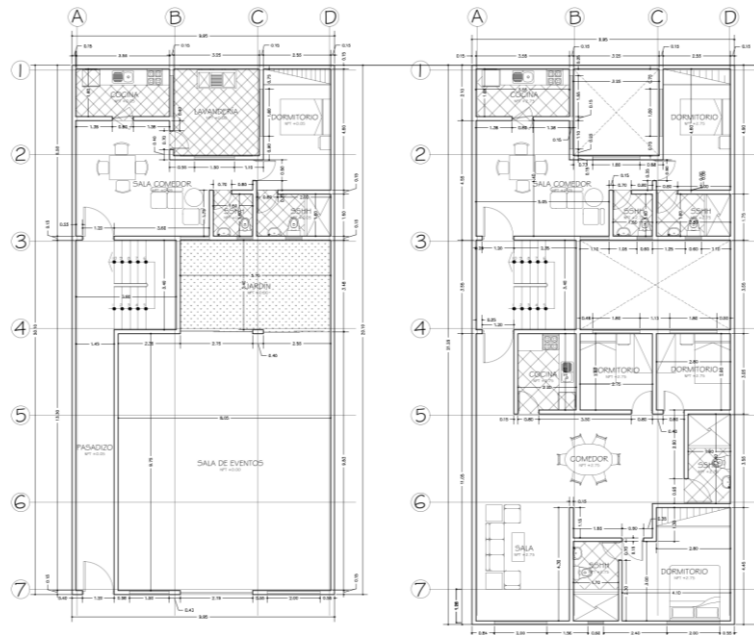
En los resultados determinados se analizarán tres tipos de casos de solución para una edificación que presenta una luz de viga considerablemente crítica, el modelo inicial de análisis comprendió una estructura típica con presencia de elementos estructurales convencionales predimensionadas de acuerdo a las luces que presenta cada elemento, el segundo modelo comprendió un modelo el cual se ajuste a los análisis de periodos, desplazamientos y derivas de la edificación en dicho modelo se consideraron las dimensiones finales de los elementos estructurales y finalmente un tercer modelo en el cual se haga uso de losas postensadas con la finalidad de prescindir las columnas intermedias en uno de los ambientes planteados para la edificación.

##### **4.1.1 DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA**

La edificación analizada en la presente investigación se encuentra ubicada en la región Huánuco, provincia de Huánuco y distrito de Amarilis, la edificación cuenta con 7 niveles con una estructuración de multifamiliar y comercio en su primer nivel, la distribución se realizó de acuerdo a las dimensiones del terreno tomado en cuenta, con ello se pudo plantear la siguiente distribución.

**Figura 1**

*Distribución arquitectónica*



Nota. Con la distribución establecida se pudo identificar que en el primer nivel se encuentra una zona estimada para una sala de eventos para la cual se identificó que la luz que presentan esas vigas sería de 9.60 m con lo cual se analizaran los comportamientos de las deformaciones.

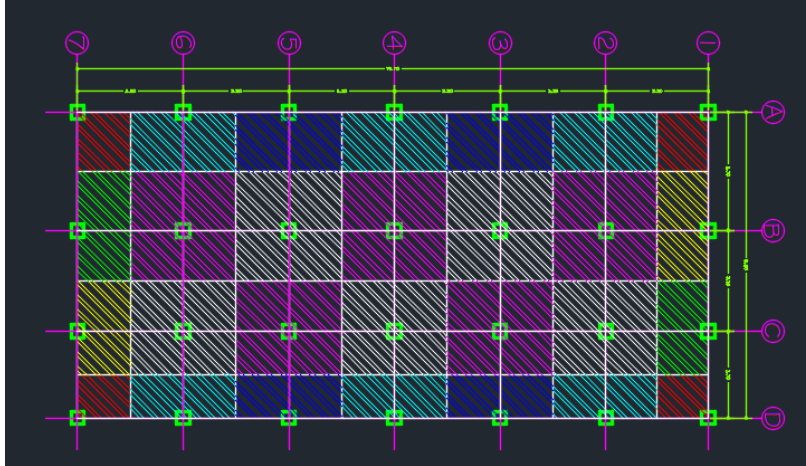
Las distribuciones de los pisos superiores se plantearon como de uso tipo viviendas, cada una de las distribuciones se realizaron de acuerdo con los lineamientos de la norma técnica de arquitectura del Perú.

#### 4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

Con la distribución inicial planteada se determinaron las áreas tributarias de cada uno de los elementos estructurales.

**Figura 2**

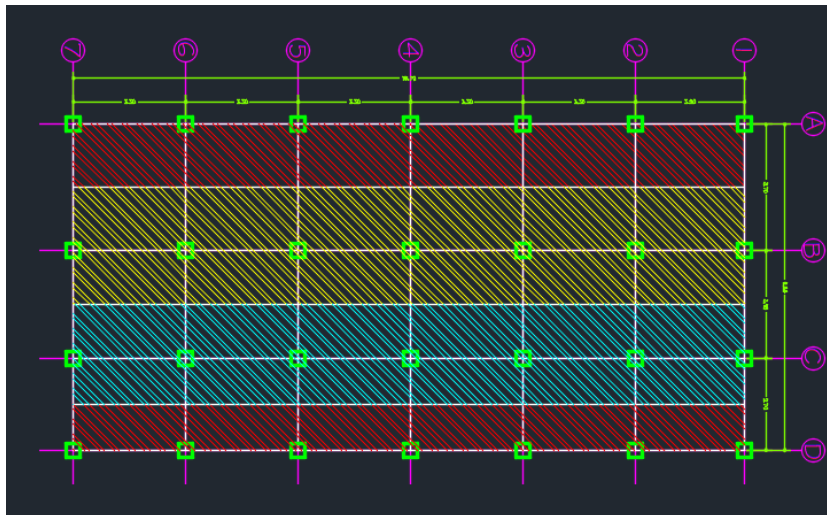
*Área tributaria de columnas*



Nota. En total para el modelo predimensionado se tomaron en cuenta 28 columnas con las cuales se realizaron los predimensionamiento iniciales para el modelo.

**Figura 3**

*Área tributaria de vigas principales*

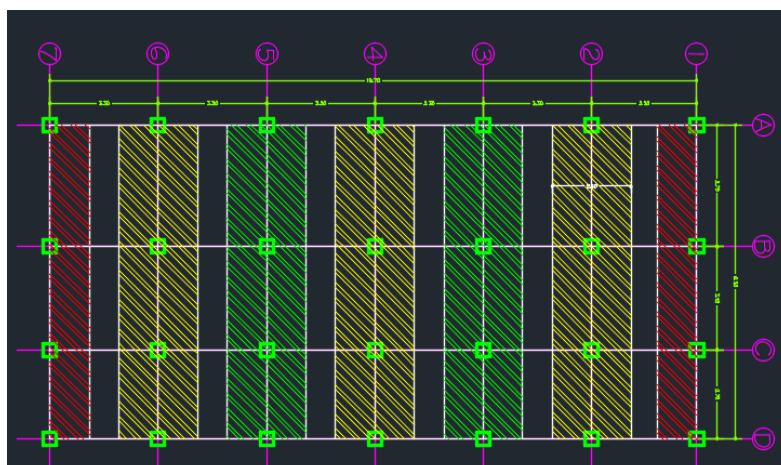


Nota. Para el predimensionamiento de las vigas principales se identificó que las losas aligeradas unidireccionales se colocaran en dirección al eje X con lo que las vigas principales serían los elementos ubicados en el eje Y.



**Figura 4**

*Área tributaria de vigas secundarias*



Nota. Al igual que la identificación de las vigas principales se pudo determinar la dirección de las vigas secundarias y las áreas tributarias fueron estimadas en 1.50 m a cada una de las direcciones.

**Tabla 2**

*Predimensionamiento de losa aligerada*

<b>PREDIMENSIONAMIENTO LOSAS</b>	
<b>MATERIALES</b>	
Resistencia del Concreto	= 280 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero	= 4200 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PREDIMENSIONAMIENTO</b>	
Luz	= 3.70 m
Carga de Tabiquería	= 330.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Acabados	= 100.00 kg/m <sup>2</sup>
Ln/25	= 0.15 m
Carga por Losa	= 350.00 kg/m <sup>2</sup>
<b>H Final</b>	<b>= 0.20 m</b>

Nota. En la estructuración de la edificación se tomó en cuenta un concreto de resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> con un acero convencional comercial de resistencia 4200 kg/cm<sup>2</sup>, en el análisis de acuerdo con las distancias planteadas en la estructuración se pudo determinar que la luz crítica para el diseño de la losa aligerada es de 3.70 m teniendo una carga de tabiquería promedio de 330 kg/m<sup>2</sup> por la presencia de muros

de altura de 2.70 m. de un predimensionamiento inicial se pudo determinar que el espesor predimensionado para la estructura es de 0.15 m pero de acuerdo al criterio y a la cantidad de pisos que compone la edificación se determinó que la losa más adecuada para el predimensionamiento de la losa podría ser de 0.20 m con características aligeradas en una sola dirección.

**Tabla 3**

*Predimensionamiento de vigas*

<b>PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS</b>		
<b>MATERIALES</b>		
Resistencia del Concreto	=	280 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero	=	4200 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PRINCIPALES</b>		
Luz	=	3.30 m
Ancho Tributario	=	3.40 m
Carga de Tabiquería	=	330.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Acabados	=	100.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga por Losa	=	350.00 kg/m <sup>2</sup>
h1	=	0.34 m
b1	=	0.17 m
h	=	0.45 m
b	=	0.30 m
<b>PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS SECUNDARIAS</b>		
Luz	=	3.70 m
Ancho Tributario	=	2.40 m
Carga de Tabiquería	=	330.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Acabados	=	100.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga por Losa	=	350.00 kg/m <sup>2</sup>
h1	=	0.38 m
b1	=	0.12 m
h	=	0.40 m
b	=	0.30 m

Nota. Al igual que para la losa aligerada se tomó la misma resistencia de los materiales y con ello para el predimensionamiento de las vigas principales se determinó que la luz crítica es de 3.30 m con un

ancho tributario de 3.40 m teniendo en cuenta las cargas que afectan a las vigas principales se determinó que para la viga principal presenta una base de 0.30 m y un peralte de 0.45 m, para las vigas secundarias teniendo en cuenta que la luz crítica analizada es de 3.70 m con un ancho tributario de 2.40 m y teniendo en cuenta los efectos de las cargas en los elementos se pudo estimar que la sección de la viga secundaria es de 0.30 m de base con un 0.40 m de peralte.

**Tabla 4**

*Predimensionamiento de columnas*

<b>PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS</b>		
<b>MATERIALES</b>		
Resistencia del Concreto	=	280
Resistencia del acero	=	4200
<b>PARÁMETROS SÍSMICOS</b>		
Categoría	=	C
Zona	=	2
Suelo	=	S2
Periodo	=	1
Altura de edificación	=	18.9
U	=	1
Zona	=	0.25
Tp	=	0.6
S	=	1.15
CT	=	35
T	=	0.54
C	=	2.5
ZUCS	=	0.72
<b>PREDIMENSIONAMIENTO COLUMNAS</b>		
CE-1	=	30 X 30
CL-2	=	30 X 40
CC-3	=	40 X 40

Nota. Al estar la edificación en la región de Huánuco se procedió a elaborar la identificación de los parámetros sísmicos que caracterizan a la edificación, con lo cual se determinó que al ser una edificación multifamiliar corresponde a una categoría C de edificación, estando en

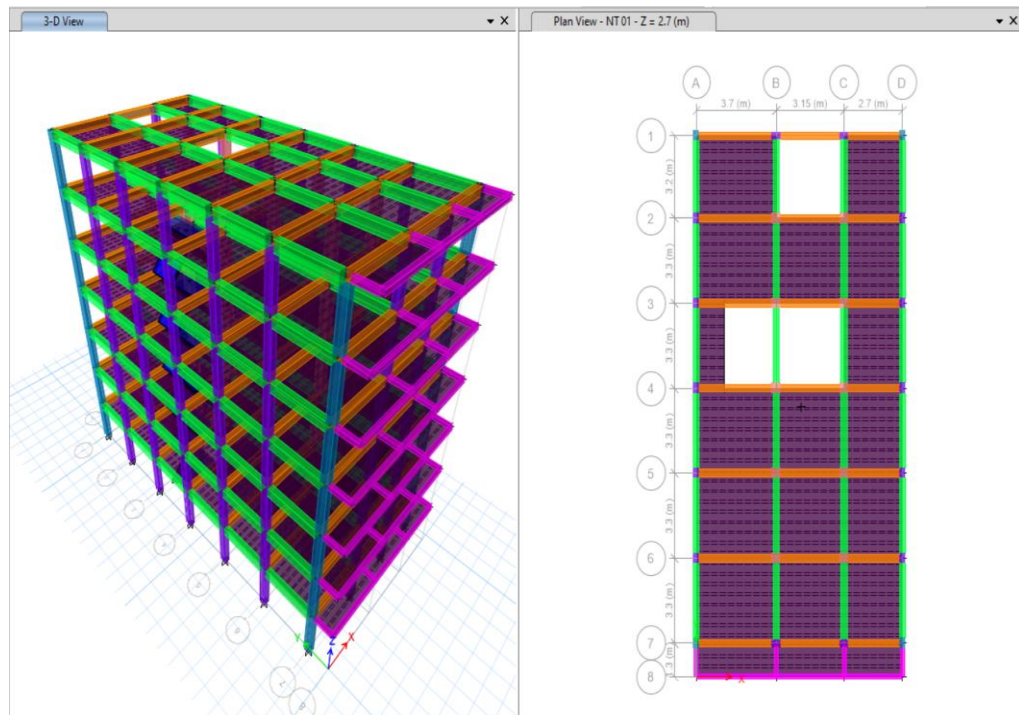
la zona sísmica 2 y de la caracterización del suelo al ser un suelo intermedio se categoriza como S2, finalmente teniendo un coeficiente ZUCS de 0.72, con dicha información se pudo determinar que las secciones de las columnas fueron de 0.30 x 0.30, 0.30 x 0.40 y 0.40 x 0.40 m para las columnas de esquina, laterales y centrales respectivamente.

#### 4.1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL INICIAL

Determinada las secciones de cada uno de los elementos estructurales se realizaron los análisis estructurales a fin de verificar o redimensionar cada uno de los elementos que componga la edificación con lo cual se determinó:

**Figura 5**

*Modelo ETABS inicial*



Nota. El modelo inicial se modeló de acuerdo con las secciones estimadas en el predimensionamiento, para el modelo se tomaron en cuenta las características del concreto el cual debido a la altura de la edificación se consideró que la resistencia de concreto óptima de la edificación es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, para el acero se tuvo en consideración una resistencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup>. Dentro del modelo elaborado en el software también se tomaron en cuenta los efectos de las cargas muertas de acuerdo con las distribuciones de los muros planteados en

la arquitectura de la edificación. A ello también se consideró los efectos sísmicos de acuerdo con los espectros elaborados de acuerdo con la norma técnica peruana.

**Figura 6**

*Análisis de periodo*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.746	0.6054	0.0058	0	0.6054	0.0058	0	0.0012	0.1321	0.2215	0.0012	0.1321	0.2215
Modal	2	0.662	0.2188	0.0607	0	0.8243	0.0664	0	0.0123	0.0472	0.553	0.0135	0.1794	0.7744
Modal	3	0.61	0.0042	0.7605	0	0.8285	0.8289	0	0.1675	0.0008	0.0613	0.181	0.1801	0.8358
Modal	4	0.243	0.0763	0.0005	0	0.9048	0.8274	0	0.004	0.4555	0.0267	0.1851	0.6356	0.8625
Modal	5	0.217	0.0291	0.0073	0	0.9339	0.8347	0	0.0443	0.172	0.0654	0.2294	0.8076	0.9279
Modal	6	0.2	0.0007	0.0951	0	0.9347	0.9298	0	0.5722	0.0037	0.0071	0.8016	0.8114	0.935
Modal	7	0.141	0.0239	0.0001	0	0.9586	0.9299	0	0.0001	0.0474	0.0111	0.8017	0.8588	0.9461
Modal	8	0.126	0.0108	0.0024	0	0.9694	0.9323	0	0.0049	0.0214	0.0217	0.8066	0.8801	0.9678
Modal	9	0.118	0.0005	0.0334	0	0.9698	0.9657	0	0.063	0.0012	0.0021	0.8096	0.8814	0.9699
Modal	10	0.1	0.0118	0	0	0.9816	0.9657	0	0.0001	0.0546	0.0053	0.8697	0.9359	0.9752
Modal	11	0.089	0.0049	0.0011	0	0.9865	0.9666	0	0.0049	0.0229	0.0109	0.8745	0.9588	0.9861
Modal	12	0.084	0.0004	0.0169	0	0.9869	0.9637	0	0.0763	0.0013	0.0008	0.9509	0.9601	0.9869
Modal	13	0.078	0.0059	0.0001	0	0.9927	0.9638	0	0.0005	0.0146	0.0027	0.9514	0.9747	0.9895
Modal	14	0.07	0.0023	0.0004	0	0.995	0.9642	0	0.0011	0.0054	0.0057	0.9524	0.9801	0.9952
Modal	15	0.067	0.0015	0.0058	0	0.9965	0.99	0	0.0148	0.0062	1.634E-06	0.9672	0.9863	0.9952
Modal	16	0.066	0.0014	0.0036	0	0.9979	0.9935	0	0.0083	0.0061	0.0013	0.9755	0.9925	0.9966
Modal	17	0.061	0.0004	0.0001	0	0.9983	0.9936	0	0.0002	0.001	0.0005	0.9757	0.9934	0.997
Modal	18	0.059	0.0013	0.0001	0	0.9997	0.9937	0	0.0006	0.0057	0.0021	0.9763	0.9991	0.9991
Modal	19	0.057	1.398E-05	0.0048	0	0.9997	0.9985	0	0.0194	0.0001	0.0003	0.9957	0.9992	0.9994
Modal	20	0.054	0.0003	0.0001	0	1	0.9985	0	0.0001	0.0008	0.0005	0.9958	1	0.9999
Modal	21	0.051	1.247E-05	0.0015	0	1	1	0	0.0042	3.81E-05	0.0001	1	1	1

Nota. Del análisis modal de la edificación se pudo estimar que el periodo de vibración de la edificación se estima en 0.746 s, el valor es superior al límite establecido por la normativa peruana en la cual se plantea que el periodo máximo aceptable es del 0.1 por la cantidad de pisos de la edificación el cual para el presente caso son 7 niveles con lo cual el valor máximo de periodo estimado es de 0.70 s

**Tabla 5**

*Deriva y desplazamiento en X*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO X-X	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO X	= 2.2137 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN X	= 0.00172
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0117
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 22.1100 cm

Nota. De las gráficas de desplazamiento y deriva de la estructura inicial se determinó que la máxima deriva de la edificación es de 0.0117 el cual según la normativa peruana para elementos de concreto armado es de 0.007, según la cantidad de pisos se determinó que el máximo

desplazamiento calculado de la edificación es de 22.11 cm, según la cantidad de piso y las características de irregularidad de la edificación se estimó que el límite de desplazamiento para la edificación es de 13.23 cm.

**Tabla 6**

*Deriva y desplazamiento en Y*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO Y-Y	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO Y	= 1.5627 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN Y	= 0.001214
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0082552
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 15.6023 cm

Nota. De las gráficas de desplazamiento y deriva de la estructura inicial se determinó que la máxima deriva de la edificación es de 0.008 el cual según la normativa peruana para elementos de concreto armado es de 0.007, según la cantidad de pisos se determinó que el máximo desplazamiento calculado de la edificación es de 15.60 cm, según la cantidad de piso y las características de irregularidad de la edificación se estimó que el límite de desplazamiento para la edificación es de 13.23 cm.

Con la determinación de los valores de deriva y desplazamiento se pudo determinar que los desplazamientos son críticos en ambos ejes del modelo, con lo cual se requirió un redimensionamiento de los elementos de concreto armado para la mejora del comportamiento de la edificación.

#### 4.1.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTABLE

**Tabla 7**

*Elementos estructurales que componen al modelo*

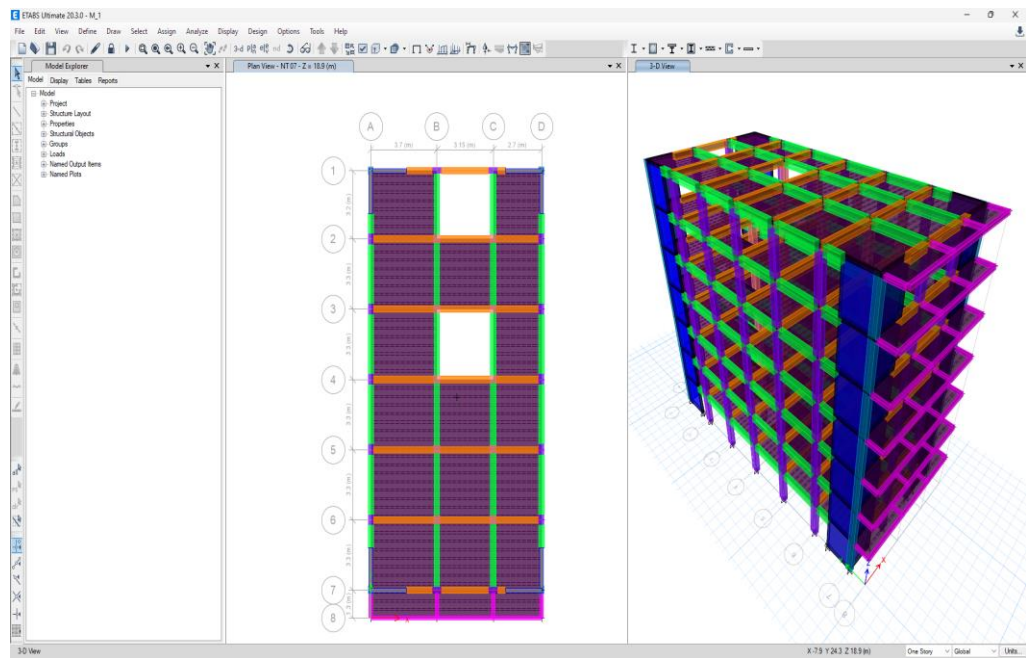
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	
COLUMNA LATERAL	50X30
COLUMNA ESQUINA	30X40
COLUMNA CENTRAL	40X40
VIGA PRINCIPAL	30X45 VIGA
SECUNDARIA	30X40

<b>VIGA DE BORDE</b>	20X20
<b>LOSA ALIGERADA</b>	e=20 cm 1D
<b>PLACA</b>	e=20 cm

Nota. Debido a que el análisis inicial no cumplía con los parámetros de desplazamiento establecidos por la normativa de concreto armado se modificaron las secciones de las columnas, vigas y se adicionaron placas en la estructuración con la finalidad de eliminar los efectos de cortante en por efectos sísmicos de la edificación.

**Figura 7**

*Modelo ETABS mejorado*



Nota. De acuerdo con el modelo inicial se pudo identificar que los desplazamientos modales de la edificación fundamentalmente se generan por rotaciones, por ello para el modelo mejorado se estimó que se coloquen muros de corte con la finalidad de controlar las rotaciones de la edificación.

**Figura 8**

*Análisis de periodo*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.432	0.7361	0.0001	0	0.7361	0.0001	0	2.668E-05
Modal	2	0.39	0.0001	0.751	0	0.7362	0.7511	0	0.2758
Modal	3	0.287	0.0034	0.0002	0	0.7395	0.7513	0	0.0001
Modal	4	0.118	0.1554	0	0	0.895	0.7513	0	9.414E-07
Modal	5	0.111	0	0.1468	0	0.895	0.8981	0	0.458
Modal	6	0.075	0.0007	8.591E-06	0	0.8957	0.8981	0	7.349E-06
Modal	7	0.057	0.0559	1.088E-06	0	0.9516	0.8981	0	3.001E-06
Modal	8	0.055	1.19E-06	0.0537	0	0.9516	0.9518	0	0.118
Modal	9	0.036	0.0259	2.075E-05	0	0.9775	0.9518	0	0.0001
Modal	10	0.035	0.0012	0.0044	0	0.9788	0.9563	0	0.014
Modal	11	0.035	0.0001	0.0223	0	0.9789	0.9786	0	0.0696
Modal	12	0.026	0.0133	1.223E-05	0	0.9922	0.9786	0	3.453E-05
Modal	13	0.026	1.664E-05	0.0136	0	0.9922	0.9922	0	0.0391
Modal	14	0.023	0.0002	1.879E-05	0	0.9924	0.9922	0	0.0001
Modal	15	0.021	0.0059	6.466E-06	0	0.9983	0.9922	0	2.171E-05

Nota. Con la caracterización de la edificación se pudo determinar que el periodo de vibración de la edificación es de 0.432 s el cual es menor al valor del periodo estimado de 0.7 s Con ello el modelo mejorado presenta un comportamiento óptimo en comparación con el modelo predimensionado.

**Tabla 8**

*Deriva y desplazamiento en X*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO X-X	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO X	= 0.8400 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN X	= 0.000549
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0037
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 7.0600 cm

Nota. De las gráficas de desplazamiento y deriva de la estructura inicial se determinó que la máxima deriva de la edificación es de 0.0037 el cual según la normativa peruana para elementos de concreto armado es de 0.007, según la cantidad de pisos se determinó que el máximo desplazamiento calculado de la edificación es de 7.06 cm, según la cantidad de piso y las características de irregularidad de la edificación se estimó que el límite de desplazamiento para la edificación es de 13.23 cm.



**Tabla 9**

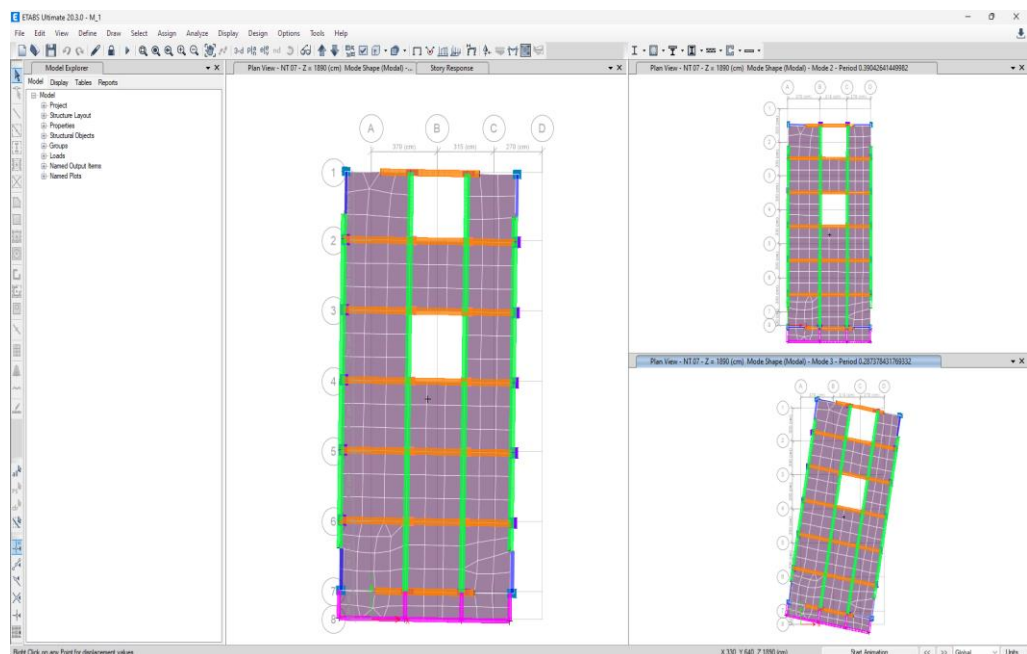
*Deriva y desplazamiento en Y*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO Y-Y		
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO Y	=	0.6700 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN Y	=	0.000439
MÁX DERIVA DE PISO	=	0.003
MÁX. DESPLAZAMIENTO	=	5.6400 cm

Nota. De las gráficas de desplazamiento y deriva de la estructura inicial se determinó que la máxima deriva de la edificación es de 0.0030 el cual según la normativa peruana para elementos de concreto armado es de 0.007, según la cantidad de pisos se determinó que el máximo desplazamiento calculado de la edificación es de 5.64 cm, según la cantidad de piso y las características de irregularidad de la edificación se estimó que el límite de desplazamiento para la edificación es de 13.23 cm.

**Figura 9**

*Comportamientos modales – Mejorado*

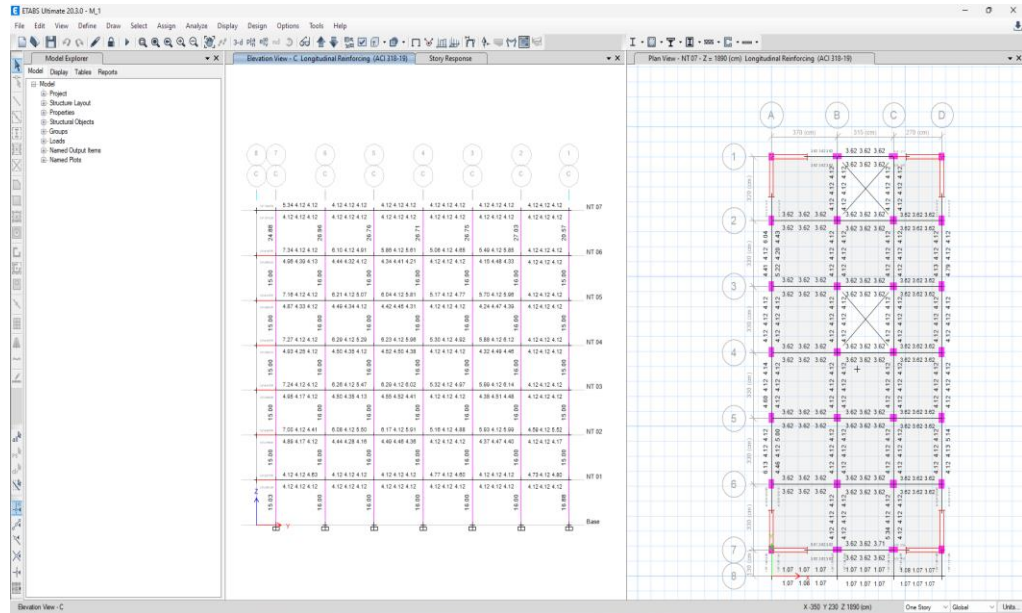


Nota. Del análisis modal se pudo determinar que el primer modo presenta un desplazamiento en el eje X, para el segundo comportamiento modal se evidencian los desplazamientos en el eje Y y

el tercer caso modal presenta los efectos de rotación con lo cual se comprueba lo establecido por el ACI, en ello se establece que los primeros 3 casos modales presenta los comportamientos en los ejes X, Y y Z.

**Figura 10**

*Pórticos de diseño*

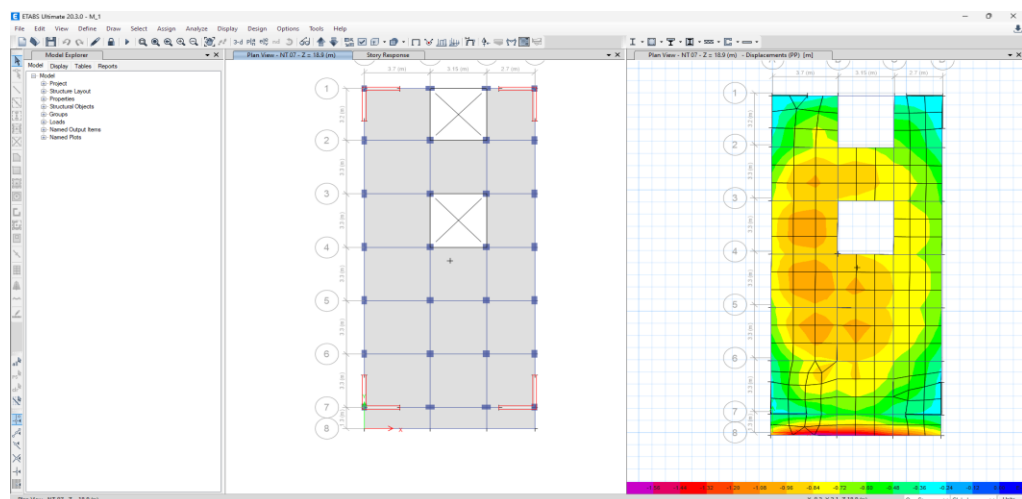


Nota. Con los valores de áreas de acero para cada uno de los elementos se pudo diseñar cada uno de los elementos estructurales definiendo así las secciones óptimas en los elementos estructurales.

Del diseño de la edificación nació la necesidad de quitar las columnas centrales las que se ubican en la sala de eventos entre los ejes 5-7 y B-C.

**Figura 11**

*Comportamiento de losa con columnas*

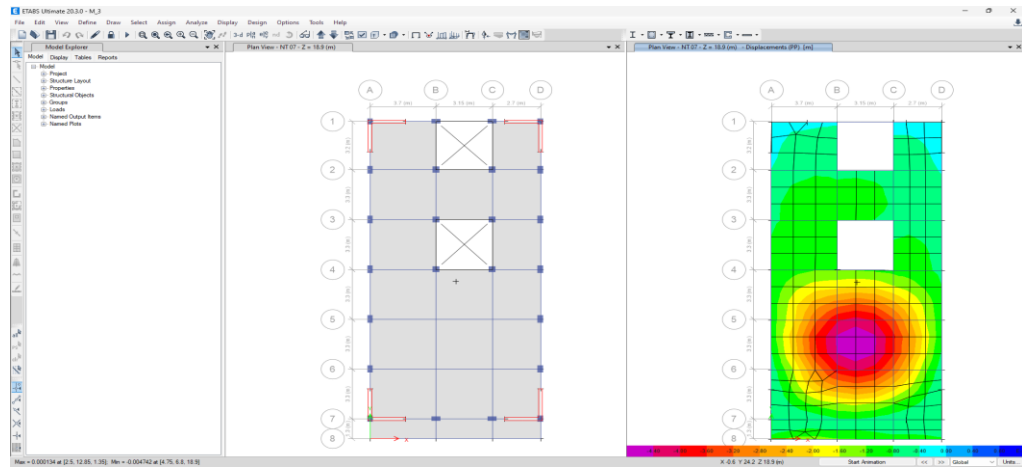


Nota. A partir del análisis de desplazamiento en el eje Z de la losa aligerada se puede determinar que los desplazamientos críticos con la presencia de columnas se dan entre los ejes 4-6 y A-B, sin embargo, los desplazamientos se encuentran dentro de los límites aceptables para el diseño, dicha losa analizada se caracteriza por ser una losa aligerada en una sola dirección.

#### 4.1.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SIN COLUMNAS

Figura 12

Modelo analizado sin columnas centrales

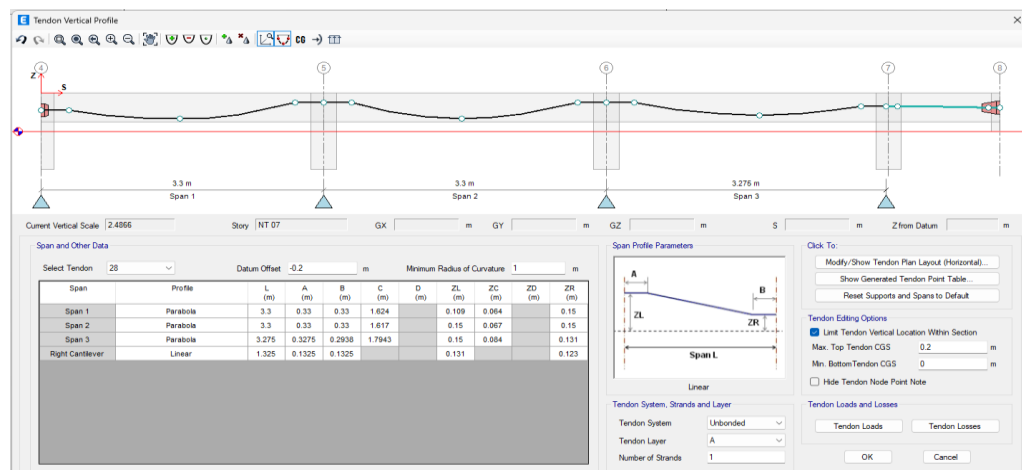


Nota. Cuando la estructura se somete al retiro de las columnas centrales que componía la zona de la sala de eventos se pudo identificar que los desplazamientos en Z en esa zona llegan hasta los 4.40 m, este comportamiento no se encuentra dentro de los límites permisibles de los desplazamientos de altura para la edificación.

#### 4.1.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON LOSAS POSTENSADAS

Figura 13

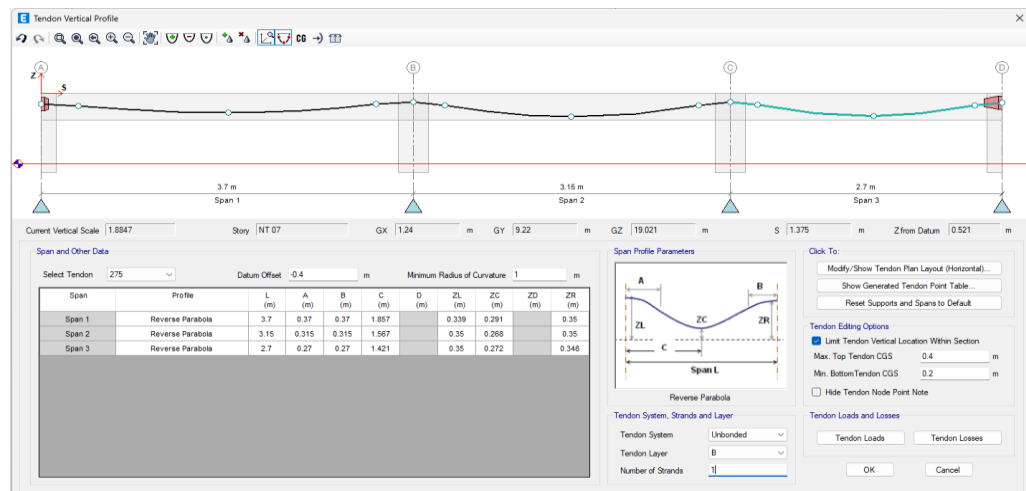
Definición de perfil de bandas



Nota. En la definición de los tendones de postensado inicialmente se considera el planteamiento de bandas en las cuales se posarán los tendones de soporte, a partir de ello se puede definir los parámetros de distancia en los cuales se colocarán los torones para el postensado, en la gráfica se pueden identificar los 4 tramos de que componen las bandas, se identifica que para los tendones la elevación izquierda es de 0.15 m y en la parte derecha de manera similar.

**Figura 14**

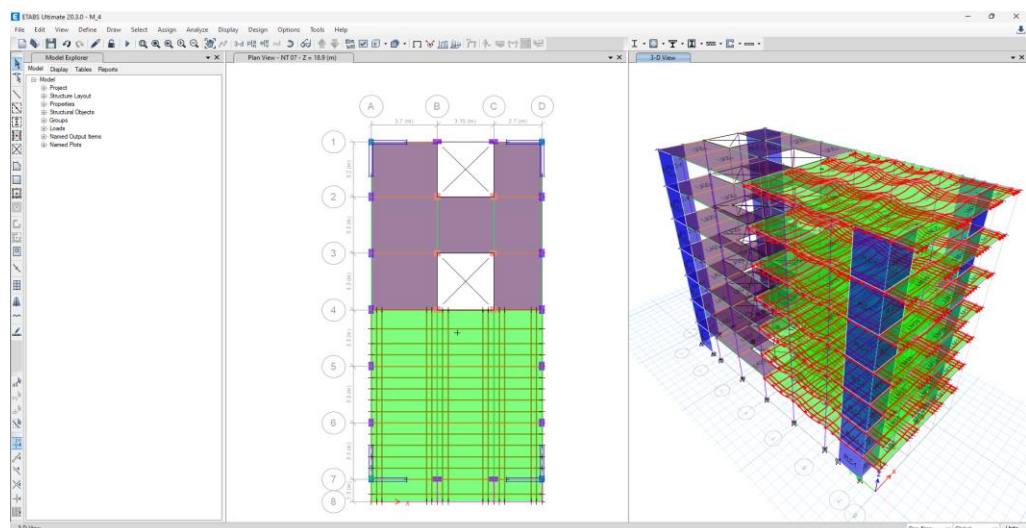
*Definición de perfil de tendones*



Nota. Los tendones de postensado se colocaron de acuerdo a los siguientes parámetros, se determinó que para un correcto postensado la estructura requiere de una elevación en los márgenes derecha e izquierda de 0.35 m para los puntos de los toroides.

**Figura 15**

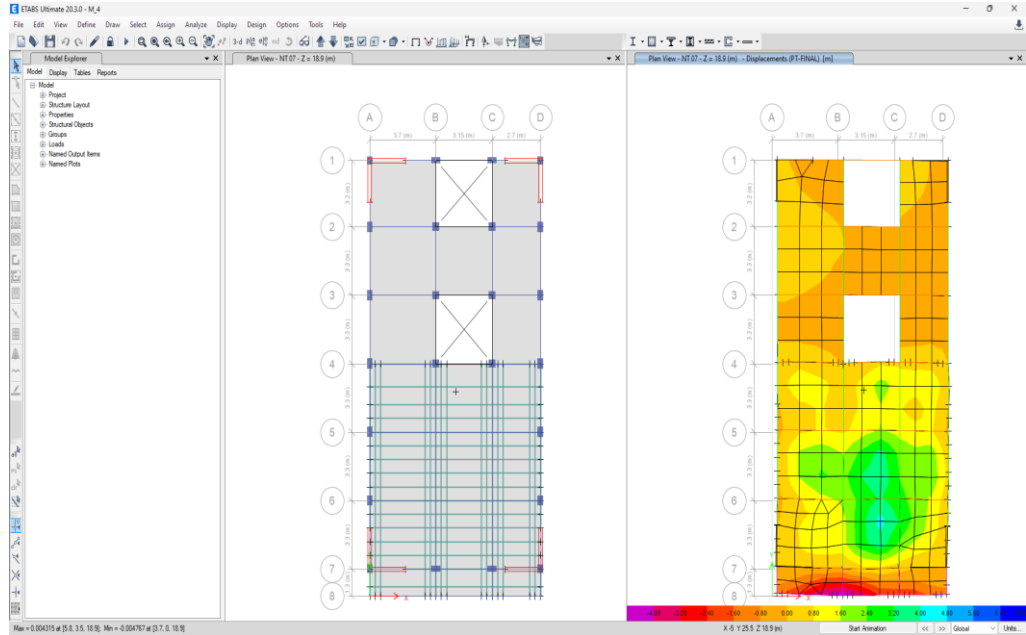
*Vista de las losas de postensado*



Nota. En la planta se definieron las losas postensadas cada tendón se cuenta con separaciones de 0.40 m y las bandas se colocaron a 1.50 m a partir de los ejes de planta. Con ello se procedió a analizar el comportamiento de las losas postensadas en la edificación.

**Figura 16**

*Resultado de las losas postensadas*



Nota. Se pudo determinar que el comportamiento de la losa con los tendones de postensado controla los desplazamientos verticales llegando a tener un buen comportamiento y generar desplazamiento entre 0.00 y 0.50 m.

**Figura 17**

*Análisis de periodo*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.459	0.7377	0	0	0.7377	0	0	0	0.2799	0.0051	0	0.2799	0.005
Modal	2	0.405	1.553E-06	0.7487	0	0.7377	0.7487	0	0.2747	3.239E-06	0.0002	0.2747	0.2799	0.005
Modal	3	0.289	0.0051	0.0002	0	0.7427	0.7489	0	0.0001	0.0012	0.7238	0.2747	0.2811	0.725
Modal	4	0.137	0.1543	0.0001	0	0.8971	0.749	0	0.0001	0.45	0.0001	0.2749	0.7311	0.725
Modal	5	0.118	0.0001	0.1485	0	0.8972	0.8974	0	0.4566	0.0002	1.093E-05	0.7314	0.7313	0.725
Modal	6	0.083	0.035	3.463E-05	0	0.9321	0.8975	0	0.0001	0.0761	0.0473	0.7315	0.8073	0.771
Modal	7	0.08	0.0106	1.415E-06	0	0.9427	0.8975	0	8.006E-06	0.0222	0.1189	0.7315	0.8296	0.895
Modal	8	0.063	0.0147	0.0159	0	0.9574	0.9133	0	0.0345	0.0498	0.0013	0.766	0.8794	0.896
Modal	9	0.063	0.0057	0.0374	0	0.9631	0.9507	0	0.0818	0.0196	0.0003	0.8478	0.899	0.85
Modal	10	0.053	0.0098	0	0	0.9729	0.9507	0	0	0.0248	3.819E-05	0.8478	0.9238	0.895
Modal	11	0.048	0.0007	2.695E-05	0	0.9737	0.9508	0	0.0001	0.004	0.003	0.8479	0.9278	0.901
Modal	12	0.046	0.0069	0.0003	0	0.9805	0.951	0	0.0009	0.0204	0	0.8488	0.9482	0.901
Modal	13	0.045	0.0001	0.0255	0	0.9806	0.9785	0	0.0813	0.0002	6.119E-06	0.9302	0.9485	0.901
Modal	14	0.039	0.0035	1.9E-06	0	0.9841	0.9785	0	4.262E-06	0.0077	0.0158	0.9302	0.9581	0.915
Modal	15	0.037	2.973E-05	0.0131	0	0.9841	0.9896	0	0.0371	0.0001	0.0001	0.9673	0.9562	0.91
Modal	16	0.033	0.0003	0.0071	0	0.9844	0.9967	0	0.0231	0.0008	1.162E-05	0.9903	0.957	0.91
Modal	17	0.031	0.0048	0.0003	0	0.9893	0.997	0	0.0009	0.012	0.0012	0.9912	0.969	0.915
Modal	18	0.023	0.0086	2.108E-05	0	0.9959	0.997	0	0.0001	0.0187	0.0015	0.9912	0.9876	0.915
Modal	19	0.018	0.0002	0.0007	0	0.9961	0.9977	0	0.0019	0.0004	0.002	0.9932	0.9881	0.921
Modal	20	0.013	0.0036	8.556E-06	0	0.9997	0.9978	0	2.025E-05	0.0108	0.0042	0.9932	0.9988	0.921

Nota. De la estructura se pudo identificar que los periodos de desplazamiento de la estructura se estiman en 0.458 s el cual es menor al límite del periodo de vibración determinado para la edificación de 7 niveles.

**Tabla 10**

*Análisis de derivas y desplazamientos X*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO X-X	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO X	= 0.8100 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN X	= 0.000520
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0032
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 7.0200 cm

Nota. La deriva de piso estimada para la edificación con tendones de postensado se estimó en 0.0032 y el desplazamiento máximo es de 7.02 cm, dichos valores se encuentran dentro de los límites de las derivas y desplazamientos indicados para una estructura de concreto armado.

**Tabla 11**

*Análisis de derivas y desplazamientos Y*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO Y-Y	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO Y	= 0.6500 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN Y	= 0.000428
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0028
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 5.5100 cm

Nota. La deriva de piso estimada para la edificación con tendones de postensado se estimó en 0.0028 y el desplazamiento máximo es de 5.51 cm, dichos valores se encuentran dentro de los límites de las derivas y desplazamientos indicados para una estructura de concreto armado.

#### **4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Hi: El uso de concreto postensado en estructuras aporricadas de amplia luz en Amarilis, Huánuco, resulte en una mayor resistencia sísmica y una menor deformación bajo cargas sísmicas en comparación con el concreto convencional

De las siguientes tablas:

**Tabla 12**

*Deriva y desplazamiento en X*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO X-X	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO X	= 0.8400 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN X	= 0.000549
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0037
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 7.0600 cm

**Tabla 13**

*Deriva y desplazamiento en Y*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO Y-Y	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO Y	= 0.6700 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN Y	= 0.000439
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.003
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 5.6400 cm

**Tabla 14**

*Análisis de derivas y desplazamientos X*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO X-X	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO X	= 0.8100 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN X	= 0.000520
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0032
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 7.0200 cm

**Tabla 15**

*Análisis de derivas y desplazamientos Y*

ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO Y-Y	
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO Y	= 0.6500 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN Y	= 0.000428
MÁX DERIVA DE PISO	= 0.0028
MÁX. DESPLAZAMIENTO	= 5.5100 cm



Al comparar los valores de deriva de ambos modelos, en primer lugar el modelo de concreto armado con columnas intermedias y el segundo modelo con losas postensadas en la zona delantera de la edificación se pudo determinar que las derivas para el primer modelo son de 0.0037 y 0.003 mientras que para la losa postensada es de 0.0032 y 0.028 para los ejes X e Y respectivamente, con ello se demuestra que la estructura con postensado presenta un mejor comportamiento estructural en comparación a los modelos convencionales de construcción apertado. Con ello se demuestra que la hipótesis planteada en la investigación es verdadera y se acepta su planteamiento.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Para Cruz (2022), en su investigación pudo determinar que las derivas estimadas para la edificación de 5 niveles para una losa aligerada de 25 cm de espesor se determinó una deriva de 0.018, para una losa aligerada sin columnas se estimó que la deriva máxima es de 0.0170, para una losa postensada de 14 cm la deriva máxima calculada fue de 0.015 y para una losa postensada sin columna la deriva se estimó en 0.0180. Adicionalmente a ello pudo determinar que la aplicación de losas postensadas funciona de manera adecuada para luces de 7.30 m con lo cual se lograron obtener las optimizaciones en utilización de los materiales aplicados en la construcción, sin embargo, los costos de aplicación de cables de postensado incrementan de manera considerable los costos en su aplicación. Para la presente investigación se pudo determinar que las derivas para el primer modelo son de 0.0037 y 0.003 mientras que para la losa postensada es de 0.0032 y 0.028 para los ejes X e Y respectivamente, con ello al igual que en el planteamiento de referencia los valores de derivas disminuyeron y mejoraron el comportamiento de la estructura requiriendo menos materiales de concreto, sin embargo el costo de manera similar a la investigación de referencia no fue considerado en la presente investigación.

Según Aguilar (2022), en la investigación que realizó se pudo determinar que los desplazamientos máximos de entrepiso fueron de 0.3415 y 0.421 cm para las losas aligeradas, mientras que para las losas postensadas se estimaron los desplazamientos de 0.283 y 0.324 cm. De ambos modelos ejecutados por el investigador se pudo determinar que las derivas de la edificación cumplen con lo establecido por la norma E.060 para estructuras de concreto armado. En la presente investigación se llega a la misma conclusión de que los modelos postensados tienen un mejor comportamiento frente a derivas y desplazamientos de los entrepisos, los valores si bien no son similares esto puede deberse a la dimensión de luces analizadas para cada caso y que para la presente investigación se determinó que el suelo en la zona de Amarilis es tipo S2 un suelo intermedio diferente a la caracterización de la tesis de referencia.

## CONCLUSIONES

Se pudo determinar que las derivas para el primer modelo son de 0.0037 y 0.003 mientras que para la losa postensada es de 0.0032 y 0.028 para los ejes X e Y respectivamente, con ello se demuestra que la estructura con postensado presenta un mejor comportamiento estructural en comparación a los modelos convencionales de construcción aporticado.

La deriva de piso estimada para la edificación con tendones de postensado se estimó en 0.0032 y el desplazamiento máximo es de 7.02 cm, dichos valores se encuentran dentro de los límites de las derivas y desplazamientos indicados para una estructura de concreto armado.

Del análisis sísmico se pudo determinar que el primer modo presenta un desplazamiento en el eje X, para el segundo comportamiento modal se evidencian los desplazamientos en el eje Y el tercer caso modal presenta los efectos de rotación con lo cual se comprueba lo establecido por el ACI, en ello se establece que los primeros 3 casos modales presenta los comportamientos en los ejes X, Y y Z determinando el adecuado comportamiento sísmico.

Se pudo determinar que el comportamiento de las losas postensadas presenta un mejor comportamiento sísmico y una menor aplicación y utilización de concreto en una edificación reduciendo el peso de los elementos y optimizando los desplazamientos y derivas de las edificaciones.

## **RECOMENDACIONES**

Considerar el uso de losas postensadas en lugar de modelos convencionales aporticados para mejorar el comportamiento sísmico de la estructura, reducir la aplicación de concreto y optimizar los desplazamientos y derivas.

Al evaluar la estabilidad sísmica de una estructura, prestar especial atención al comportamiento modal en los ejes X, Y y Z para garantizar un desempeño adecuado frente a diferentes tipos de carga sísmica.

En proyectos de construcción, considerar el uso de losas postensadas no solo por su mejor comportamiento estructural, sino también por su contribución a la reducción del peso de los elementos y la optimización de recursos como el concreto, promoviendo así prácticas constructivas más sostenibles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (INDECI), I. N. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima: INDECI.
- Aguilar Mondalgo, S. S., & Huaraca Sulca, J. J. (2022). *Análisis estructural comparativo de un edificio con losas tradicionales y postensadas para obtención y control de desplazamientos laterales Andahuaylas-2022*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Anónimo. (s.f.). *Manual de Edificación*. Lima: Construcciones Perú.
- Anónimo. (s.f.). *vances en Ingeniería Estructural*. Lima: Perú Ingeniería.
- Arroyo, C., & Chávez, F. (2015). *Diseño Sísmico de Edificaciones en Concreto Armado*. Lima: San Marcos .
- Barba Medina, D. A., & La Torre Orozco, J. M. (2020). *Diseño estructural de un edificio de 40 pisos en el suelo rígido de Lima haciendo uso de losas postensadas*. Lima: Universidad Peruana De Ciencia Aplicadas.
- Cárdenas, R. &. (2018). *Rigidez estructural y diseño sísmico en el Perú*. Arequipa.
- Cruz Vásquez, P. A. (2022). *Análisis comparativo del diseño de dos edificios de 5 pisos en hormigón armado: uno con losas alivianadas y otro con losas postensadas*. Ecuador: ESPE.
- Galvez Izquierdo, L. J. (2018). *Análisis y estudio comparativo de nueva edificación del mercado a. Orrego del distrito de la Victoria con diseño de concreto postensado, concreto armado y estructuras metálicas*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo.
- García, A. &. (2017). *Principios del diseño sismorresistente en el Perú*. . Lima: Estructuras Sísmicas.
- García, A. &. (2017). *Proceso de pre-tensado y post-tensado en la construcción de estructuras de concreto*. Lima.
- García, F. &. (2020). *Análisis económico del concreto postensado en el contexto peruano*. Trujillo: Económica y Estructural.
- García, J. (2015). *Sismicidad y riesgo sísmico en el Perú*. Lima: Sísmica Peruana.
- Gómez, R. &. (2019). *Algoritmos genéticos aplicados a la optimización de estructuras sismorresistentes*. Arequipa: Ediciones Sísmicas.

- González, J. &. (2019). *Diseño de sistemas de concreto postensado para resistir cargas sísmicas en el Perú*. Arequipa.
- INDECI. (2018). *Manual de Diseño Estructural*.
- López, R. &. (2019). *Métodos de análisis sísmico avanzados*. . Arequipa.
- Martínez, A. &. (2017). *Ventajas del concreto postensado en el diseño estructural*. . Lima: Estructurales Peruanas.
- Martínez, C. &. (2020). *Uso de software de ingeniería estructural en el análisis sísmico de estructuras*. . Lima: Sísmicas Peruanas.
- Martínez, E. &. (2020). *Métodos de gradiente en la optimización de estructuras aporticadas*. . Lima: Eficiencia Estructural.
- Martínez, R. &. (2019). *Materiales y técnicas utilizadas en el pre-tensado y post-tensado en el Perú*. Arequipa: Concreto Resistente.
- Morling, B. ((2018)). *Métodos de Investigación en Psicología (2nd ed.)*. Cengage Learning Editores.
- OMS, (. (2021). *Informe sobre urbanización y salud*.
- Peña, D., & Romo, J. (2017). *Introducción a la estadística para las ciencias sociales (2ª ed.)*. Alianza Editorial.
- Pérez, A. &. (2017). *Aplicaciones del concreto postensado en el diseño de estructuras sismorresistentes en el Perú*. Lima: Estructuras Peruanas.
- Pérez, J. &. (2017). *Optimización estructural en el diseño de edificaciones*. Lima: Estructuras Eficientes.
- Pérez, J. (2019). *Avances en Tecnología del Concreto*. Lima: Construcción y Tecnología.
- Pérez, M. &. (2018). *Análisis de tiempo histórico en ingeniería estructural*. Trujillo: Sísmica y Deformaciones.
- PUCP, (. (2020). *Análisis de la actividad sísmica y diseño sismorresistente en Huánuco*. Revista de Ingeniería Civil.
- Ramírez, L. &. (2020). *Normativas y requisitos de construcción para estructuras postensadas en el Perú*. Trujillo.
- Rodríguez, J. &. (2016). *Resistencia de estructuras de concreto armado en el Perú*. Lima: Editorial Estructuras Peruanas.
- Ruiz, L. &. (2018). *Análisis paramétrico en el diseño de estructuras sismorresistentes*. Arequipa: Sísmicas.

- Sánchez, J. &. (2019). *Durabilidad del concreto postensado en ambientes agresivos*. Arequipa: Resistencia y Durabilidad.
- Tornello, M., Gustavo, G., & Pizarro, N. (2022). *Modelos de disipación de energía en uniones híbridas de estructuras aporticadas de hormigón postensado*. Argentina: Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras.
- Torres, M. (2019). *Ingeniería Sísmica*. Lima: Sísmica.
- Torres, R. &. (2018). *Reducción de deformaciones en estructuras de concreto postensado*. Cusco: Ediciones Sísmicas.
- UPC , (. (2019). *Estudio comparativo sobre el comportamiento del concreto postensado frente a cargas sísmicas*. Revista de Ingeniería Estructural.
- Vargas, P. &. (2020). *Capacidad de deformación en estructuras de concreto postensado*. Trujillo: Sísmica y Deformaciones.
- Vergel Galván, W. (2018). *Optimización de estructuras aporticadas, mediante un procedimiento de estructuración enfocado en elementos tipo columna*. Barranquilla: Universidad De La Costa CUC.
- Zavala, C. G. (2015). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones en Concreto Armado*. Lima: PUCP.

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

Guerra Nieto, Angel (2024). *Concreto postensado para reducir las deformaciones en el diseño sismorresistente de una estructura aporticada con una luz de 9 metros, 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	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la eficacia del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas con luces amplias para mejorar la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos en Amarilis, Huánuco?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es el alcance y la adecuación de la normativa sísmica actual para el diseño de estructuras aporticadas con luces amplias en la zona de Amarilis - Huánuco, considerando aspectos clave como resistencia sísmica y capacidad de absorción de energía?</p> <p>¿Cómo pueden diseñarse modelos computacionales precisos y representativos que simulen cargas sísmicas y permitan evaluar el comportamiento estructural de edificaciones aporticadas utilizando tanto concreto postensado como convencional, en el contexto específico de Amarilis - Huánuco?</p> <p>¿Cuáles son las diferencias significativas en términos de resistencia, deformación y seguridad estructural entre las edificaciones aporticadas diseñadas con concreto postensado y las diseñadas con concreto</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar la eficacia del concreto postensado en el diseño sismorresistente de estructuras aporticadas con luces amplias con el fin de mejorar la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos en Amarilis, Huánuco.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Analizar la normativa sísmica vigente y su aplicabilidad en el diseño de estructuras aporticadas de amplia luz en Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Diseñar modelos computacionales para simular cargas sísmicas y evaluar el comportamiento estructural de edificaciones aporticadas con concreto postensado y convencional en Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Comparar los resultados obtenidos de las simulaciones para determinar las ventajas y desventajas del uso de concreto postensado en términos de resistencia, deformación y seguridad estructural frente a eventos sísmicos en Amarilis - Huánuco -2023.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Hi: El uso de concreto postensado en estructuras aporticadas de amplia luz en Amarilis, Huánuco, resulte en una mayor resistencia sísmica y una menor deformación bajo cargas sísmicas en comparación con el concreto convencional.</p> <p>H0: El uso de concreto postensado no disminuye las distorsiones en el dibujo sísmicamente resistente de una estructura aporticada con una luz de 9 metros de longitud, Amarilis - Huánuco - 2023.</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>VARIABLES</b></p> <hr/> <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Concreto postensado.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Diseño sismorresistente.</p>	<p><b>Técnica</b></p> <p>Observación.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Fichas de recopilación</p>

---

convencional, al enfrentarse a cargas sísmicas en  
Amarilis - Huánuco?

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA
<b>Tipo de Investigación:</b> Cuantitativo	<b>Población:</b> Se tomó como población para este estudio a las estructuras aporticadas construidas en la ubicación de Amarilis.
<b>Alcance de Investigación:</b> Descriptivo.	<b>Muestra:</b> Estructuras aporticadas de cinco niveles, realizadas con concreto estructural o concreto postensado, ubicadas en Amarilis.
<b>Diseño:</b> No experimental.	

---

**ANEXO 2  
PLANOS**

**Figura 18**  
*Ubicación de edificación*

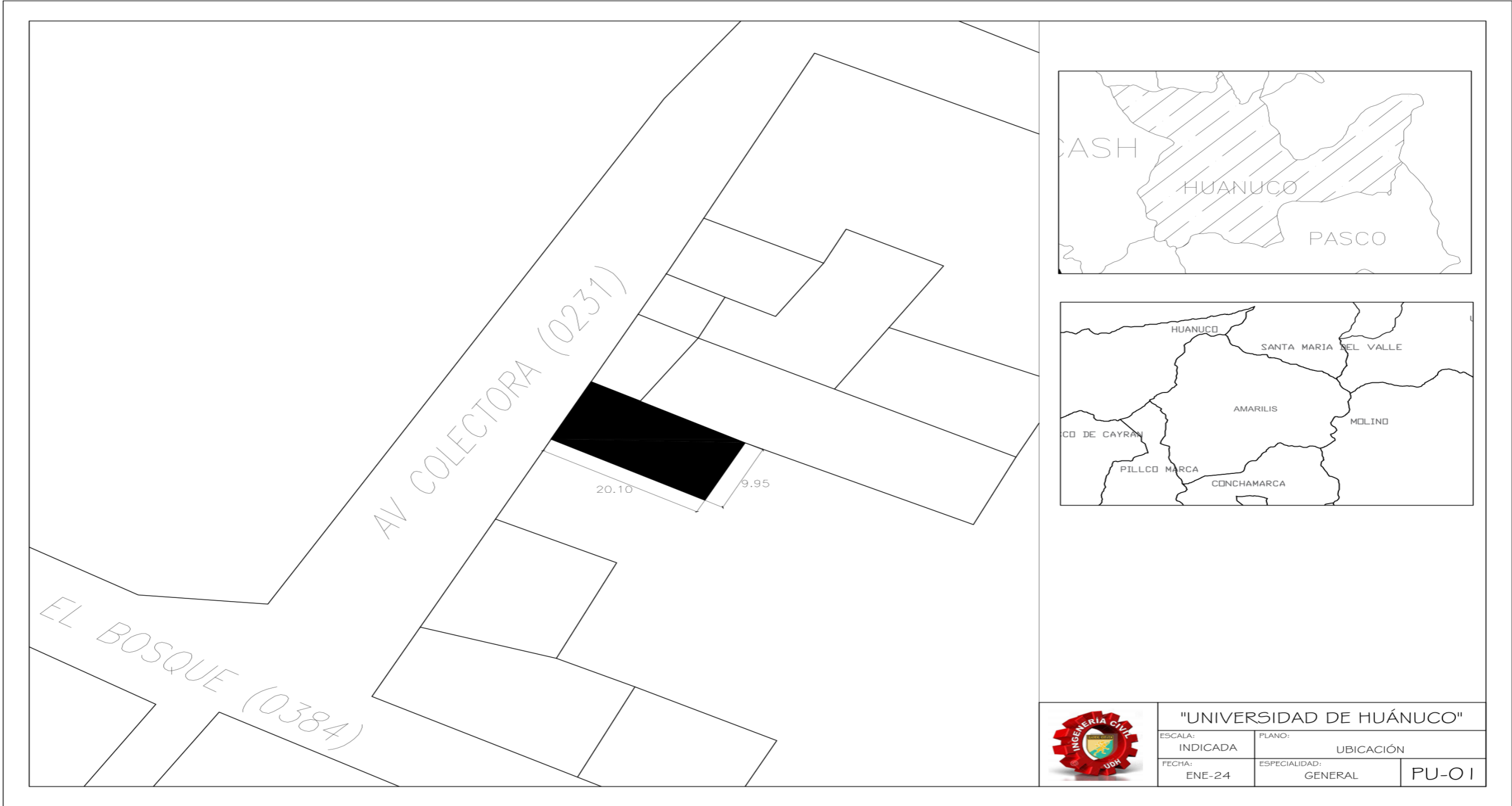
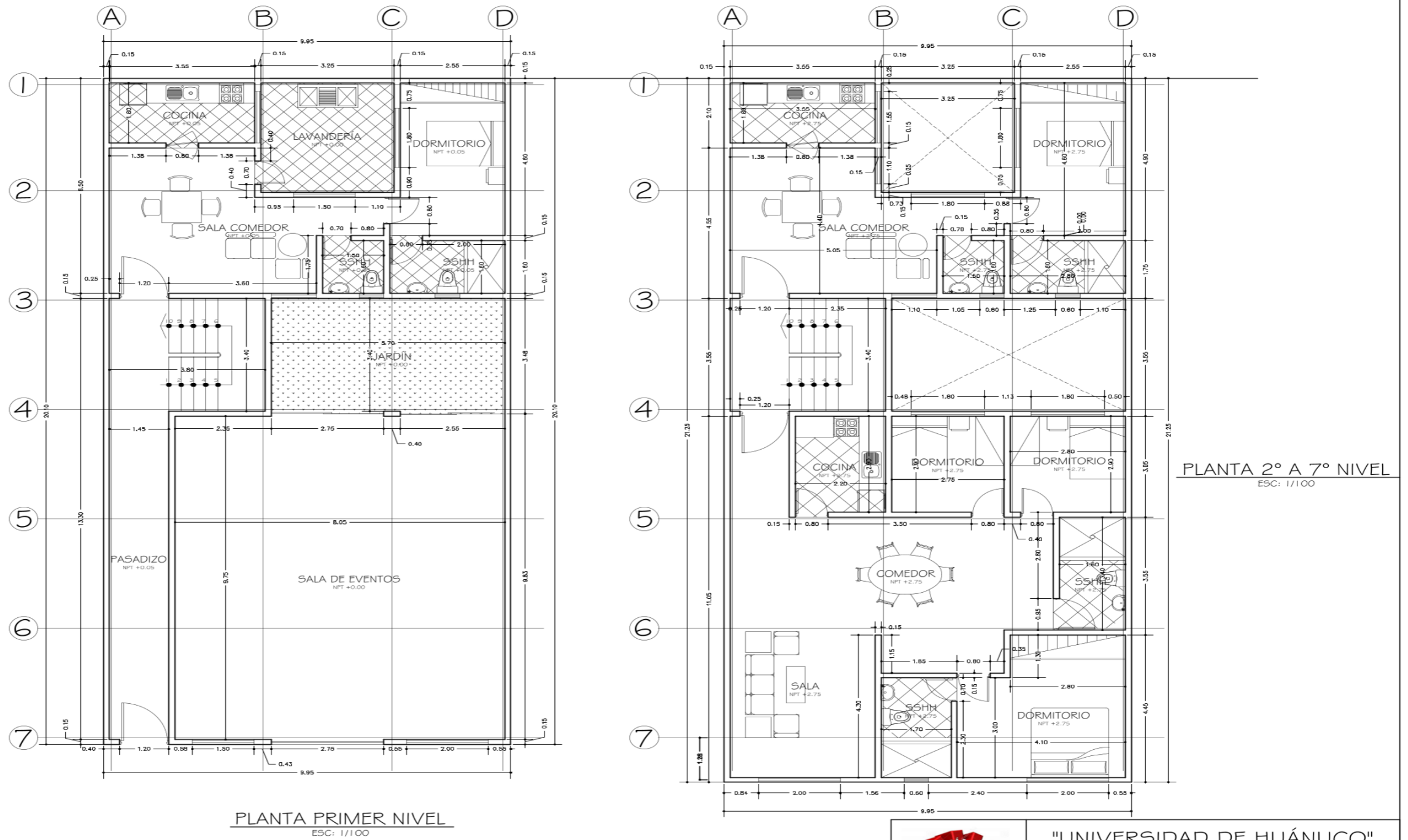


Figura 19  
Arquitectura



"UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO"		
ESCALA:	INDICADA	PLANO:
		DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
FECHA:	ENE-24	ESPECIALIDAD:
		ARQUITECTURA
		PA-01

Figura 20  
 Detalles de zapatas

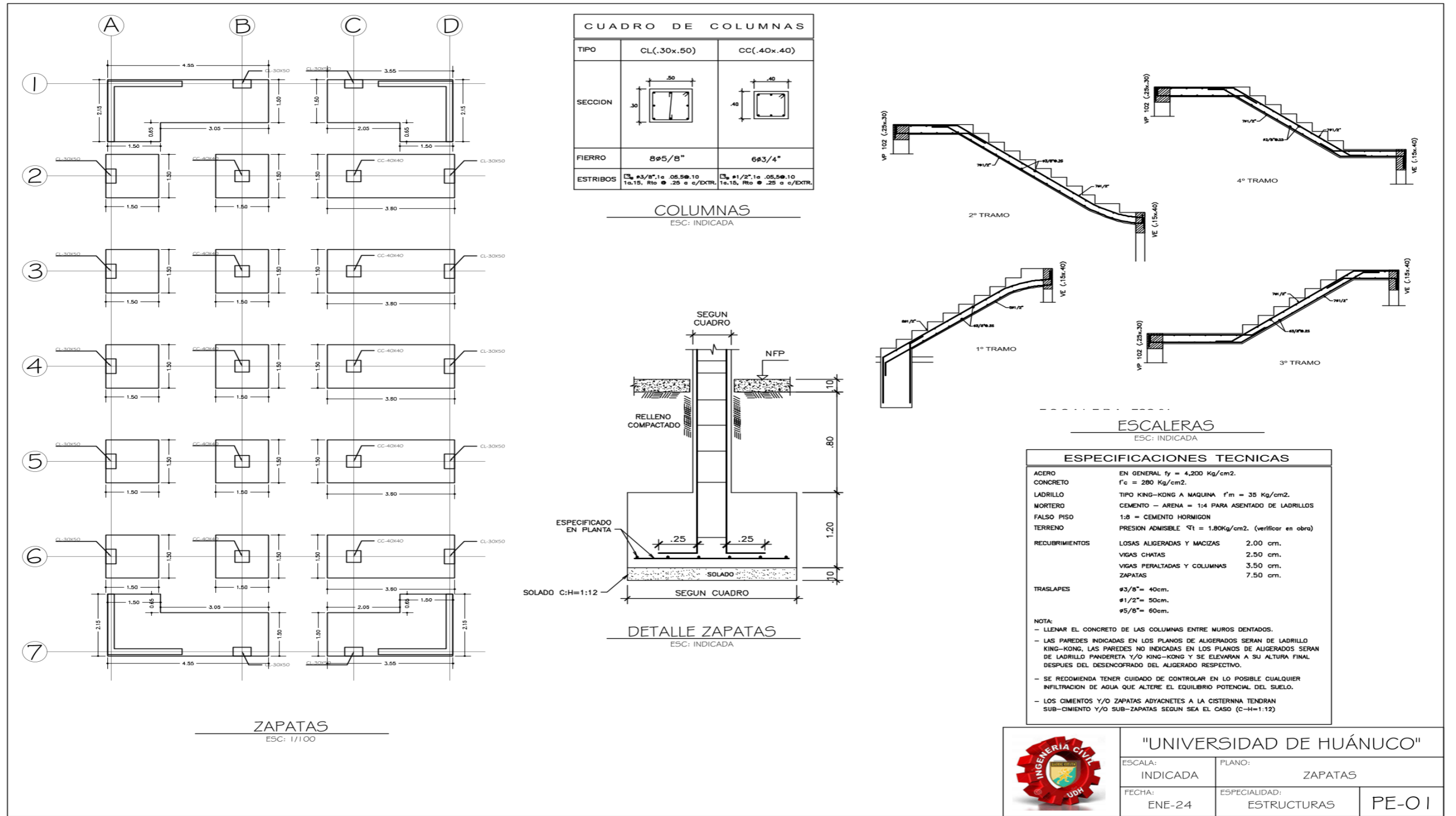
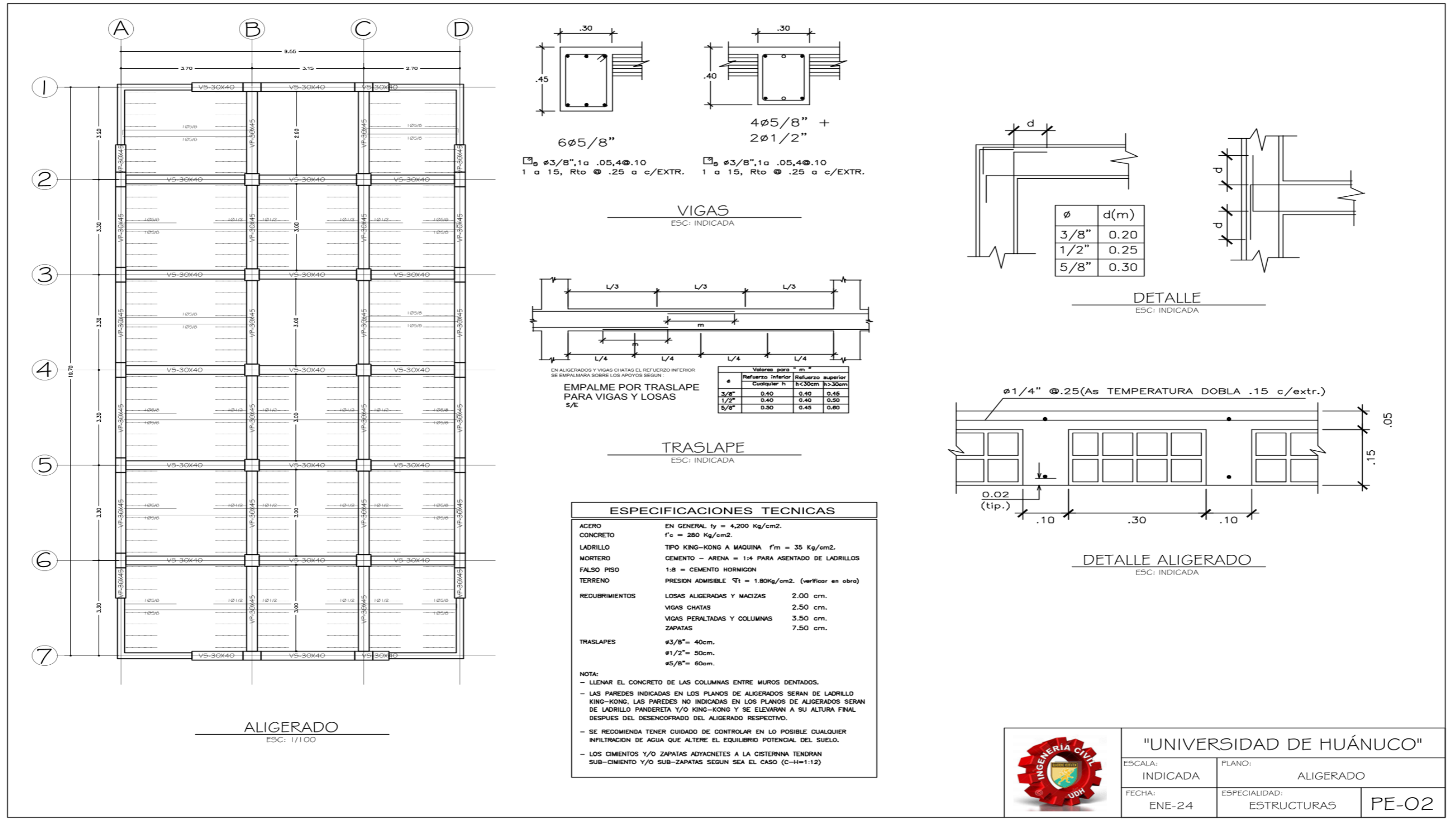


Figura 21  
 Detalles de aligerado

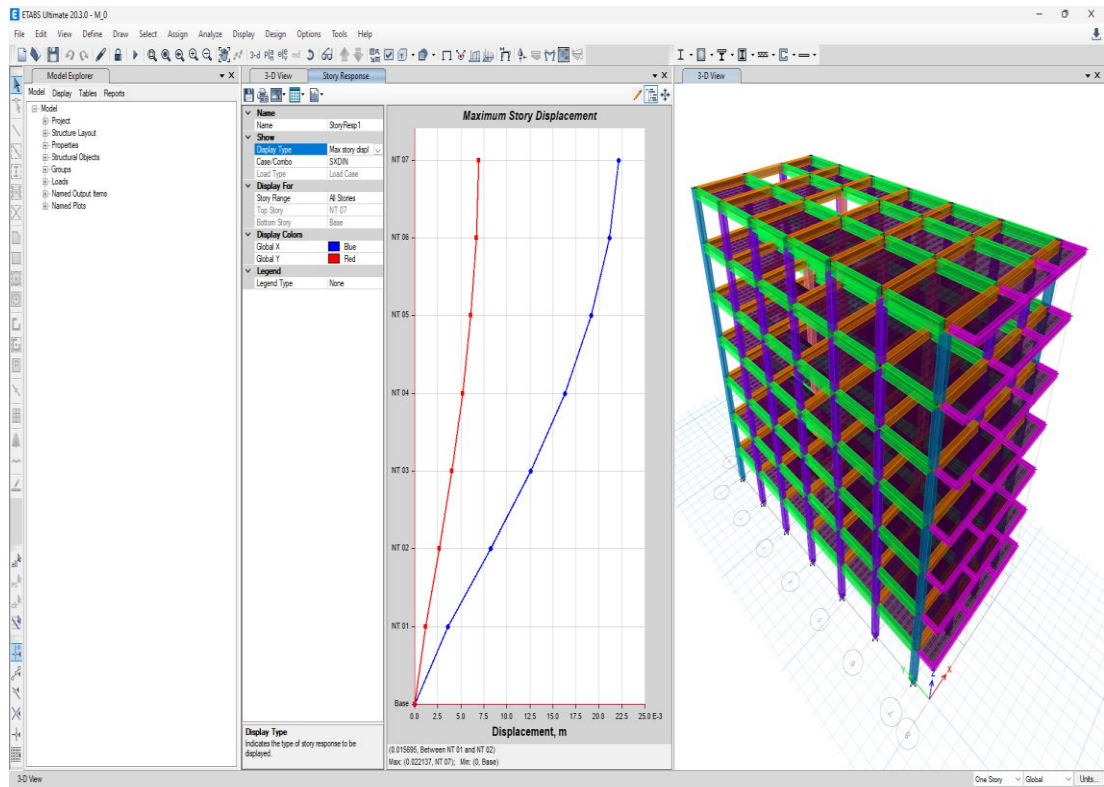



"UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO"

ESCALA: INDICADA	PLANO: ALIGERADO
FECHA: ENE-24	ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
	PE-02

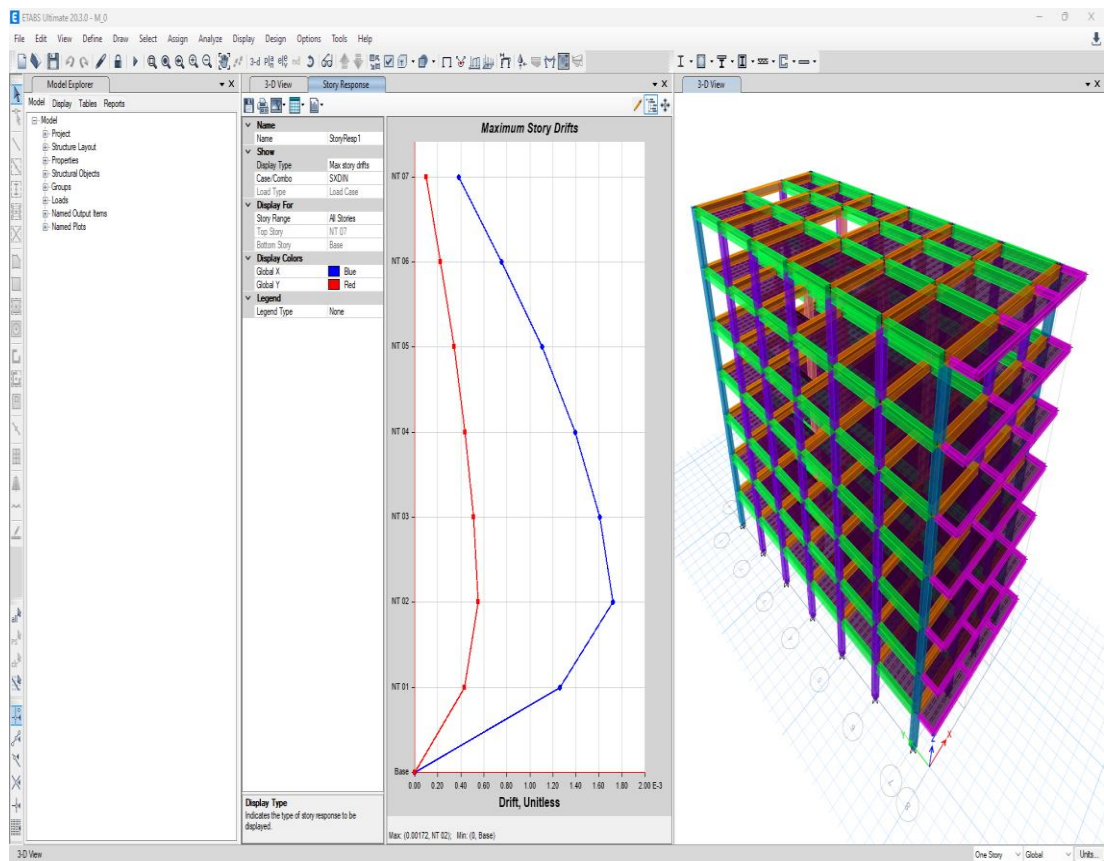
**Figura 22**

*Desplazamiento de piso X – Inicial*



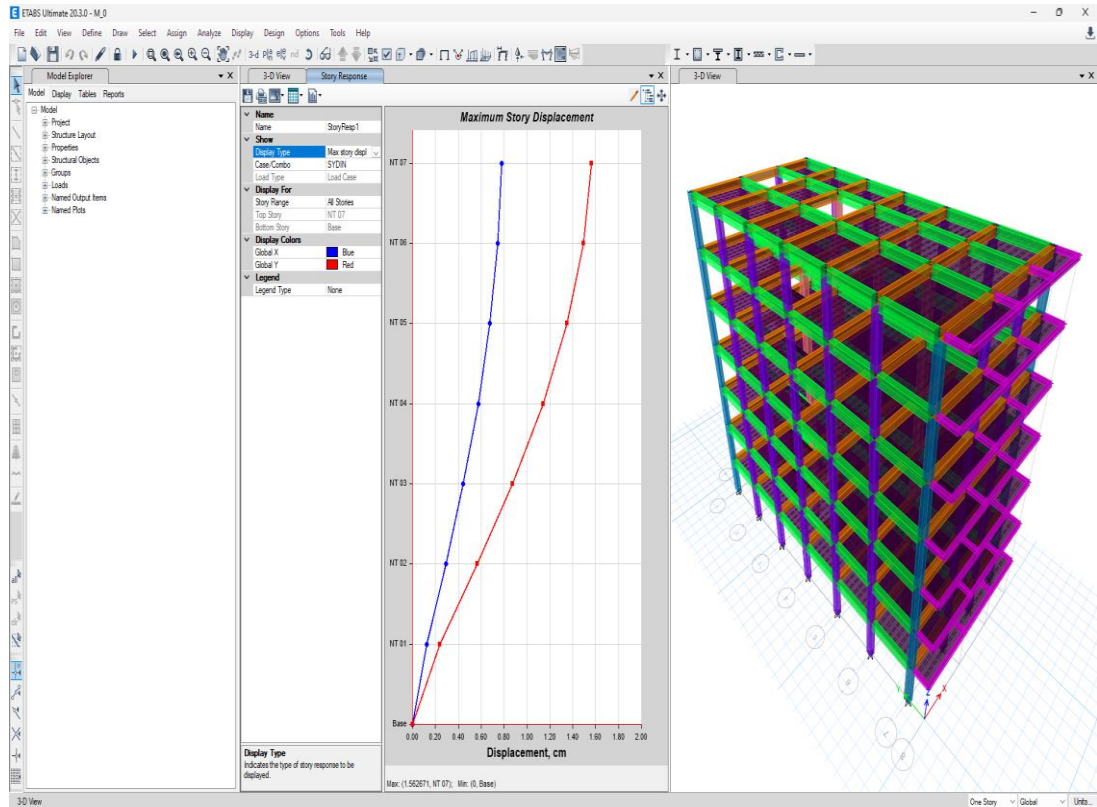
**Figura 23**

*Deriva de piso X – Inicial*



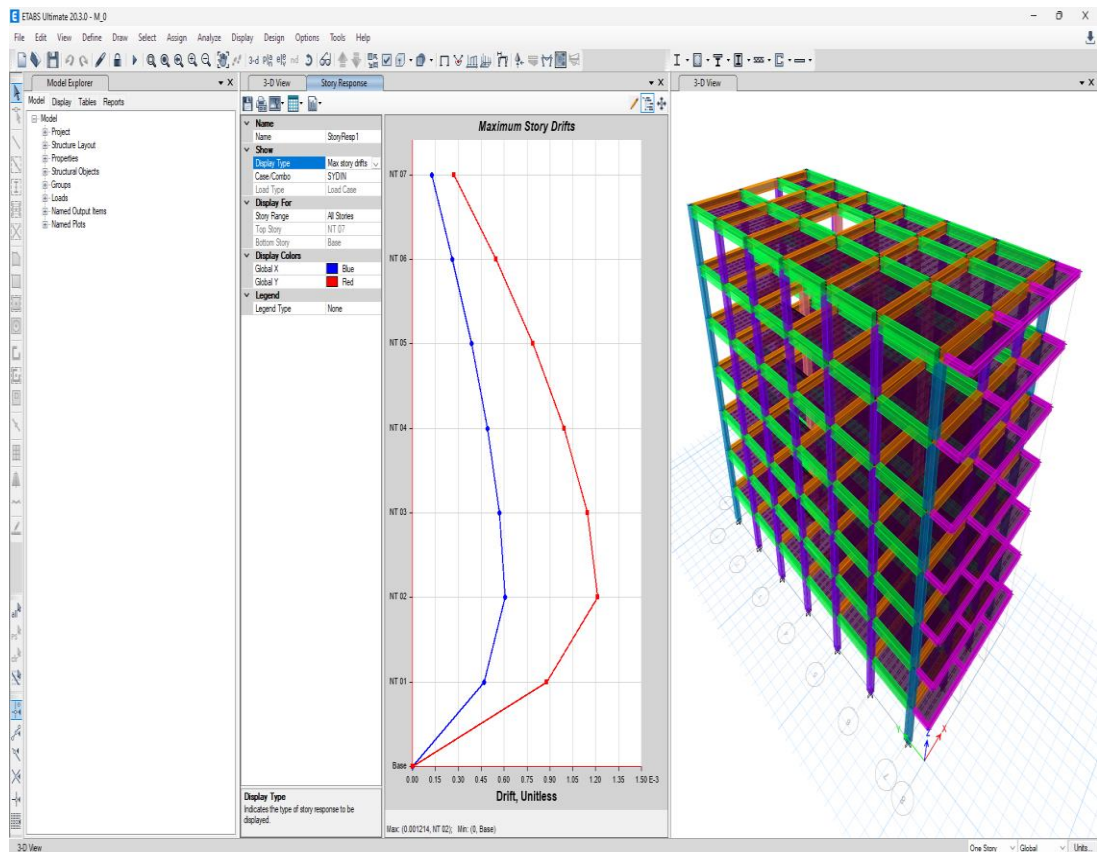
**Figura 24**

*Desplazamiento de piso Y – Inicial*



**Figura 25**

*Deriva de piso Y – Inicial*





**Tabla 17**

*Participación modal – Inicial*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Su mU X	Su mU Y	Su mU Z	RX	RY	RZ	Su mR X	Su mR Y	Su mR Z
sec														
Modal	1	0.746	0.6054	0.058	0	0.6054	0.0058	0	0.0012	0.1321	0.2215	0.0012	0.1321	0.20215
Modal	2	0.662	0.2188	0.067	0	0.8243	0.0066	0	0.00123	0.0472	0.553	0.00135	0.10794	0.70744
Modal	3	0.61	0.0042	0.765	0	0.8285	0.8269	0	0.1675	0.0008	0.0613	0.1081	0.10801	0.80358
Modal	4	0.243	0.0763	0.005	0	0.9048	0.8027	0	0.004	0.4555	0.0267	0.10851	0.60356	0.80625
Modal	5	0.217	0.0291	0.073	0	0.9339	0.8034	0	0.0443	0.172	0.0654	0.20294	0.80076	0.90279
Modal	6	0.2	0.0007	0.091	0	0.9347	0.9029	0	0.5722	0.0037	0.0071	0.80016	0.80114	0.90035
Modal	7	0.141	0.0239	0.001	0	0.9586	0.9029	0	0.0001	0.0474	0.0111	0.80017	0.80588	0.90461
Modal	8	0.126	0.0108	0.024	0	0.9694	0.9032	0	0.0049	0.0214	0.0217	0.80066	0.80801	0.90678
Modal	9	0.118	0.0005	0.034	0	0.9698	0.9065	0	0.0063	0.0012	0.0021	0.80696	0.80814	0.90699
Modal	10	0.1	0.0118	0	0	0.9816	0.9065	0	0.0001	0.0546	0.0053	0.80697	0.90359	0.90752
Modal	11	0.089	0.0049	0.011	0	0.9865	0.9066	0	0.0049	0.0229	0.0109	0.80745	0.90588	0.90861
Modal	12	0.084	0.0004	0.0169	0	0.9869	0.9083	0	0.00763	0.0013	0.0008	0.90509	0.90601	0.90869
Modal	13	0.078	0.0059	0.001	0	0.9927	0.9083	0	0.0005	0.0146	0.0027	0.90514	0.90747	0.90895
Modal	14	0.07	0.0023	0.004	0	0.995	0.9084	0	0.0011	0.0054	0.0057	0.90524	0.90801	0.90952
Modal	15	0.067	0.0015	0.058	0	0.9965	0.909	0	0.0148	0.0062	0.0000	0.90672	0.90863	0.90952
Modal	16	0.066	0.0014	0.036	0	0.9979	0.9093	0	0.0083	0.0061	0.0013	0.90755	0.90925	0.90966

Mo dal	17	0.06 1	0.0004	0.0 00 1	0	0.9 983	0.9 936	0	0.0 00 2	0.001	0.0005	0.9 757	0.9 934	0.9 97
Mo dal	18	0.05 9	0.0013	0.0 00 1	0	0.9 997	0.9 937	0	0.0 00 6	0.005 7	0.0021	0.9 763	0.9 991	0.9 991
Mo dal	19	0.05 7	0.00001 396	0.0 04 8	0	0.9 997	0.9 985	0	0.0 19 4	0.000 1	0.0003	0.9 957	0.9 992	0.9 994
Mo dal	20	0.05 4	0.0003	0.0 00 1	0	1	0.9 985	0	0.0 00 1	0.000 8	0.0005	0.9 958	1	0.9 999
Mo dal	21	0.05 1	0.00001 247	0.0 01 5	0	1	1	0	0.0 04 2	0.000 0381	0.0001	1	1	1

**Tabla 18**

*Desplazamiento de piso – Inicial*

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	2.0867	1.6863	1.237
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.693	0.3982	1.74
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.9933	1.6025	1.244
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6671	0.3829	1.742
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.8078	1.4502	1.247
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6087	0.3491	1.744
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5328	1.2274	1.249
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5188	0.2973	1.745
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.1831	0.9455	1.251
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4024	0.2303	1.747
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.7764	0.6193	1.254
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2654	0.1517	1.75
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3399	0.2707	1.256
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1171	0.0666	1.758
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.7795	0.4868	1.601
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	1.5627	1.4717	1.062
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.746	0.465	1.604
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	1.4923	1.4059	1.061
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6774	0.4217	1.606
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	1.3488	1.2715	1.061
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5748	0.3574	1.608
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	1.1391	1.0743	1.06
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4435	0.2755	1.61
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.8728	0.8238	1.06
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2904	0.1802	1.611
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5647	0.5337	1.058
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1263	0.0785	1.61
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2371	0.2249	1.054

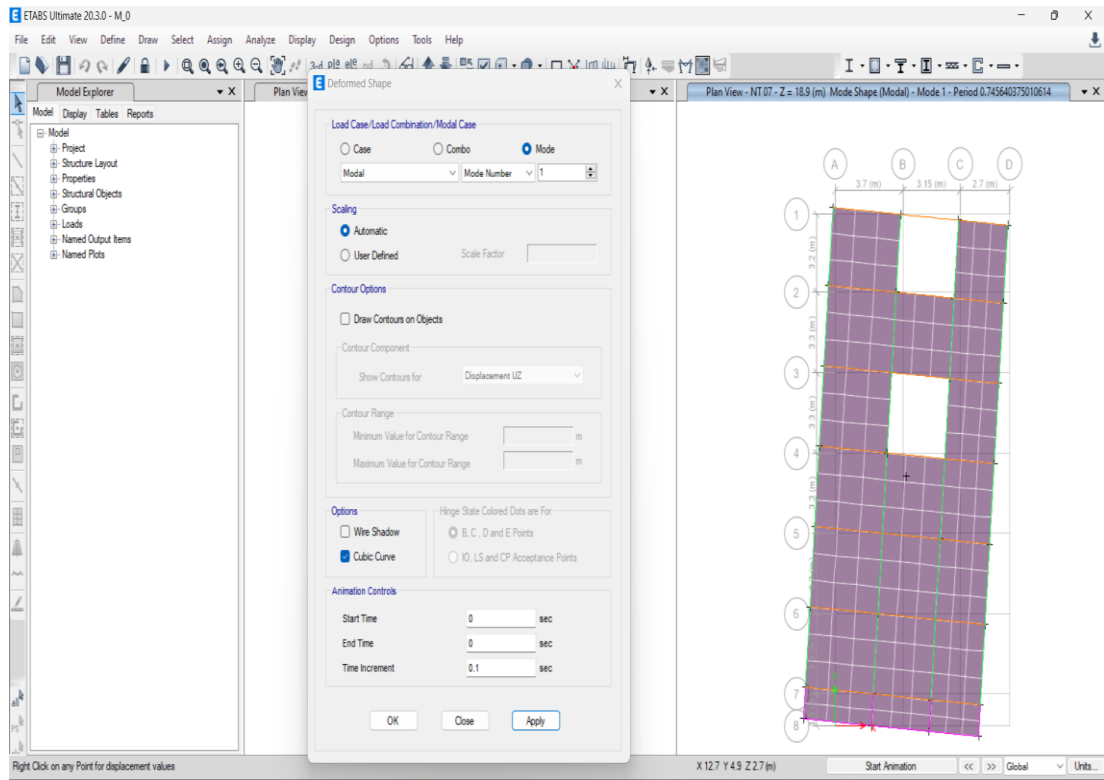
**Tabla 19**

*Deriva de piso – Inicial*

<b>TABLE: Story Max Over Avg Drifts</b>							
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>Direction</b>	<b>Max Drift</b>	<b>Avg Drift</b>	<b>Ratio</b>
					cm	cm	
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1029	0.0858	1.2
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0271	0.0161	1.688
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0346	0.0226	1.533
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0737	0.0686	1.074
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2042	0.1641	1.244
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0607	0.0351	1.727
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0704	0.0445	1.58
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1476	0.1383	1.067
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2988	0.2374	1.258
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.092	0.053	1.735
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1042	0.0653	1.594
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2134	0.2007	1.063
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.376	0.2971	1.265
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1177	0.0677	1.738
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1324	0.0826	1.602
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2687	0.2529	1.062
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4341	0.3415	1.271
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1375	0.079	1.741
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1535	0.0955	1.607
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3091	0.2911	1.062
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4644	0.3639	1.276
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1484	0.0851	1.744
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1642	0.1019	1.612
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3279	0.309	1.061
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3399	0.2716	1.252
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1171	0.0666	1.758
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1263	0.0785	1.61
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2371	0.2249	1.054

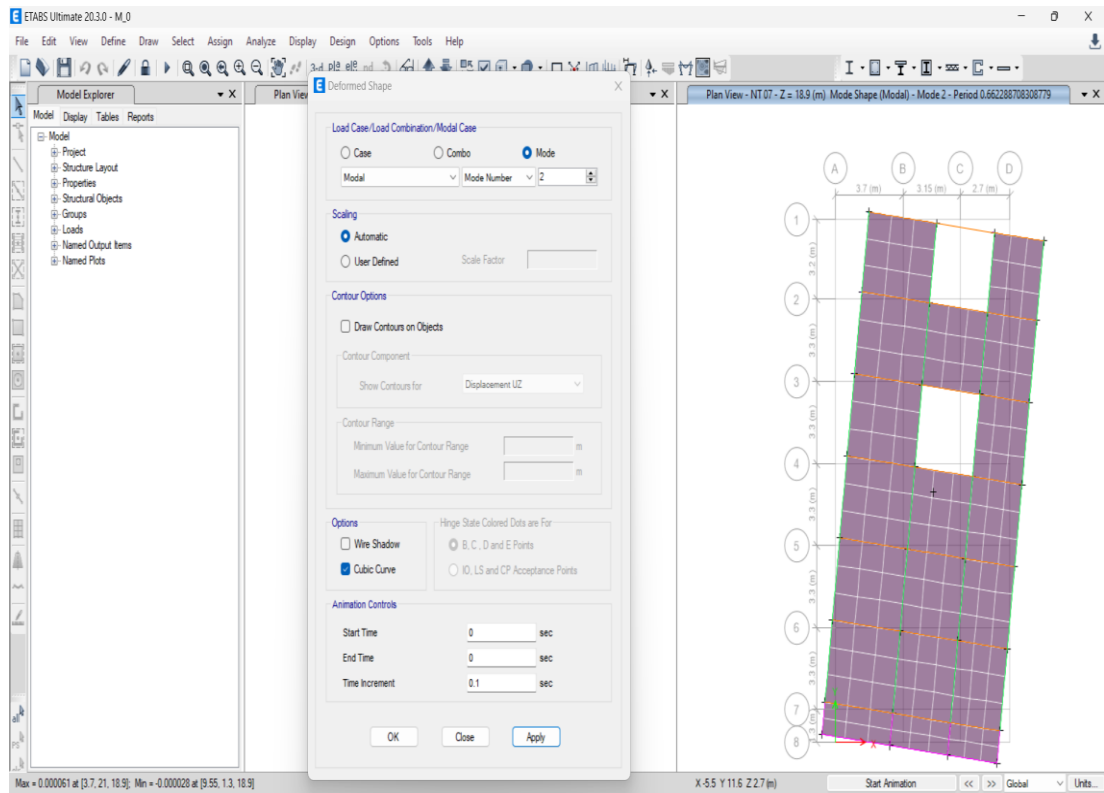
**Figura 26**

*Desplazamiento modal 1 – Inicial*



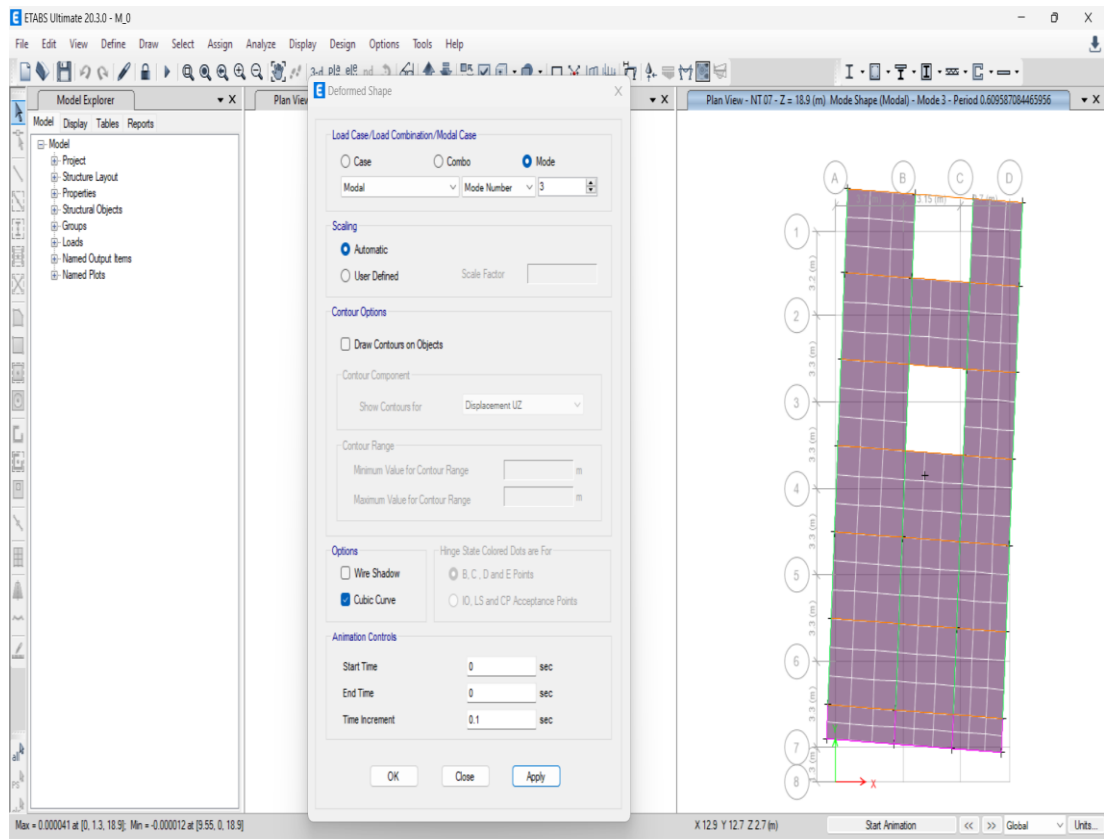
**Figura 27**

*Desplazamiento modal 2 – Inicial*



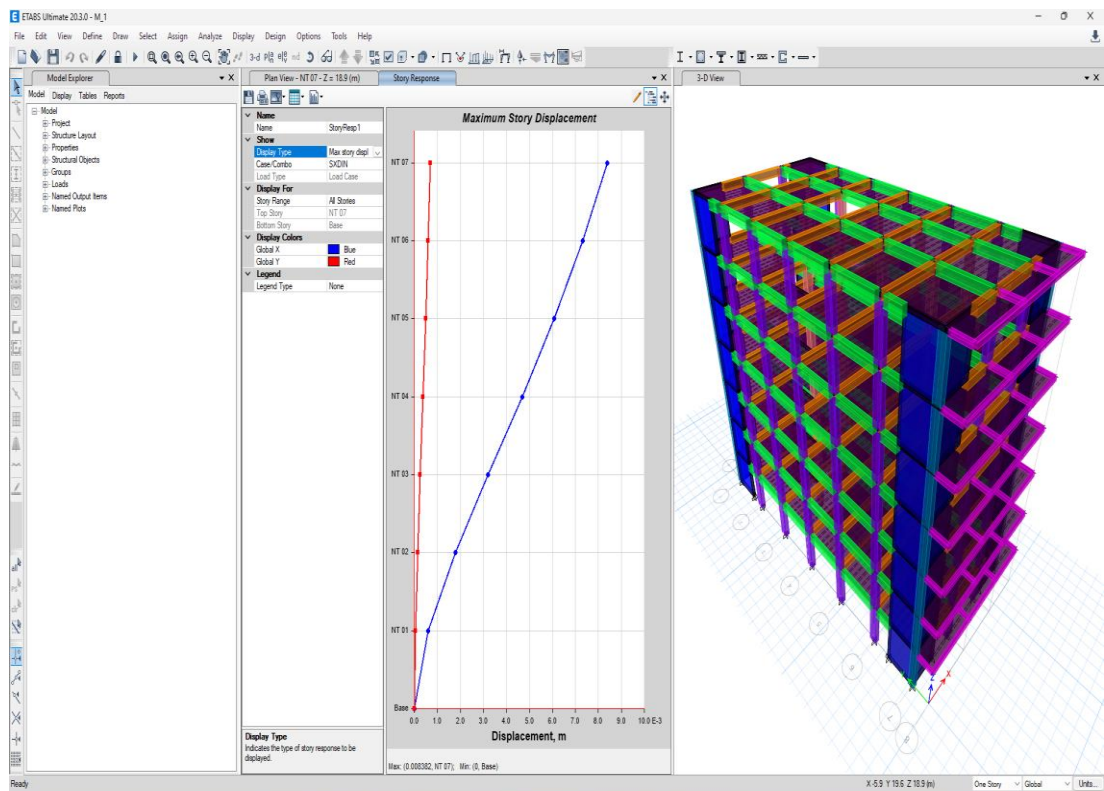
**Figura 28**

*Desplazamiento modal 3 – Inicial*



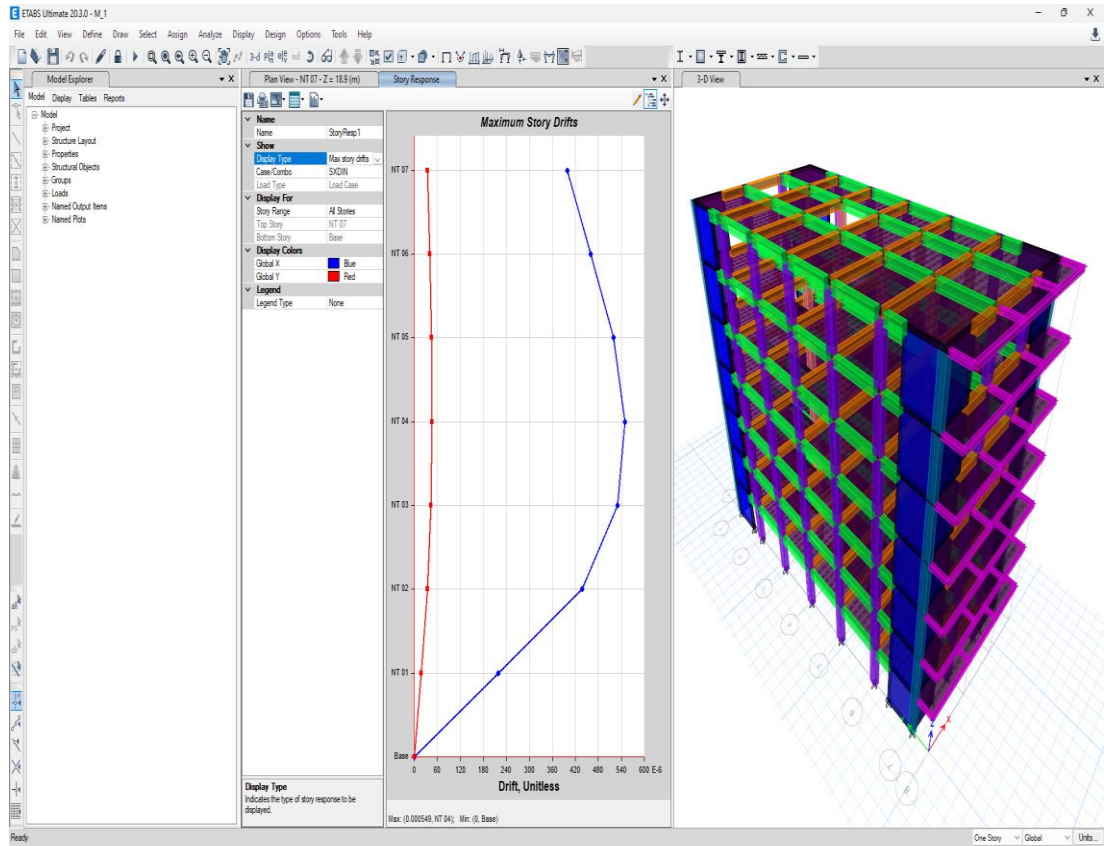
**Figura 29**

*Desplazamiento de piso X – Mejorado*



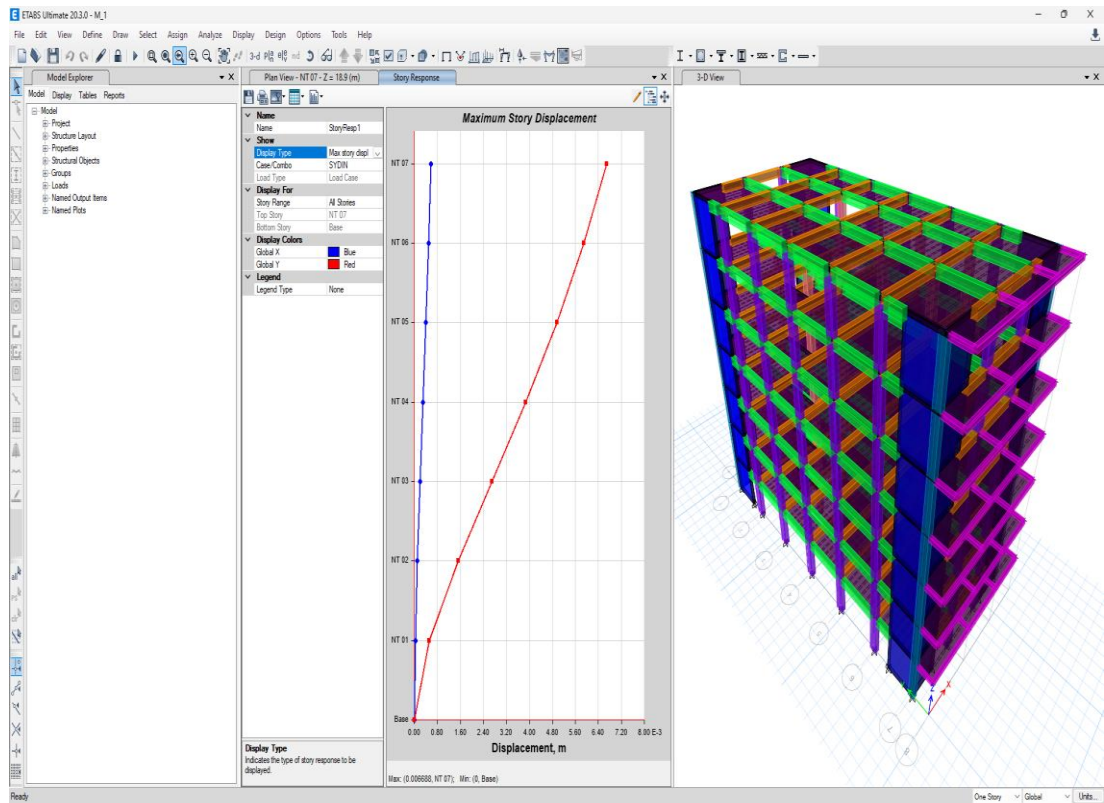
**Figura 30**

*Deriva de piso X – Mejorado*



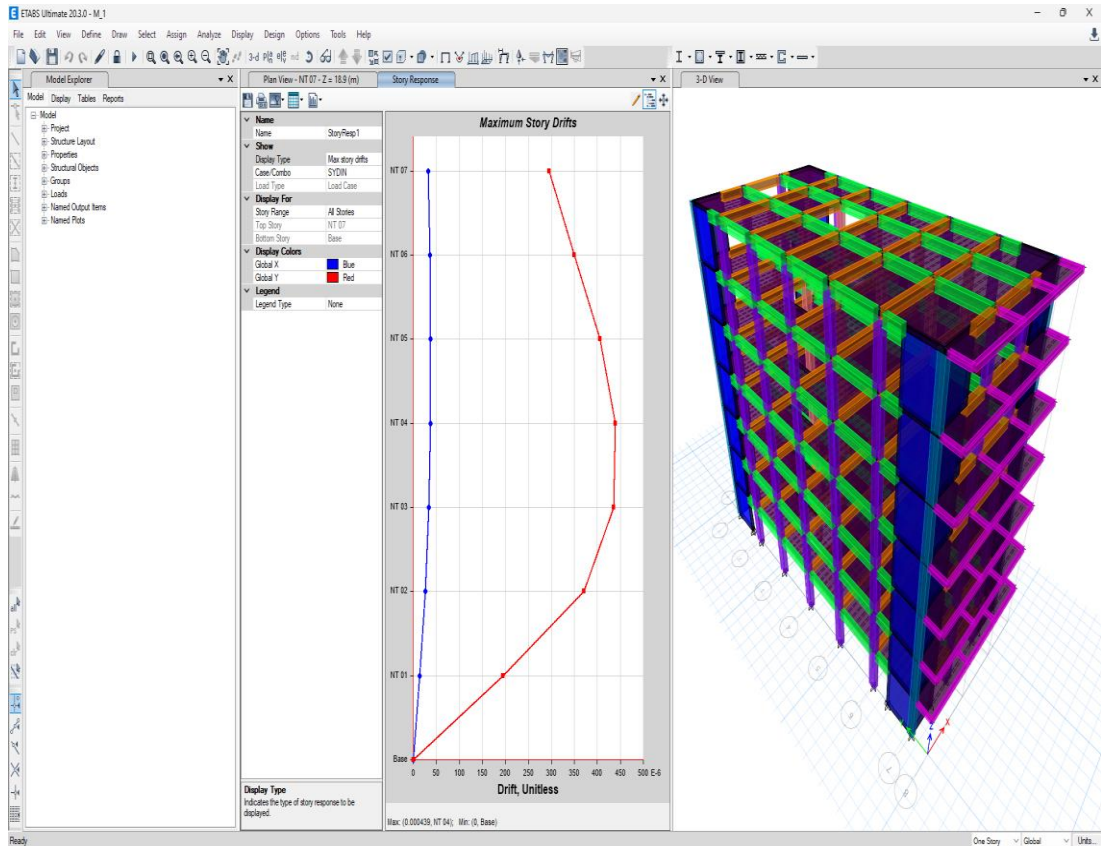
**Figura 31**

*Desplazamiento de piso Y – Mejorado*



**Figura 32**

*Deriva de piso Y – Mejorado*



**Tabla 20**

*Participación modal – Mejorado*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Su mU X	Su mU Y	Su mU Z	RX	RY	RZ	Sum RX	Su mR Y	Su mR Z
sec														
Modal	1	0.432	0.7361	0.0001	0	0.7361	0.0001	0	0.0266	0.2868	0.0038	0.002666	0.2868	0.0038
Modal	2	0.39	0.0001	0.751	0	0.7362	0.751	0	0.2758	0.03378	0.0002	0.2758	0.2868	0.0002
Modal	3	0.287	0.0034	0.0002	0	0.7395	0.7513	0	0.0001	0.0016	0.7215	0.2759	0.2868	0.7255
Modal	4	0.118	0.1554	0	0	0.895	0.7513	0	9.414E-07	0.4377	0.0007	0.2759	0.7261	0.7262
Modal	5	0.111	0	0.1468	0	0.895	0.8981	0	0.458	0	0.006389	0.7339	0.7261	0.7263
Modal	6	0.075	0.0007	0.00091	0	0.8957	0.8981	0	0.0007349	0.0018	0.1702	0.7339	0.7279	0.8964

Mo dal	7	0.057	0.0559	0.000001088	0	0.9516	0.8981	0	0.000003001	0.1249	0.0002	0.7339	0.8528	0.8967
Mo dal	8	0.055	0.0000119	0.0537	0	0.9516	0.9518	0	0.118	0.000003291	0.00002255	0.852	0.8528	0.8967
Mo dal	9	0.036	0.0259	0.00002075	0	0.9775	0.9518	0	0.0001	0.0799	0.0017	0.852	0.9326	0.8984
Mo dal	10	0.035	0.0012	0.0044	0	0.9788	0.9563	0	0.014	0.0034	0.0469	0.8661	0.9361	0.9453
Mo dal	11	0.035	0.0001	0.0223	0	0.9789	0.9786	0	0.0696	0.0003	0.0098	0.9357	0.9363	0.9552
Mo dal	12	0.026	0.0133	0.00001223	0	0.9922	0.9786	0	0.00003453	0.0387	0.0001	0.9357	0.975	0.9553
Mo dal	13	0.026	0.00001664	0.0136	0	0.9922	0.9922	0	0.0391	0.00004849	0.00001492	0.9749	0.9751	0.9553
Mo dal	14	0.023	0.0002	0.00001879	0	0.9924	0.9922	0	0.0001	0.0006	0.0266	0.9749	0.9757	0.9982
Mo dal	15	0.021	0.0059	0.000006466	0	0.9983	0.9922	0	0.00002171	0.0191	0.00003956	0.9749	0.9947	0.9982
Mo dal	16	0.021	0.000007912	0.0062	0	0.9983	0.9984	0	0.02	0.00002568	0.000004762	0.9949	0.9948	0.9982
Mo dal	17	0.019	0.0015	0.00000114	0	0.9998	0.9984	0	0.000003534	0.0048	0.000008959	0.9949	0.9995	0.9982
Mo dal	18	0.018	0.000001329	0.0016	0	0.9998	1	0	0.0051	0.000004164	0	1	0.9995	0.9982
Mo dal	19	0.017	0.0001	0.000003196	0	0.9999	1	0	0.000009737	0.0003	0.0121	1	0.9998	0.9991
Mo dal	20	0.014	0.00004557	0.000001087	0	1	1	0	0.000003208	0.0001	0.0048	1	1	0.9989
Mo dal	21	0.012	0.00001217	0	0	1	1	0	7.145E-07	0.0000381	0.0011	1	1	1



**Tabla 21**

*Desplazamiento – Mejorado*

<b>TABLE: Story Max Over Avg Displacements</b>							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8209	0.7571	1.084
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.7163	0.6607	1.084
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5956	0.5492	1.084
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4592	0.4231	1.085
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3147	0.2897	1.086
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1748	0.1608	1.087
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0591	0.0543	1.089
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6688	0.6578	1.017
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5901	0.5807	1.016
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4965	0.489	1.015
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3879	0.3824	1.014
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2698	0.2661	1.014
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1525	0.1505	1.013
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0525	0.0518	1.014

**Tabla 22**

*Derivas – Mejorado*

<b>TABLE: Story Max Over Avg Drifts</b>							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
NT 07	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1076	0.0983	1.095
NT 07	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0796	0.0779	1.021
NT 06	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1244	0.1136	1.095
NT 06	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0946	0.0928	1.02
NT 05	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1402	0.128	1.095
NT 05	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1095	0.1075	1.018
NT 04	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1482	0.1354	1.095
NT 04	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1187	0.1168	1.016
NT 03	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.143	0.1306	1.095
NT 03	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1175	0.1158	1.014
NT 02	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1181	0.1078	1.096
NT 02	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1001	0.0987	1.013
NT 01	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0591	0.0543	1.089
NT 01	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0525	0.0518	1.014

**ANEXO 3**  
**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

**INFORME TECNICO Y ESTUDIO DE  
SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO:**  
**“CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR  
LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO  
SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA  
APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS,  
AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**

**SOLICITA:**  
**GUERRA NIETO ANGEL**

**UBICACIÓN:**  
**DISTRITO : AMARILIS**  
**PROVINCIA : HUÁNUCO**  
**REGIÓN : HUÁNUCO**

**EJECUTADO:**  
**LABORTEC E.I.R.L.**

**TECNICO ESPECIALISTA:**  
**ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA**

**DICIEMBRE DEL 2023**



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## **CONTENIDO**

- 1. GENERALIDADES**
  - 1.1 Introducción
  - 1.2 Objetivos
    - 1.2.1 Características Estructurales de la Obra a cimentar
  - 1.3 Cartografía utilizada
  - 1.4 Metodología
  - 1.5 Ubicación
  - 1.6 Características Estructurales de la Obra a Cimentar
- 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO**
  - 2.1 Geología
  - 2.2 Sismicidad
- 3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**
  - 3.1 Muestreo de Suelo
- 4. ENSAYOS DE LABORATORIO**
  - 4.1 Ensayos Estándar
- 5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS**
- 6. ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN**
  - 6.1 Profundidad de Cimentación
  - 6.2 Tipo de Cimentación
  - 6.3 Cálculo y análisis de la capacidad Portante
  - 6.4 Cálculo de Asentamientos
- 7. AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION**
- 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
  - REFERENCIAS
  - ANEXO I REGISTRO DE EXCAVACIONES
  - ANEXO II PERFILES ESTRATIGRAFICOS
  - ANEXO III ENSAYOS DE LABORATORIO
  - PANEL FOTOGRAFICO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## INFORME TÉCNICO

### 1. INTRODUCCION

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto: **"CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023"**.

Ubicado en el distrito Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco; para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño de la estructura.

Dichos parámetros son: profundidad, tipo de cimentación, capacidad portante admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, pautas generales de diseño y construcción en relación con los suelos.

### 1.2 OBJETIVOS

El objetivo general del Estudio de Suelos y análisis de la configuración estratigráfica del proyecto: **"CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023"**, es realizar la prospección geológica-geotécnica del área en estudios, a fin de determinar las características físico-mecánicas, químicas de los suelos y la profundidad del nivel freático, también determinar la estratigrafía general del terreno.

Son objetivos específicos del estudio:

- ✓ Inferir el perfil estratigráfico del suelo, con la finalidad de auscultar el tipo de terreno o material; y realizar el muestreo correspondiente.
- ✓ Determinar, en campo y laboratorio, las características físico-mecánicas de las muestras de suelos área del proyecto.
- ✓ Interpretar resultados y recomendar o definir, la capacidad portante de las estructuras a realizar.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_sir@hotmail.com

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



### 1.2.1 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del Estudio de Mecánica de Suelos, las edificaciones serán calificadas, según la Tabla 1, donde I, II y III designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II y éste que el III.

**TABLA 01 - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN**

TIPO DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m)	N° DE PISOS (INCLUIDOS SOTANOS)			
		< = 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	II	I	-	-
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	<10	I	-	-	-
BASE DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	I	I	I
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	II	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	>10	III	III	III	II

\*Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.

Fuente E-050

Por información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta las siguientes características:

- número de pisos = 5
- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, pórticos, albañilería.

Por lo que la edificación califica en una categoría "III"

Tabla 02 - Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación	Números de puntos de investigación (n)
I	Uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada
II	Uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada
III	Uno por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habitar

Fuente E-50



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área techada en planta del primer piso de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, **n** se determinará en función del área total del terreno.

Sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" se tiene que el número de calicatas será de 1 cada 900 m<sup>2</sup> a investigar.

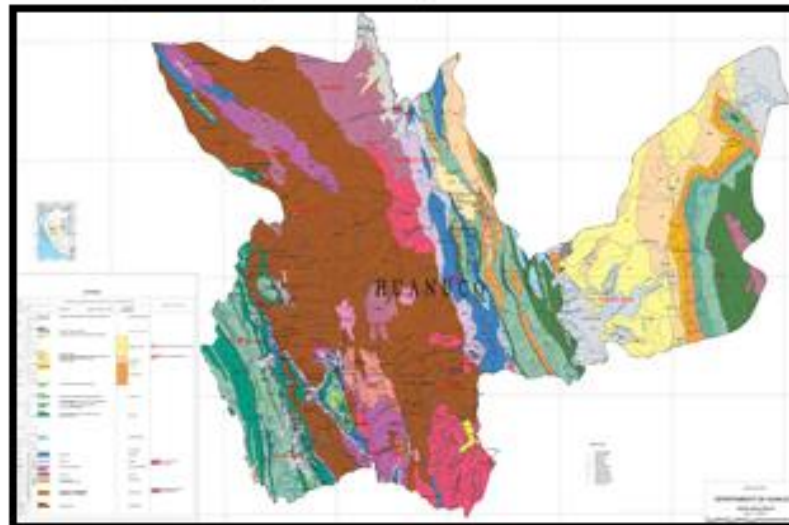
Por información proporcionada por el Solicitante a cargo del proyecto se tiene que el área total de proyecto es de 290 m<sup>2</sup>.

Numero de calicatas =  $290 \text{ m}^2 / 900 \text{ m}^2 = 0.32$  calicatas

Según lo calculado se deberían realizar 0.32 calicatas, pero se realizó un total de una (1) calicata con lo cual cubrimos el requerimiento mínimo de numero de calicatas.

### 1.3 CARTOGRAFÍA UTILIZADA

◊ Mapa 01 - Geología del Cuadrángulo de Huánuco - INGEMMET.



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_tef4@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 308822

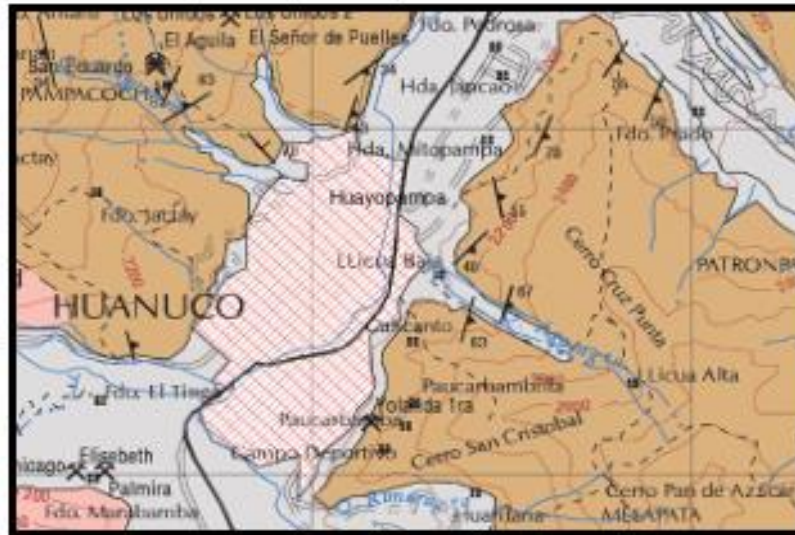


**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



♦ Mapa 02 - Mapa Geológico - del distrito de Huánuco



♦ Mapa 03 - Mapa Vial - del Distrito de Huánuco.



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_eri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306023



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### 1.4 METODOLOGÍA

El programa de trabajo consistió en:

- ❖ Recopilación y evaluación de la información existente.
- ❖ Prospección geológica – geotécnica de la zona.
- ❖ Ubicación y ejecución de calicatas o pozos exploratorios.
- ❖ Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- ❖ Realización de ensayos de campo y laboratorio.
- ❖ Análisis y evaluación de la información recopilada - determinación del perfil estratigráfico.
- ❖ Trabajo de gabinete. Elaboración del Informe.

#### 1.5 UBICACIÓN

Se encuentra localizado en la parte Central de la provincia y Sur-Oeste de la región del mismo título, enmarcado en la excelente Cuenca Alta del río Huallaga, que lo atraviesa de Sur a Norte. Así, altimétricamente está a 1,890 m. que corresponde al valle del distrito, y 3,450 m. de elevación, donde sobresalen sus cumbres más altas. La capital Huánuco.

❖ Mapa 04 - Mapa Provincial de Huánuco.



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306923





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El distrito de Amarilis presenta los siguientes límites:  
Por el Norte con los distritos de Huánuco y Santa María del valle.  
Por el Sur con el distrito de Conchamarca.  
Por el Oeste con los distritos de Huánuco y Pillco Marca.  
Por el Este, con el distrito de Molino.

Se dio nacimiento por Ley N° 23419 del 01-06-1982, como distrito Metropolitano amarilense, con su capital la ciudad de Paucarbamba.

Su crónica comienza con la toma de tierras de Paucarbamba, el 28 de agosto de 1,963, cerca de cuatro mil personas aprox. 815 familias, acaudillado por el Sec. Gral. Don Julio Alejandro Hurtado el querubín sindicalista; Francisco Bernardo Dueñas (Sec. de Actas y Archivos); el juriconsulto Jorge Espinoza Egoávil (Asesor) y otros. La ocupación se dio en tres grupos a horas de la madrugada, el primer grupo formado por los residentes de Las Moras y Huallayco, cruzaron el río Huallaga por el puente de Huayopampa; el segundo grupo integrado por los moradores del centro de la ciudad y cercado por el puente Calicanto y el tercer grupo por los vecinos de San Juan, San Pedro, Laguna Viña del Río que pasaron por el puente San Sebastián; los primeros en arribar fue el tercer grupo que prendieron cohetes en señal de haber logrado el objetivo, de esta manera invadieron la ex-hacienda de la familia Echevarría. Ya en 1,965 se inició la solicitud de creación del distrito; 1,969 se organiza la Asociación de Pobladores de Paucarbambilla; 1,974 SINAMOS, reconoce a la Urbanización de Paucarbamba; 1,975, lo hace la EMADI-PERU; de 10-08-1,976 se reactivó el proyecto de creación del distrito, que se comenzó en 1,965; asimismo en 1,979 se crea la 1ra. Agencia Municipal de la Urbanización de Paucarbamba; e incluso el 12 de enero de 1,980, se produce la invasión al sector de San Luis, conformándose los sectores: Jesús Alberto Páez, César Vallejo, Violeta Correa de Belaúnde y Javier Heraud. En fin, el 01-06-1,982, el gobierno del presidente Fernando Belaúnde Terry promulga la Ley N°23419, que crea el distrito de Amarilis.

El distrito de Amarilis tiene una extensión territorial de 134,7 km<sup>2</sup>.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificada mediante el número QR

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



IMAGEN 01 – Vista Satelital Área en Estudio



Por lo que su ubicación del distrito de Amarilis según el Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la región:

#### **Región Yunga Pluvial**

El Distrito se encuentra ubicada en esta región natural por encontrarse a 1910 m.s.n.m. ya que esta región natural está entre los 500 msnm hasta los 2,300 msnm en los Andes centrales.

Esta región está constituida por las zonas más bajas de los andes en las que podemos observar valles muy estrechos y a la vez profundos. Además, encontramos empinados contrafuertes andinos, que se caracterizan por su escasa vegetación y su clima cálido, aunque ligeramente húmedo y con escasas lluvias durante los meses de verano. Yunga significa "valle cálido". Por su clima primaveral, de radiante sol durante todo el año, la región Yunga es una zona eminentemente frutícola, en donde predomina el cultivo del pacaé, la guayaba, el pepino, la chirimoya, los manzanos, etc.

El clima de la Yunga es templado y seco. La temperatura media fluctúa entre los 11°C y 23°C, es Moderadamente Frigido lluvioso (Cw – clasificación realizada por W. Koppen). El invierno es húmedo, frígido, y caídas de lluvias.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eri@hotmail.com

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306022

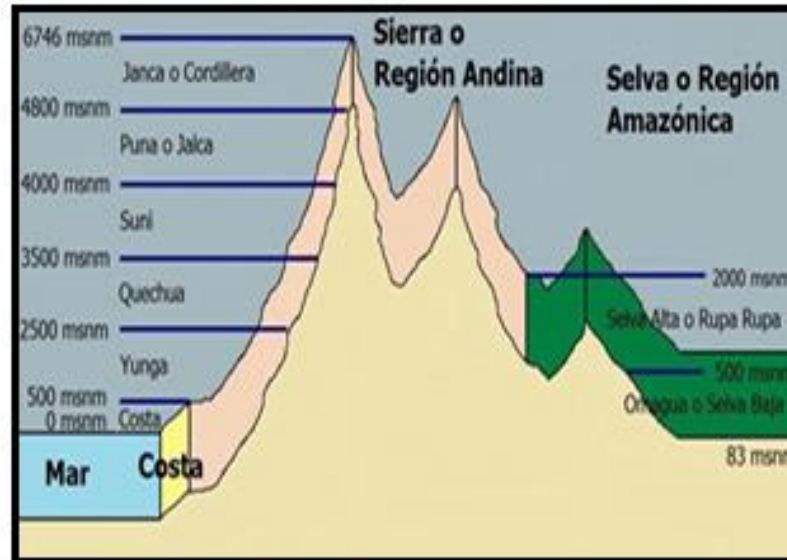


**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



GRAFICO 01 - REGIONES NATURALES DEL PERU



#### 1.6 Características Estructurales de la Obra a Cimentar:

Los tipos de edificaciones I, II y III designa la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo.

Con los datos proporcionados por el proyectista se clasificó como Tipo III, clasificada como estructuras especiales el cual determina el número de sondajes en función al tipo de estructura y del área de la superficie a ocupar, indicando 1 (sondaje) por cada 900m<sup>2</sup>. A investigar.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_sirfo@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306022



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1 GEOLOGIA

La Geología actual del área de estudio es producto de millones de años de desarrollo y modificaciones a lo largo de diferentes procesos y la geodinámica externa como son los deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, por efecto aluvial y eólico sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural del área en estudio donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización de las rocas sedimentarias y metamórficas de la era Cenozoica del periodo Cuaternario de la época del Pleistoceno y recientes de los depósitos Aluviales que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas.

#### Depósitos Aluviales (Qh – al)

Estos depósitos están conformados por conglomerados polimicticos deleznales, con clastos de diferente tamaño, unidos por una matriz areno-arcillosa. Estos depósitos se acumulan en ambas márgenes de los valles y quebradas anexas.

Estas acumulaciones son reconocidas en el río Huallaga y en el río Higuera, ambos situados al sur del área de estudio.

Las rocas intrusivas que se presentan en el área estudiada han sido subdivididas en: Batolito de Higuera, Plutón de Chacamarca y Plutón de Tres alcantarillas. Estos cuerpos han recrystalizado a las rocas encajonantes, principalmente a los esquistos metamórficos.

Su composición varía desde granodioritas, tonalitas, dioritas hasta adamelitas.

En algunos casos, se presentan ciertas deformaciones por la actividad tectónica que afecto el área. Esta deformación se observa en el Plutón de Chacamarca y Tres Alcantarillas.

#### Complejo Maraón (PE – e)

Las rocas más antiguas aflorantes en la región de Huánuco corresponden al "Complejo del Maraón" descritas por WILSON. J. y REYES L. (1964) en el cuadrángulo de Pataz, y por DALMAYRAC, B. (1977).

La exposición de este complejo en el área de estudio ocupa el 70% de su superficie, siendo reconocida principalmente en las rutas Ambo-Huánuco, Huánuco - Hda Shismay, Huánuco – Macha y Huánuco – Huallanca, en forma sectorizada al Norte y

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Inventario: 1 a autorización de este informe

  
LABORTEC Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Sur de la carretera a pampas donde es Intrusionada en gran parte por el Batolito de Higueras. Otras ocurrencias son observadas al NE de la Localidad de Tantacoto. Litológicamente, el Complejo del Marañón se encuentra conformado por esquistos y gneises.

### LITOESTRATIGRAFÍA

El área en estudio de los estratos está claramente dividida y se debe a la desintegración que se encontraba hace muchos millones de años, las cuales fueron transportas por diversos factores aluviales y fluviales. Así mismo, la erosión, dándole la configuración actual de su relieve.

Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 20 – k – Huánuco.

TABLA 03 - LEYENDA DEL MAPA GEOLOGICO	
SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	FAJA SUBANDINA Y LLANURA AMAZONICA
Qr-al	DEPOSITO ALUVIALES
PE-e	COMPLEJO MARAÑÓN

✦ Leyenda del mapa geológico del Departamento Huánuco -, INGEMMET.

### 2.2 SISMICIDAD

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser asísmicos. Por estudio de sitio similares a la micro zonificación, este terreno está ubicada en la **Zona 2**, con factor de zona **Z 0.25**, con el cual serán calculados los parámetros de diseño.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com

  
**LABORTEC** Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922

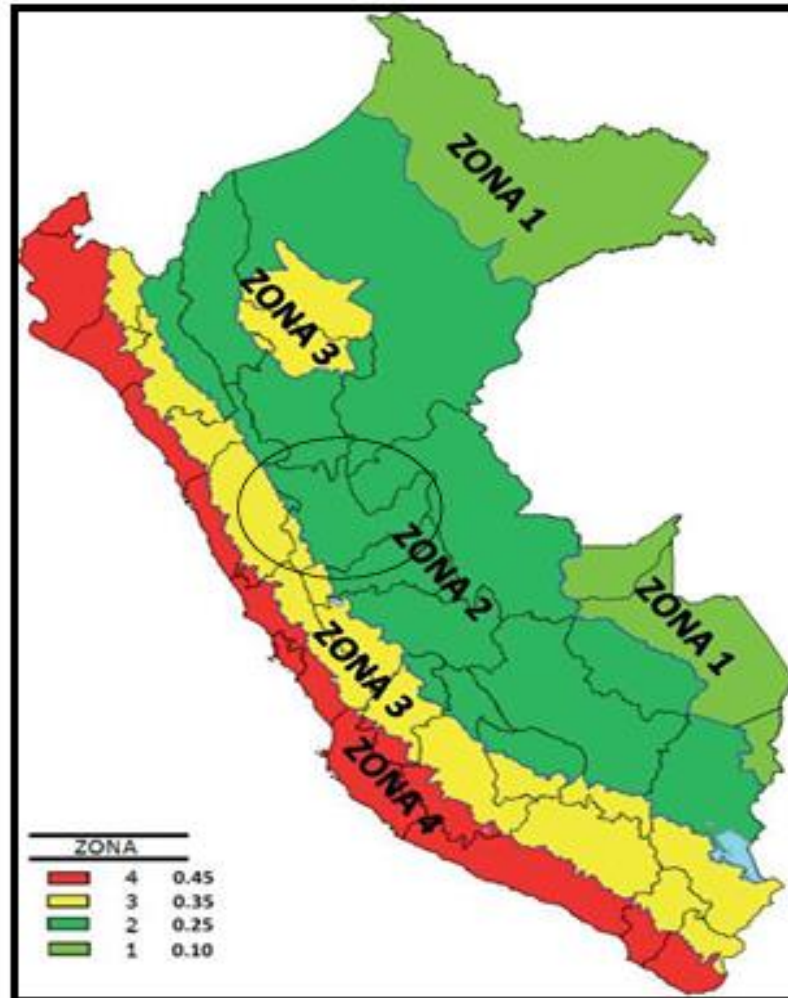


**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**MAPA N° 05 - MAPA - ZONIFICACIÓN SÍSMICA**



\*Fuente -E-30

Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo - Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E - 030, el Distrito Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco se encuentra comprendida en la Zona 2.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : [labortec\\_pir@hotmail.com](mailto:labortec_pir@hotmail.com)  
www.labortec.com

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



**Cuadro N° 01 - PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE**

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo 2 (S<sub>2</sub>) - suelos Intermedios correspondiéndole un valor de S<sub>2</sub> = 1,20.

**Cuadro N° 02 - FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

De acuerdo a las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z*U*S*C}{R} * P$$

Dónde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

P = Peso de la edificación

R = Coeficiente de reducción

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T), y del período predominante de vibración del perfil del suelo TL(s) = 2.0 recomendándose para este último un valor de TP(s) = 0.6 segundos.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



TABLA N° 03 – PERIODOS “T<sub>p</sub> Y T<sub>L</sub>”

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

El Coeficiente de Reducción se estima en  $R = 7,5$ . Si consideramos un edificio de 05 niveles como máximo el valor T es aproximadamente 0,6 seg. Luego el factor de ampliación sísmica que es la respuesta estructural a la aceleración del suelo, se puede estimar en:  $C = 2,0$ .

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right) ; C < 2,5$$

T es el período. Como periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificada mediante el código QR

  
**LABORTEC**  
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306022





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

La técnica empleada para el presente estudio está según Norma Técnica ASTM D420 del Reglamento Nacional de Construcciones.

Se excavo un (01) Pozo o calicata a cielo abierto, la cual se profundizo hasta un máximo de 3.00mts.

Este sondaje se ubica de tal forma que permita establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (Hospitales, colegios, edificios, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos manuales de campo, tales como la dilatancia (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento).

#### 3.1 Muestreo De Suelos

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas.

Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.

Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración.

El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten.

No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_ein@hotmail.com

  
**LABORTEC**  
Ing. Elio A. Soavredra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones.

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación, pero es dada, generalmente, por el nivel freático.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

#### b) Muestra alteradas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

**Muestras en bolsas:** Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

#### c) Muestra inalteradas.

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha.

Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida. Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_srl@hotmail.com

 Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavar el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad.

No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos. En las calicatas, es posible realizar ensayos en sitio tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc.

Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma. Cada vez que sea necesario realizar un ensayo en sitio en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación. Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios.

El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan. Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas.

Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas.

En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.

- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_sir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR

 **Ing. Elio A. Saavedra Cabrera**  
CIP N° 300022



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado. Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrómetro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.

- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelos **LABORTEC** a cargo del *Ing. Elio Augusto Saavedra Cabrera* y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta.

Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : [Labortec\\_pir@hotmail.com](mailto:Labortec_pir@hotmail.com)  
Importante: Lea atentamente todo informe

  
**LABORTEC**  
*Ing. Elio A. Saavedra Cabrera*  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto **LABORTEC**, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Angulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.

##### 4.1 Ensayos Estándar

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D422)
- Limite Líquido (Norma ASTM D4318)
- Límite Plástico (Norma ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216)
- Peso volumétrico (Norma BS 1377)
- Densidad Natural (Norma ASTM D1556)4.
- Clasificación SUCS.
- Ensayo de corte directo (ASTM D3080)

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



## 5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las calicatas, luego del estudio obtenido de los records de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- El terreno estudiado no presenta una diferencia de cotas significativas (anexos perfil estratigráfico).
- Las Excavaciones se realizaron con apoyo de maquinaria pesada (retroexcavadora) de manera de encontrar terreno firme.
- De acuerdo al nivel freático no existente en dichas calicatas, el estrato de las mismas varía solo en el contenido de humedad.

### Calicata C-01

- De 0.00 a 0.15 m. **M-1 PT** – Suelo Disturbado / Material de Relleno.

- De 0.15 a 3.00 m. **M-2 (GP-GM)** – Grava pobremente graduada con limo y arena.

Contenido de Humedad	( % )	11.37%
Límite Líquido (LL)	( % )	32
Límite Plástico (LP)	( % )	29
Índice Plástico (IP)	( % )	3
Clasificación (S.U.C.S.)		<b>GP-GM</b>

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO TAMIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
	TAMICES		Porcentaje que pasa
	Denominación ASTM	Abertura (mm)	
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA	3 pulg	75,000	100,0
	2 pulg	50,000	100,0
	1 1/2 pulg	37,500	100,0
	1 pulg	25,000	83,7
	3/4 pulg	19,000	68,2
	3/8 pulg	9,500	53,0
	No. 4	4,750	37,6
	No. 10	2,000	29,8
	No. 20	0,850	26,4
	No. 40	0,425	22,6
	No. 60	0,250	18,4
	No. 100	0,106	13,6
No. 200	0,075	7,2	



**REGISTRO DE SONDAJE**

PROF. (M)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUCS	SEMIOLOGÍA
0.00	M-1			
0.10				
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				
2.60				
2.70				
2.80				
2.90				
3.00				
3.10				
3.20				
3.30				
3.40				
3.50				
3.60				
3.70				
3.80				
3.90				
4.00				
4.10				
4.20				
4.30				
4.40				
4.50				
4.60				
4.70				
4.80				
4.90				
5.00				
5.10				
5.20				
5.30				
5.40				
5.50				
5.60				
5.70				
5.80				
5.90				
6.00				
6.10				
6.20				
6.30				
6.40				
6.50				
6.60				
6.70				
6.80				
6.90				
7.00				
7.10				
7.20				
7.30				
7.40				
7.50				
7.60				
7.70				
7.80				
7.90				
8.00				
8.10				
8.20				
8.30				
8.40				
8.50				
8.60				
8.70				
8.80				
8.90				
9.00				
9.10				
9.20				
9.30				
9.40				
9.50				
9.60				
9.70				
9.80				
9.90				
10.00				
10.10				
10.20				
10.30				
10.40				
10.50				
10.60				
10.70				
10.80				
10.90				
11.00				
11.10				
11.20				
11.30				
11.40				
11.50				
11.60				
11.70				
11.80				
11.90				
12.00				
12.10				
12.20				
12.30				
12.40				
12.50				
12.60				
12.70				
12.80				
12.90				
13.00				
13.10				
13.20				
13.30				
13.40				
13.50				
13.60				
13.70				
13.80				
13.90				
14.00				
14.10				
14.20				
14.30				
14.40				
14.50				
14.60				
14.70				
14.80				
14.90				
15.00				
15.10				
15.20				
15.30				
15.40				
15.50				
15.60				
15.70				
15.80				
15.90				
16.00				
16.10				
16.20				
16.30				
16.40				
16.50				
16.60				
16.70				
16.80				
16.90				
17.00				
17.10				
17.20				
17.30				
17.40				
17.50				
17.60				
17.70				
17.80				
17.90				
18.00				
18.10				
18.20				
18.30				
18.40				
18.50				
18.60				
18.70				
18.80				
18.90				
19.00				
19.10				
19.20				
19.30				
19.40				
19.50				
19.60				
19.70				
19.80				
19.90				
20.00				
20.10				
20.20				
20.30				
20.40				
20.50				
20.60				
20.70				
20.80				
20.90				
21.00				
21.10				
21.20				
21.30				
21.40				
21.50				
21.60				
21.70				
21.80				
21.90				
22.00				
22.10				
22.20				
22.30				
22.40				
22.50				
22.60				
22.70				
22.80				
22.90				
23.00				
23.10				
23.20				
23.30				
23.40				
23.50				
23.60				
23.70				
23.80				
23.90				
24.00				
24.10				
24.20				
24.30				
24.40				
24.50				
24.60				
24.70				
24.80				
24.90				
25.00				
25.10				
25.20				
25.30				
25.40				
25.50				
25.60				
25.70				
25.80				
25.90				
26.00				
26.10				
26.20				
26.30				
26.40				
26.50				
26.60				
26.70				
26.80				
26.90				
27.00				
27.10				
27.20				
27.30				
27.40				
27.50				
27.60				
27.70				
27.80				
27.90				
28.00				
28.10				
28.20				
28.30				
28.40				
28.50				
28.60				
28.70				
28.80				
28.90				
29.00				
29.10				
29.20				
29.30				
29.40				
29.50				
29.60				
29.70				
29.80				
29.90				
30.00				

**DISTRIBUCION GRANULOMETRICA**

% Grava	Grava Gruesa	31,8 %
	Grava Fina	30,6 %
% Arena	AG%	7,8 %
	AM%	7,2 %
	AF%	15,4 %
% Finos		7,2 %
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1 1/2
Forma del suelo grueso		Redondeada
Porcentaje retenido en la 3 pulg		0
Método de lavado Malla No. 200 Según NTP 400.018 (2018)		A
Coeficiente de Curvatura		3,67
Coeficiente de Uniformidad		149,82

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Telular : 962987000  
Fono : 062-287145  
:mail : Labortec\_oir@hotmail.com  
importante: La autenticidad de este informe





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**CLASIFICACION**

Clasificación ( S.U.C.S. )		
<b>GP - GM</b>	Grava pobremente graduada con limo y arena	
Clasificación ( AASHTO )		
<b>A-1-a</b>	Índice de Grupo:	<b>0</b>
Descripción ( AASHTO ):		<b>BUENO</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com

  
**LABORTEC**  
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: "CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023". Se va a emplear un sistema estructural a porticado y su estructura está conformada por zapatas conectadas con vigas de cimentación.

El concepto estructural de las zapatas conectadas consiste en que, las vigas de conexión toman prestadas partes de las cargas que trae una columna interior; de tal manera que, si tomamos el centro de la zapata exterior, los momentos hacia la derecha son iguales a los de la izquierda, de esta manera se consigue que las presiones hacia el terreno sean constantes.

### 6.1 Profundidad de la Cimentación.

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad:  $D_f = 2.50m$ .

### 6.2 Tipo de Cimentación.

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas se recomienda utilizar una cimentación con zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimientos corridos.

### 6.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE CORTE DIRECTO

El ensayo de Corte Directo consiste en aplicar una fuerza normal y una horizontal (corte) a la mitad de la caja de corte y medir los desplazamientos horizontales como verticales, con estos datos es posible determinar las gráficas de esfuerzos de corte vs. desplazamiento horizontal, desplazamiento vertical vs. desplazamiento horizontal, esfuerzo normal vs. esfuerzo de corte y con esta gráfica determinar los parámetros de resistencia al corte del suelo.

Puede ser aplicado a arenas y arcillas, solo se debe considerar el tamaño del espécimen donde para muestras cuadradas, el lado no debe ser menor a 50 mm o 10 veces el tamaño máximo de partículas.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_ein@hotmail.com

  
LABORTEC Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822

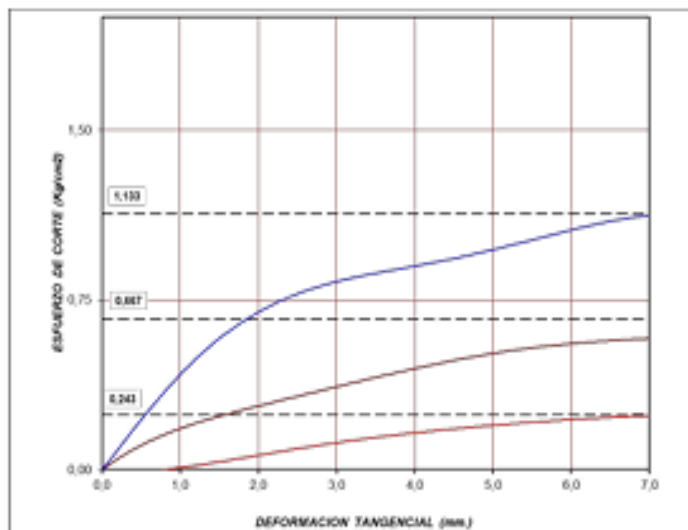


**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 6.3.1 Capacidad Portante C-01



RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,01	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	29,9

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

- Peso volumétrico seco ( $\gamma$ ) = 1,909 ton/m<sup>3</sup>
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 29,9 °'
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 29,9 °'
- Cohesión (c) = 0,11 ton/m<sup>2</sup>
- Ancho de Zapata (B) = 1,50 m.
- Profundidad de cimentación (Df) = 2,50 m.
- Presencia de nivel freático = NO
- Considerando Falla Local = NO
- Factor de seguridad (Fs) = 3,0
- Factores de carga adimensionales :

$$N_c' = 29,87$$

$$N_q' = 18,16$$

$$N_\gamma' = 22,03$$

$$q_h = 1,3 * 0,11 * 29,9 + 1,909 * 2,50 * 18,16 + 0,40 * 1,909 * 1,50 * 22$$

$$q_h = 4,12 + 86,69 + 25,23$$

$$q_h = 116,03 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{116,03}{3,0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 38,677 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 3,87 \text{ Kg/cm}^2$$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com

Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

 **Ing. Elio A. Saavedra Cabrera**  
CIP N° 300822



**CUADRO DE INTERPOLACIONES PARA CAPACIDADES DE CARGA A DIFERENTES  
PROFUNDIDADES Y DIFERENTES ANCHOS DEL DISEÑO DE ZAPATA**

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm <sup>2</sup> )							
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRADA						
	ANCHO DE ZAPATA (m)						
	1,00	1,20	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
0,60	1,30	1,33	1,67	1,81	1,85	2,09	2,23
0,80	1,62	1,36	1,90	2,04	2,38	2,32	2,46
1,00	1,60	1,80	2,13	2,27	2,41	2,55	2,70
1,20	2,00	2,20	2,31	2,31	2,60	2,70	2,93
1,40	2,32	2,46	2,60	2,74	2,88	3,02	3,16
1,60	2,50	2,60	2,83	2,97	3,11	3,25	3,39
1,80	2,70	2,82	3,04	3,20	3,34	3,48	3,62
2,00	3,01	3,15	3,25	3,42	3,51	3,71	3,85
2,20	3,21	3,36	3,52	3,66	3,85	3,94	4,08
2,40	3,41	3,61	3,75	3,89	4,08	4,17	4,31
2,60	3,50	3,71	3,87	4,03	4,21	4,29	4,43
2,80	3,70	3,84	3,98	4,12	4,26	4,40	4,54

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kg/cm <sup>2</sup> )							
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRADA						
	ANCHO DE ZAPATA (m)						
	0,60	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60
0,60	1,08	1,20	1,36	1,50	1,64	1,78	1,92
0,80	1,21	1,46	1,59	1,73	1,87	2,01	2,15
1,00	1,54	1,68	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38
1,20	1,77	1,81	2,05	2,20	2,33	2,47	2,61
1,40	2,00	2,14	2,28	2,42	2,56	2,70	2,84
1,60	2,24	2,38	2,52	2,66	2,80	2,94	3,08
1,80	2,47	2,61	2,75	2,89	3,03	3,17	3,31
2,00	2,70	2,84	2,98	3,12	3,26	3,40	3,54
2,20	2,93	3,07	3,21	3,35	3,49	3,63	3,77

**6.3.2 Cálculo de Asentamientos**

Tratándose de una Grava pobremente graduada con limo y arena, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por:

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la elasticidad.

$$S_e = q_o * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$$

Dónde:

Capacidad admisible de carga (ton/m <sup>2</sup> )	=	116,03
Ancho de zapata (m)	=	1,50
Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	=	10500
Relación de Poisson	=	0,30
Factor de Forma L/B (cimentación flexible) (cm/m)	=	82,00
Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m)	=	82,00
Asentamiento Permisible Flexible (cm)	=	1,24
Asentamiento Permisible Rígido (cm)	=	1,237



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.237 \text{ cm.}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:  $S_e (1.237 \text{ cm}) < 1'' (2.54 \text{ cm})$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

Recomendamos para el diseño de cimentaciones:

$$Q_{ad.} = 3.87 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con las características de los estratos del sub-suelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como sub-terránea.

#### RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

##### Tipo de Cimentación:

Zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimientos corridos

##### Estrato de Apoyo de la Cimentación:

GP-GM (Grava pobremente graduada con limo y arena).

##### Parámetros de diseño:

-----		
Df	=	1.50 m.
Qadm.	=	3.87 Kg/cm <sup>2</sup>
F.S.	=	3.0
Asent. Difer.	=	1.237 cm.
-----		

#### COEFICIENTE BALASTO

Capacidad admisible de carga (ton/m <sup>2</sup> )	=	116.03
Ancho de zapata (m)	=	1.50
Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	=	10.500
Relación de Poisson	=	0.30
Módulo de Balasto (Modulus of subgrade reaction)	=	7.692

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_ein@hotmail.com

  
LABORTEC Ing. Elio A. Soavreda Cabrera  
CIP N° 300022



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 7. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

La acción química del suelo sobre la estructura puede ocurrir a través del agua subterránea que se filtra; por esta razón se puede presentar un deterioro bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.)

De los resultados de las muestras obtenidas de la calicata 01, para efectos de este informe se ha seleccionado las muestras representativas de cada calicata teniendo en cuenta la no existencia de nivel freático, obteniendo el siguiente resultado en donde no se encontró ningún tipo de agente químico como sales y sulfatos.

### Calicata 01

	%	ppm
o Contenidos de sulfatos	= 0.0347	347.00
o Contenido de Cloruros	= 0.0226	226.00

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto y acero, pudiéndose utilizar por lo tanto Cemento Portland tipo I en la fabricación del concreto.

## TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE PISOS INTERIORES

En el caso de proyectarse pisos interiores de concreto se deberá seguir el siguiente tratamiento:

Sub-rasante será escarificada y compactada, retirando las partículas mayores de 2", y otros, en un espesor de 0.15 m., al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo del Próctor Modificado ASTM D-1557.

Una base de afirmado compactado al 100% de la máxima Densidad Seca del Ensayo del Proctor Modificado en un espesor de 0.15 m., que deberá tener las siguientes características:

Dirección: Jr. Tarma N° 301 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_pir@hotmail.com  
Importante: Lea atentamente de este informe

  
**LABORTEC** Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El material de base llenará los requisitos de Granulometría dados en la tabla siguiente.

TAMAÑO DE LA MALLA TIPO AASHTO T-11 y T-27 (ABERTURA CUADRADA)	Porcentaje en peso que pasa (%)			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2 pulg.	100	100	--	--
1 pulg.	--	75-97	100	100
3/8 pulg.	30-65	40-75	50-85	60-100
N.4-(4.76 mm.)	25-55	30-60	35-65	50-85
N.10-(2.00 mm.)	15-40	20-45	25-50	40-70
N.40-(0.420 mm.)	8-20	15-30	15-30	25-45
N.200-(0.074 mm.)	2-8	5-20	5-15	5-20

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Telular : 962987000  
Fono : 062-287145  
:mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
reputando la autenticidad de este informe

  
**LABORTEC** Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 8 PARÁMETROS DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS

Para definir el empuje de los suelos sobre las estructuras de retención, podemos decir en forma general, que en ellos se involucran todos los problemas que se le presentan al ingeniero para determinar las tensiones en la masa del suelo que actúan sobre una estructura. En este apunte daremos las nociones básicas para poder calcular los empujes laterales de los suelos contra las estructuras.

Como primera medida debemos decir que el tipo de empuje depende, tanto de la naturaleza del suelo como del tipo de estructura, ya que se trata de un problema de interacción entre ambos. La mecánica de suelos se basa en varias teorías para calcular la distribución de tensiones que se producen en los suelos y sobre las estructuras de retención. Cronológicamente, Coulomb (1776) fue el primero que estudió la distribución de tensiones sobre muros. Posteriormente, Rankine (1875) publicó sus experiencias, y por último y ya en el siglo XX se conoce la teoría de la cuña, debida a varios autores, pero especialmente a Terzaghi.

$$K_0 \approx 1 - \text{sen } \phi$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) :$$

#### CUADRO DE COEFICIENTES $K_0$ Y $K_a$ – CALICATA C-01 / M-2

COEFICIENTE DE REPOSO		
$\phi$	=	29,9
$K_0$		0,502
COEFICIENTE DE PRESION ACTIVA		
$\phi$	=	29,9
$K_a$		0,335
$\phi$ : ángulo de fricción		

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
LABORTEC  
Ing. Elio A. Soaveira Cabrera  
CIP N° 306022



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área en estudio se encuentra ubicada en el distrito Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco a una altitud promedio de 1910 m.s.n.m.
- Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación:

**Recomendamos como valor de diseño Calicata 01  $q_{ad} = 3.87 \text{ Kg/cm}^2$**

Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.

- Se recomienda la profundización de la zapata hacia el terreno más estable con la colocación de un solado de concreto ciclópeo.
- La muestra de la calicata 01 / M - 1 corresponden a la clasificación de suelos **S.U.C.S GP-GC** (Grava pobremente graduada con limo y arena). No observándose ningún cambio de estratos a lo largo de la excavación.
- Para la aplicación de las normas sismo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como tipo uno con período predominante  $t_s = 0.60 \text{ seg.}$

Si en el periodo de diseños se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.

Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al proyecto: "**CONCRETO POSTENSADO PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES EN EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA APORTICADA CON UNA LUZ DE 9 METROS, AMARILIS - HUÁNUCO -2023**", no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
**LABORTEC**  
Ing. Elio A. Sagvedra Cabrera  
CIP N° 308822





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones
- Norma E-030, Diseño Sismo resistente
- Alva Hurtado J.E., Meneses J. Y Guzmán V. V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de Suelos en la ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973.
- T William Lambe Robert V. Whitman. Primera Edición 1972.
- Roberto Michelena / Mecánica de Suelos Aplicada. Primera Edición 1991.
- Reglamento Nacional de Construcciones CAPECO Quinta Edición 1987.
- RNC Normas de Diseño Sismo Resistente
- Cimentación de Concreto Armado en Edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1993.
- Supervisión de Obras de Concreto – ACI American Institute. Tercera Edición 1995.
- Recomendaciones para el proceso de Puesta en Obras de Estructuras de Concreto. Ing. Enrique Riva López /CONCYTEC 1988.
- Geotécnica para Ingenieros, Principios Básicos Alberto, J. Martínez Vargas /CONCYTEC 1990.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
LABORTEC Ing. Elio A. Soaveira Cabrera  
CIP N° 308822

ANEXO 4  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



IDENTIFICACION DEL AREA DE PROYECTO CON UN TOTAL  
DE 350 M2



EXTRACCION DE COORDENADAS UTM WGS-84S CON GPS  
GARMIN MODELO GPSMAP 64S



MEDICION DE ANCHO CON UN TOTAL DE 14 M



MEDICION DE LONGITUD CON UN LARGO DE 25M



MEDICION DE LA CALICATA CON UNA ALTURA DE 2M