

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Propuesta de aisladores sísmicos en la base de una
edificación para el análisis y diseño estructural de la clínica
Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Enrique Trujillo, Yuliana

ASESORA: Cecilio Reyes, Fatima Rosario

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

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

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48194887

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47064856

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

Código ORCID: 0009-0001-5016-5538

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
2	García Echevarria, Ericka Selene	MAESTRO EN DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES	23164212	0000-0002-6375-6855
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día **martes 14** de julio de 2026, 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. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	PRESIDENTE
❖ MG. ERICKA SELENE GARCIA ECHEVARRIA	SECRETARIO
❖ DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1258-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS – HUÁNUCO – 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Yuliana ENRIQUE TRUJILLO, 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) APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47).

Siendo las 17:35 horas del día **14** del mes de julio del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

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

MG. ERICKA SELENE GARCIA ECHEVARRIA
DNI: 23164212
ORCID: 0000-0002-6375-6855
SECRETARIO (A)

DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO
DNI: 40847625
ORCID: 0000-0002-4594-1491
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YULIANA ENRIQUE TRUJILLO, de la investigación titulada "PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023", con asesor(a) FATIMA ROSARIO CECÍLIO REYES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1249-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % 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, 13 de noviembre de 2025



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

96. Enrique Trujillo, Yuliana.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unheval.edu.pe	9%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.udh.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
5	distancia.udh.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	dataonline.gacetajuridica.com.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	es.slideshare.net	<1%
	Fuente de Internet	
8	cdn-web.construccion.org	<1%
	Fuente de Internet	
9	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
	Trabajo del estudiante	
10	repositorio.urp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis al Todopoderoso, quien me brinda la fortaleza para superarme día a día y alcanzar mi logro. Asimismo, dirijo el resultado de este esfuerzo a quienes han sido mis padres queridos, a quienes agradezco por todos los consejos y enseñanzas los cuales han motivado en seguir adelante y perseguir mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi agradecimiento a quienes conforman mi familia, por su permanente presencia y aliento incondicional en cada fase y decisión durante las distintas etapas que implicó la formulación de esta tesis. Estoy agradecido profundamente por haberme dado siempre a mis padres en el proceso de vida. A mi madre, le agradezco sinceramente por sus consejos constantes y desinteresados. También quiero extender mi gratitud a mi familia y por el constante acompañamiento tan valioso el cual me ofrecieron.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	19
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	19
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	20
1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	20
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	21
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	22
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	24
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	26
2.2 BASES TEÓRICAS	26
2.2.1 INTRODUCCIÓN AL AISLAMIENTO SÍSMICO	26
2.2.2 TIPOS DE AISLADORES Y SU COMPORTAMIENTO	28
2.2.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON AISLAMIENTO SÍSMICO	31
2.2.4. PRE DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	32
2.2.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA TÉCNICA E.030	33
2.2.6 ANÁLISIS SÍSMICO SEGÚN LA NORMA TÉCNICA E.030	36
2.2.7 DISEÑO DE CIMENTACIONES	45
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	46
2.4 HIPÓTESIS	48
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	48
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECIFICOS.....	48
2.5 VARIABLES.....	48
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	48
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	49
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	50
CAPÍTULO III	51

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1 ENFOQUE	51
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	51
3.1.3 DISEÑO	52
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	55
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	56
3.3.4 ASPECTOS ÉTICOS	56
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	57
4.1.1 DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN	57
4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	63
4.1.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO ENFOCADAS EN LA RESPUESTA ANTE SISMOS	65
4.1.4. METRADO DE CARGAS PARA EL MODELAMIENTO ESTRUCTURAL	66

4.1.5. MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	70
4.1.6 ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA CONVENCIONAL	81
4.1.7 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE AISLADORES ELASTOMÉRICO	92
4.1.8 DISEÑO DEL AISLADOR LRB	95
4.1.9 MODELAMIENTO Y ANÁLISIS CON LOS AISLADORES LRB 101	
4.2. CONTRASTACIÓN TÉCNICA DE LA HIPÓTESIS	109
CAPÍTULO V	115
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	115
CONCLUSIONES	118
RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS:	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema convencional vs aislador	27
Figura 2 Características de aislación	28
Figura 3 Aislador LRB	30
Figura 4 Fuerzas de corte vs deformación.....	31
Figura 5 Sistema de masas	31
Figura 6 Zonificación sísmica.....	37
Figura 7 Planta de sótano	57
Figura 8 Planta de primer piso	58
Figura 9 Planta de segundo piso	59
Figura 10 Planta de tercer piso	60
Figura 11 Planta de cuarto piso	61
Figura 12 Planta de quinto piso	62
Figura 13 Ícono de ETABS	70
Figura 14 Grillas para el modelamiento	71
Figura 15 Vista 3D de las grillas	71
Figura 16 Propiedades del concreto-ETABS	72
Figura 17 Propiedades del acero-ETABS	73
Figura 18 Barras de reforzamiento-ETABS.....	74
Figura 19 Propiedades de columna de 50X50-ETABS	75
Figura 20 Propiedades de viga de 25X70-ETABS	76

Figura 21 Propiedades de viga de 35X60-ETABS	77
Figura 22 Propiedades de aligerada de 20cm-ETABS	78
Figura 23 Propiedades de placa de 25cm-ETABS.....	79
Figura 24 Vista 3D del modelamiento	80
Figura 25 Restricciones de la edificación.....	81
Figura 26 Espectro de respuesta en X-X - ETABS	82
Figura 27 Espectro de respuesta en Y-Y - ETABS	82
Figura 28 Cargas para la estructura	83
Figura 29 Cargas aplicadas a los entrepisos	83
Figura 30 Carga aplicada a las vigas.....	84
Figura 31 Carga sísmica.....	85
Figura 32 Combinaciones de carga	86
Figura 33 Brazos rígidos-ETABS	86
Figura 34 Sismo en X-X y Y-Y	87
Figura 35 Resultados del análisis estructural.....	87
Figura 36 Deriva máximo de entrepiso X-X	90
Figura 37 Deriva máximo de entrepiso Y-Y	90
Figura 38 Número de dispositivos.....	94
Figura 39 Número de dispositivos.....	96
Figura 40 Propiedades histeréticos.....	98
Figura 41 Curva Histerética LRB	100

Figura 42 Piso del sistema de aislamiento.....	101
Figura 43 Altura de piso técnico.....	102
Figura 44 Vista en elevación del piso técnico	102
Figura 45 Aislador LRB.....	103
Figura 46 Parámetros del aislador LRB	104
Figura 47 Colocación de los aisladores	104
Figura 48 Plano de ubicación.....	127
Figura 49 Plano estructural	128
Figura 50 Plano estructural	129
Figura 51 Plano estructural.....	130
Figura 52 Plano estructural.....	131
Figura 53 Levantamiento topográfico del terreno.....	165
Figura 54 Identificación de los vértices del terreno	165
Figura 55 Medición del área de terreno	166
Figura 56 Herramienta topográfica (estación total) empleado	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cargas vivas	34
Tabla 2 Factor de suelo.....	37
Tabla 3 Periodo TP y TL	38
Tabla 4 Factor de Irregularidad estructural en altura	42
Tabla 5 Factor de Irregularidad estructural en planta	42
Tabla 6 Categoría y regularidad de las edificaciones	43
Tabla 7 Valores máximos de la distorsión del entrepiso	45
Tabla 8 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.....	50
Tabla 9 Peso específico	67
Tabla 10 Espesor de losa aligerada.....	68
Tabla 11 <i>Cargas adicionales</i>	70
Tabla 12 <i>Cargas Vivas según norma E 020</i>	70
Tabla 13 Periodos según cada nodo	88
Tabla 14 Periodo fundamental de vibración de la estructura	89
Tabla 15 Porcentaje de cortante que absorbe las placas	89
Tabla 16 Coeficiente de reducción sísmica.....	89
Tabla 17 Deriva máxima de piso.....	91
Tabla 18 <i>Factor de amortiguamiento</i>	92
Tabla 19 <i>Características técnicas del aislador sísmico tipo LRB</i>	99
Tabla 20 Periodo y frecuencia modal con base fija.....	105

Tabla 21 Periodo y frecuencia modal con base aislada -LRB	105
Tabla 22 Resumen de periodos y frecuencias modales.....	106
Tabla 23 Control de derivas con base fija.....	106
Tabla 24 Control de derivas con base aislada - LRB.....	107
Tabla 25 Resumen de control de derivas de la estructura.....	107
Tabla 26 Desplazamiento base fija	108
Tabla 27 Desplazamiento base aislada - LRB.....	108
Tabla 28 Resumen de periodos y frecuencias modales.....	110
Tabla 29 Control de derivas con base fija.....	110
Tabla 30 Control de derivas con base aislada - LRB.....	110
Tabla 31 Resumen de control de derivas de la estructura.....	110
Tabla 32 Desplazamiento base fija	111
Tabla 33 Desplazamiento base aislada - LRB.....	111
Tabla 34 Sintesis de la contratacion tecnica de la hipotesis general.....	113
Tabla 35 Matriz de consistencia.....	126

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación para el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023, con la finalidad de evaluar su efecto sobre el comportamiento sísmico de una edificación esencial.

La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, alcance explicativo y diseño no experimental de tipo comparativo, desarrollada mediante simulación computacional. La unidad de análisis estuvo conformada por el modelo estructural de una edificación de cinco niveles, evaluándose dos configuraciones estructurales: un sistema convencional de base fija y un sistema con aisladores sísmicos tipo LRB. El análisis estructural se realizó mediante el software ETABS, considerando las disposiciones de las Normas Técnicas E.020, E.030 y E.031 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Los resultados evidenciaron que la incorporación de aisladores sísmicos incrementó el período fundamental de vibración de 0.481 s a 2.10 s, redujo la deriva máxima de 0.00260 a 0.00033 en la dirección X y de 0.00320 a 0.00040 en la dirección Y, además de disminuir significativamente los desplazamientos laterales y cumplir con los criterios establecidos por la normativa vigente.

Se concluyó que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB mejoró significativamente el comportamiento estructural de la Clínica Pillko, constituyendo una alternativa técnicamente viable para el diseño de edificaciones esenciales ubicadas en zonas de alta peligrosidad sísmica.

Palabras clave: aislamiento sísmico, aisladores LRB, análisis estructural, diseño estructural, ETABS.

ABSTRACT

This research aimed to determine the influence of incorporating LRB-type seismic isolators at the base of the Pillko Clinic building (Amarilis, Huánuco, 2023) on its structural analysis and design, with the goal of evaluating the effect on the seismic behavior of an essential facility.

The study was applied research with a quantitative approach, an explanatory scope, and a non-experimental comparative design, conducted via computer simulation. The unit of analysis consisted of the structural model of a five-story building, evaluating two structural configurations: a conventional fixed-base system and a system using LRB-type seismic isolators. Structural analysis was performed using ETABS software, adhering to the provisions of Technical Standards E.020, E.030, and E.031 of the National Building Code.

The results demonstrated that incorporating seismic isolators increased the fundamental vibration period from 0.481 s to 2.10 s and reduced maximum drift from 0.00260 to 0.00033 in the X-direction and from 0.00320 to 0.00040 in the Y-direction; furthermore, it significantly reduced lateral displacements and met the criteria established by current regulations.

It was concluded that the incorporation of LRB-type seismic isolators significantly improved the structural behavior of the Pillko Clinic, representing a technically viable alternative for the design of essential buildings located in high seismic hazard zones.

Keywords: seismic isolation, LRB isolators, structural analysis, structural design, ETABS.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la ingeniería estructural, su propósito fundamental ha sido enfrentar los fenómenos provocados por la naturaleza, siendo los sismos una de las principales amenazas para las construcciones. Estos eventos pueden generar daños significativos tanto en las cimentaciones como en las superestructuras, llegando en muchos casos a provocar el colapso total. Por ello, es crucial que los especialistas enfoquen sus esfuerzos en reducir los efectos que los sismos pueden causar en los elementos estructurales de un edificio.

Como resultado de lo expuesto, esta investigación se enfoca en la propuesta respecto al uso de sistemas de aislamiento sísmico en la base estructural de la clínica Pillko, la cual consta de cinco pisos en el distrito de amarilis como parte del proceso de cálculo y configuración estructural. Para ello, se emplea el software ETABS con el fin de modelar las estructuras examinadas.

El estudio se divide en cinco capítulos. La estructura del artículo incluye los pasos dados:

Este primer apartado delimita el problema de investigación y estructura los objetivos fundamentados y justificación de la investigación, así como sus limitaciones y propósitos. Identificando a la problemática ante eventos sísmicos ocurrido en las clínicas en el distrito de amarilis- Huánuco.

En la segunda sección se aborda el marco teórico, incluyendo una revisión de estudios previos y conceptos fundamentales utilizados en la investigación, se presenta el marco teórico con 3 investigaciones similares en los ámbitos internacional, nacional y local, respecto a la misma manera se desarrolla los fundamentos teóricos y las precisiones conceptuales relacionadas con los términos técnicos y se procede con la propuesta de la hipótesis donde las variables se identifican.

En la tercera sección trata sobre el tipo de estudio, población y muestra, y las estrategias metodológicas e instrumentos aplicados.

Esta sección examina los resultados obtenidos con el apoyo del programa ETABS y considera también como prueba de hipótesis. Como cierre del estudio, el quinto capítulo discute los resultados obtenidos y presenta la recomendación efectuada de cada una de las diversas conclusiones basadas en la investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de aislamiento y disipación de energía en la base de las estructuras son los elementos más utilizados para mitigar los efectos sísmicos en edificios para mejorar el desempeño estructural bajo acción sísmica y proporcionar sistemas que actúan como complementos en la reducción de energía sísmica, aunque sus roles dentro del diseño estructural no son equivalentes. Cuando una estructura se aísla del suelo mediante un dispositivo de aislamiento sísmico, la rigidez se reduce considerablemente y la duración del ciclo puesta a tierra de la estructura de aislamiento es superior en duración respecto al de una edificación equivalente apoyada sobre una base convencional sólida. Los amortiguadores, que actúan como mecanismos disipadores de energía, tienen como objetivo reducir la energía acumulada en la estructura y evitar fallos o deformaciones excesivas la sobrecarga de otros integrantes de la edificación. Lo que significa que, los amortiguadores aumentan la fuerza de amortiguación de la estructura. (Titirla, 2023, p. 13).

El Perú, debido a su ubicación geográfica, se encuentra expuesto de forma continua a una considerable actividad sísmica. Por esta razón, es indispensable que las nuevas edificaciones se diseñen conforme a normativas sísmicas, como parte de una filosofía de diseño orientada a la resistencia sísmica. En este contexto, la ingeniería civil juega un papel esencial al buscar un equilibrio entre el rendimiento estructural adecuado y los costos asociados. Por ello, recurrir a métodos tradicionales para construir edificaciones que deben cumplir con altos estándares de resistencia sísmica resulta poco eficiente. (Delgadillo y Sulca, 2023, p.11).

Una de las estrategias sísmicas más estudiadas y aplicadas a nivel mundial se refiere al uso de dispositivos aislantes colocados en la base estructural de la edificación. Este enfoque de diseño tiene como propósito preservar la funcionalidad de una edificación tanto durante como después de un sismo de gran magnitud. Su implementación es clave para asegurar que

infraestructuras esenciales continúen operativas en situaciones de emergencia. De esta manera, se propone un cambio en los objetivos de diseño, priorizando la operatividad estructural posterior a un evento sísmico severo (Sustainability, 2023, pp. 16-17)

Debido a lo anteriormente mencionado, las clínicas en la ciudad de Amarilis no cuentan con aisladores sísmicos, por lo que estas presentan un periodo demasiado amplio y al momento de realizar un procedimiento delicado como una cirugía este movimiento sísmico puede generar errores médicos o también pueden llegar a dañar equipos médicos de alto costo.

Por otro lado, esta problemática adquiere una dimensión más crítica si se considera el impacto real que los eventos sísmicos pueden tener sobre instalaciones médicas, tanto en términos de operatividad como de seguridad. Según la Norma Técnica E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, los hospitales de mayor complejidad deben incorporar obligatoriamente sistemas de aislamiento sísmico debido a su rol estratégico durante y después de un sismo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, MVCS, 2018, pp. 46-48).

Estos dispositivos han demostrado reducir hasta en un 50 % la percepción del movimiento sísmico dentro de las estructuras, disminuyendo así el riesgo de errores médicos en procedimientos delicados y evitando daños en equipos de alto valor económico (Andina, 2024; Diario Correo, 2024, p. 9).

Además, experiencias recientes en hospitales peruanos como el de Chincheros (Apurímac) y Tomás Lafora (La Libertad) han evidenciado que la implementación de tecnologías avanzadas, como aisladores de base híbridos y disipadores viscoelásticos, pueden reducir hasta en un 80 % el impacto sísmico sobre la estructura (Constructivo, 2025, p15).

Esta situación pone en evidencia la necesidad urgente de incorporar dispositivos de aislamiento sísmico en las nuevas edificaciones clínicas del área de Amarilis, no solo como una mejora estructural, sino como una medida concreta de protección a la salud pública y al desarrollo sostenible de la región.

Por lo tanto, para las nuevas edificaciones proyectadas en el área de Amarilis, ciudad de Huánuco, se propuso dispositivos de aislamiento sísmico instalados en la cimentación de un centro clínico que puede ofrecer la protección sísmica según sus características estructurales a fin de poder difundirla y aplicarla por la facilidad de su funcionamiento y la eficacia demostrada en su desempeño.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis– Huánuco – 2023?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas?

¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en el diseño estructural de la Clínica Pillko conforme a los criterios establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la incorporación aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la respuesta estructural de la clínica Pillko frente a cargas sísmicas.

Determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en el diseño estructural de la clínica Pillko conforme a los criterios establecidos en las normas Técnicas E. 030 y E.031.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La realización del estudio se justificó en la creciente implementación metodológica de aislamiento sísmico en diversas edificaciones, incluidas aquellas de uso multifamiliar y, especialmente, en construcciones de carácter esencial. Las fuerzas sísmicas no solo generan daños estructurales, sino también afectan seriamente los componentes no estructurales y funcionales de un edificio. En el caso particular de una clínica, es fundamental minimizar los efectos del sismo, ya que en su interior se desarrollan actividades críticas, como intervenciones quirúrgicas y otros procedimientos médicos delicados, que no pueden verse interrumpidos durante un evento sísmico.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Este estudio tomó como referencia las disposiciones técnicas aplicables al edificio y se determinó previamente la organización del inmueble de acuerdo con los lineamientos de la norma A010. Luego, se utilizan las especificaciones técnicas de las normas E.020 (Cargas) y E.030 (Sismo) utilizadas para que las cargas puedan ser determinadas. El programa ETABS fue utilizado para calcular la estructura del edificio. Este programa permitió evaluar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la norma E.030 y los lineamientos del ACI 318-14 aplicables al diseño y análisis de estructuras aplicable a aisladores ante sismos. En cuanto a las propiedades sísmicas, se utilizó la norma estándar E.031 correspondiente a definir las.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La elección de la metodología empleada en este estudio responde a la necesidad de evaluar de manera rigurosa la eficacia del sistema de aislamiento sísmico en edificaciones ubicadas en zonas sísmicas, como es el caso del Perú. Si bien esta tecnología ha sido aplicada desde hace varias décadas, los avances recientes en el diseño y fabricación de sus componentes han permitido una implementación más eficiente y segura en diversos tipos de estructuras. En este contexto, se optó por una metodología que integra los lineamientos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), complementados con normativas y estándares internacionales reconocidos, a fin de asegurar un análisis técnico preciso y alineado con las mejores prácticas vigentes.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las restricciones identificadas en el desarrollo de este estudio incluyeron la escasa disponibilidad de trabajos de investigación previos relacionados con la temática en el contexto local de la ciudad de Huánuco.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio fue viable debido al uso del software ETABS como herramienta principal para el modelado estructural, el posterior análisis de seguridad sísmica basado en criterios reguladores en materia de construcción y el modelado de los elementos. Posteriormente, se procedió a la interpretación y análisis de todos los datos se presentó un plan creado mediante el uso del programa AutoCAD.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martínez y Pérez (2023), en su tesis titulada “Análisis de edificaciones con aisladores sísmicos para la ciudad de Cuenca”, presentada en la Universidad del Azuay (Ecuador), desarrollaron un estudio con el objetivo de evaluar el desempeño estructural de edificaciones mediante la implementación de sistemas de aislamiento sísmico. El estudio adoptó un diseño de tipo experimental y analítico, aplicado a un edificio de cuatro niveles como muestra, perteneciente a la Facultad de Administración, construido en 1979 sobre un suelo tipo D, ubicado en la ciudad de Cuenca. Como instrumentos empleados, se utilizaron modelos dinámicos computacionales como el ETABS, entre los principales resultados se identificaron deficiencias estructurales significativas, observándose que las derivas superaban el 2 %, lo cual evidenciaba un nivel crítico de inseguridad frente a eventos sísmicos. Tras la incorporación de aisladores sísmicos, se obtuvo una notable reducción tanto en las derivas como en la respuesta sísmica general del edificio, mejorando significativamente su comportamiento ante futuros sismos. En sus conclusiones, señalaron que el aislamiento sísmico constituye una estrategia eficiente y viable para la rehabilitación de edificaciones existentes en zonas de alta sismicidad, ya que incrementa la seguridad estructural.

Sierra y Páez (2020), en su tesis titulada “Aisladores Sísmicos de Base: Un Compendio de Alternativas”, presentada en la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia), desarrollaron una investigación documental con el objetivo de analizar y recopilar información relacionada con el uso de sistemas de aislamiento sísmico en el contexto colombiano. El estudio consistió en un diseño tipo documental y descriptivo de artículos científicos, informes técnicos y patentes,

obtenidos de diversas bases de datos académicas y bibliotecas digitales. La muestra estuvo compuesta por documentos seleccionados según criterios de pertinencia temática y actualidad, enfocados en la aplicación de aisladores sísmicos en edificaciones e infraestructura colombiana. La localización del estudio se enmarca en el contexto nacional de Colombia, con especial referencia a los casos identificados en las ciudades de Cali y Zipaquirá. Como instrumentos empleados, los autores utilizaron fichas bibliográficas, cuadros comparativos y gráficos explicativos. Entre sus principales resultados se identificó que la aplicación de aisladores sísmicos en Colombia es aún incipiente, con casos puntuales en estructuras como puentes ubicados entre las ciudades de Cali y Zipaquirá. Asimismo, se evidenció la ausencia de fabricantes nacionales de estos dispositivos, lo que obliga a importarlos, principalmente desde Panamá, encareciendo su implementación. Finalmente, en su conclusión se destacó la ejecución de nuevos estudios experimentales con materiales alternativos y modelos a escala, así como la incorporación reciente de este sistema en una torre residencial de cinco niveles en la ciudad de Cali.

Merino (2019), en su estudio titulado “Análisis comparativo entre una edificación sismorresistente y una edificación sismorresistente utilizando aisladores sísmicos con núcleo de plomo”, realizó una investigación orientada a comparar el desempeño estructural de dos configuraciones de edificación una tradicionalmente sismorresistente y otra equipada con sistemas de aislamiento sísmico en la base. El objetivo principal fue evaluar la eficacia de aisladores con núcleo de plomo, dada su creciente aplicación a nivel internacional. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y comparativo; la muestra estuvo constituida por los modelos estructurales de tipo convencional y con aislamiento sísmico. Como instrumentos, se emplearon programas especializados de análisis estructural como ETABS y SAP2000. El estudio evidenció como resultado que la incorporación de aisladores modifica el período natural de la estructura, reduciendo el coeficiente

espectral y, en consecuencia, la fuerza sísmica que actúa sobre ella. Estos resultados destacan el potencial del aislamiento sísmico para incrementar la seguridad estructural mediante la separación funcional entre la superestructura y la cimentación. El trabajo constituye un aporte relevante para la validación de esta tecnología como una alternativa eficaz frente a los métodos tradicionales de diseño sismorresistente.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Quispe (2021), en su tesis titulada “Propuesta de diseño en la infraestructura con aisladores sísmicos para mejorar el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo-2019”, desarrolló un estudio orientado a optimizar el desempeño estructural de una infraestructura hospitalaria ubicada en una zona de alta sismicidad. El objetivo principal fue implementar aisladores sísmicos con núcleo de plomo como mecanismo de protección estructural, a fin de asegurar la operatividad del hospital posterior a un evento sísmico. La investigación, de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, se centró en un bloque específico del hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo de Chiclayo, para el cual se realizó una simulación dinámica utilizando el software ETABS v16.2 y la técnica de análisis modal-espectral. Los resultados mostraron que el sistema propuesto permite que la estructura cumpla con los criterios técnicos de la norma E.030, mejorando significativamente su comportamiento sísmico. El estudio demuestra que el uso de aisladores constituye una alternativa viable y eficaz para la protección de edificaciones esenciales frente a movimientos sísmicos de gran magnitud.

Bustamante (2019), en su tesis titulada “Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía en el desempeño estructural por desplazamiento en edificaciones UNACH Chota”, desarrolló un estudio centrado en la aplicación de aisladores sísmicos tipo HDR con núcleo de plomo en una edificación universitaria, con el objetivo de evaluar su eficacia en la disipación de energía y en el control de desplazamientos

estructurales durante eventos sísmicos. La investigación de tipo aplicada con diseño experimental y analítico enfocado en el modelamiento y simulación estructural mediante instrumentos computacionales de una edificación universitaria perteneciente a la UNACH localizada en Chota; como el software ETABS versión 16.0 para modelar la interacción entre la fundación y la superestructura, considerando las respuestas de corte de base, momentos, curvaturas y desplazamientos más allá del límite elástico. Los resultados demostraron que la implementación de sistemas de aislamiento sísmico incrementa la periodicidad de la estructura, reduce significativamente las aceleraciones y fuerzas sísmicas, y mejora la ductilidad estructural. Se concluyó que esta tecnología proporciona una respuesta favorable ante sismos, optimizando el comportamiento dinámico de las edificaciones mediante una mayor absorción de energía.

Medrano y Tufiño (2023), en su tesis titulada “Análisis comparativo de la respuesta estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles con sistema dual y con aisladores sísmicos en Santa María del Mar”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural de una edificación de cinco niveles mediante la comparación entre un sistema dual convencional y otro que incorpora aisladores sísmicos. El estudio adoptó un diseño no experimental de tipo explicativo basado en el modelado estructural. La muestra estuvo constituida de una edificación de cinco niveles realizada en Santa María del Mar -Lima una zona con alta actividad sísmica lo que justificó la importancia de implementar tecnologías que reduzcan la transmisión de fuerzas sísmicas hacia la superestructura, utilizando como instrumentos el software ETABS 2019; este resultado representa un aporte significativo para el sector inmobiliario, al validar el aislamiento sísmico como una alternativa viable para nuevas construcciones en contextos de riesgo sísmico elevado. La investigación concluyó que el uso de aisladores sísmicos mejora considerablemente la seguridad estructural del edificio, ofreciendo una respuesta sísmica más eficiente.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

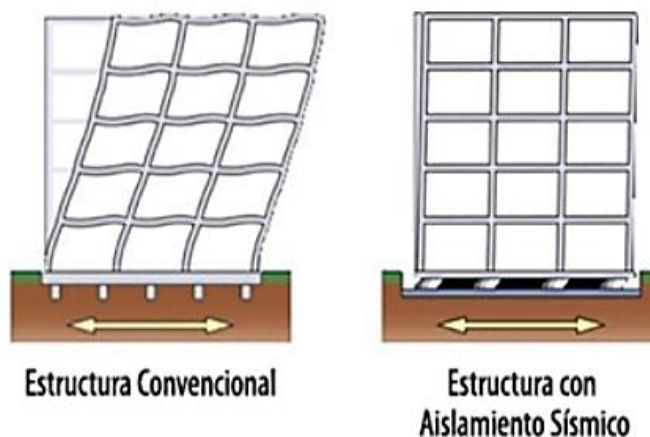
Espinoza (2024), en su tesis titulada “Análisis y diseño de estructuras aporticadas con aisladores sísmicos en la ciudad de Huánuco - 2023”, tuvo como objetivo general analizar el diseño de estructuras aporticadas con aisladores sísmicos en la ciudad de Huánuco. El estudio adoptó un diseño no experimental, de tipo descriptivo-explicativo, aplicando métodos analítico-sintético y descriptivo-explicativo. La población estuvo constituida por los edificios aporticados de cuatro pisos de la ciudad, mientras que la muestra fue un edificio asistencial de cuatro niveles y sótano. La investigación se realizó en Huánuco, Perú, empleando como instrumentos la observación directa, revisión documental, cuestionarios, y software especializado como CSI ETABS 2019 para el modelamiento estructural y AutoCAD 2018 para el diseño de planos. Los resultados evidenciaron que el uso de aisladores sísmicos redujo significativamente las derivas y fuerzas cortantes, mejorando la seguridad estructural. En su conclusión, el autor afirma que el aislamiento sísmico representa una alternativa eficaz para la resiliencia de edificaciones estratégicas en zonas de alta sismicidad.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 INTRODUCCIÓN AL AISLAMIENTO SÍSMICO

El aislamiento sísmico ha pasado de ser una propuesta conceptual a una tecnología aplicada, gracias a los avances en sistemas de apoyo estructural desarrollados en el último siglo fabricados a partir de capas de material elastomérico vulcanizado y finas láminas de acero reforzado. Dichos tirantes poseen una rigidez considerable en el eje vertical, adecuada para soportar las cargas verticales del edificio, ofrecen baja rigidez en la dirección horizontal, lo que permite que el edificio se mueva frente a desplazamientos horizontales ocasionados por fuertes sacudidas del terreno. Estos sistemas de soporte se diseñaron para ser desarrollados como un componente adicional vinculado a los apoyos estructurales elásticos utilizados en cruces.

Figura 1
Sistema convencional vs aislador



Nota: sistema convencional vs aislador. Fuente: Dynamic Isolation Systems (2007)

El aislamiento se ha dado y hecho realidad en los cien años recientes gracias al avance de diversos soportes elásticos fabricados a partir de capas elastoméricas vulcanizado y finas placas metálicas de acero reforzado. Esos tirantes presentan alta resistencia a la deformación en sentido vertical para aguantar las cargas verticales del edificio, aunque son débiles en la dirección horizontal, lo que permite que el edificio se mueva en sentido horizontal durante intensas sacudidas del terreno. Dichos dispositivos son desarrollados como una prolongación de los elementos de apoyo elásticos utilizados dentro de estructuras.

Un desafío importante que enfrentan los ingenieros estructurales responsables de proporcionar a los edificios un excelente rendimiento sísmico es minimizar el desplazamiento relativo entre niveles y la aceleración en los niveles de piso. La deriva elevada del entrepiso puede causar afectaciones en elementos secundarios y en la maquinaria instalada que conectan los pisos. La deriva del piso se puede minimizar reforzando la edificación, aunque esto incrementa los movimientos del terreno, lo que resulta en mayores aceleraciones del piso. La aceleración del piso se puede reducir haciendo que el sistema sea más flexible, pero

esto da como resultado una mayor deriva del piso. Una forma práctica de reducir tanto el desplazamiento como la aceleración del piso consiste en aplicar un desacople basal; dicho mecanismo brinda la flexibilidad requerida, permitiendo movimientos concentrados por medio del aislamiento dado por capas. (Ramos,2018, p.5).

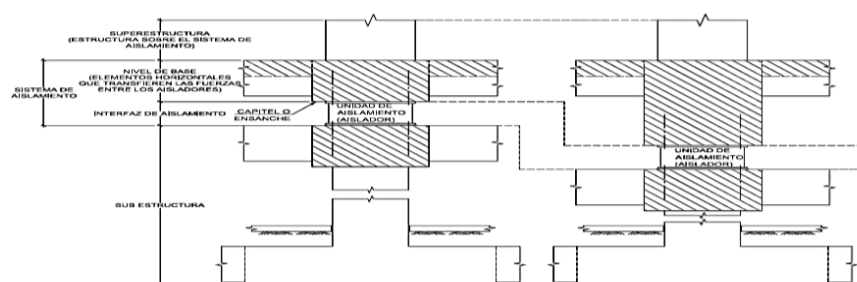
2.2.2 TIPOS DE AISLADORES Y SU COMPORTAMIENTO

La estructura de separación del terremoto es separar la estructura horizontalmente del suelo.

El tipo y el dispositivo utilizado con el fin de alcanzar dicha meta pueden variar conforme a los requerimientos y criterios del proyectista. El aislante se encuentra en un componente resistente de la estructura horizontalmente deformable y orientado en un solo sentido vertical muy dura, y ha experimentado una gran deformación horizontal en el pasado.

El desempeño el comportamiento de los dispositivos elastoméricos está condicionado por la magnitud de la magnitud de la distorsión a la que están expuestos y, en menor grado medida, de las condiciones térmicas, el deterioro por el tiempo y la recurrencia del desplazamiento. Hay muchos cojinetes de elastómero, incluidos cojinetes de caucho natural, cojinetes de caucho de baja amortiguación y cojinetes de caucho de alta amortiguación, rodamiento (LRB). (Huanca y Meléndez, 2016).

Figura 2
Características de aislación



Nota: características de aislación Fuente: Norma Técnica E031 (2019)

2.2.2.1. AISLADOR ELASTÓMERO DE BAJO AMORTIGUAMIENTO (LDR)

Los dispositivos LDR (Low Rubber Damping) constan de múltiples capas de caucho y placas de acero alternas. Ambos materiales están recubiertos de caucho mediante un proceso llamado vulcanización, que crea una unión tan fuerte que, bajo demandas extremas, el caucho fallará antes de unirse. Los LDR pueden proporcionar una amortiguación equivalente de hasta el 5%, valor que no representa un gran beneficio para las edificaciones; sin embargo, en la construcción de puentes se suelen utilizar debido a su bajo costo en comparación con otros dispositivos. Las principales características: sencillos de producción sencilla, con facilidad para su representación mediante un modelo lineal, y que no responden sensiblemente en los cambios de la capacidad portante debido al paso del tiempo, las variaciones térmicas o el desgaste por uso prolongado. (Ramos,2018, p. 15)

2.2.2.2. AISLADOR ELASTÓMERO DE ALTO AMORTIGUAMIENTO (HDR)

El término elastomérico de alta amortiguación se aplica a dispositivos de apoyo a base de elastómero, ya sea goma natural o sintético) se utiliza con el propósito de generar una mejora considerable en la amortiguación, típicamente en un rango comprendido entre 8 al 15 de porcentaje valor en comparación mediante el uso de dispositivos LDR. Se pueden producir efectos de amortiguación adicionales modificando la composición y cambiando sus características relacionadas con la composición molecular

Las ventajas de estos aisladores se destacan por integrar tanto la capacidad de deformarse como la de absorber energía dentro de una única unidad, son relativamente sencillos de fabricar. Las desventajas son: la resistencia lateral se reduce progresivamente con el incremento de la carga vertical; el comportamiento mecánico de la goma natural disminuye debido al contacto continuo con el oxígeno y el ozono presentes en el ambiente. (Ramos,2018, p.17)

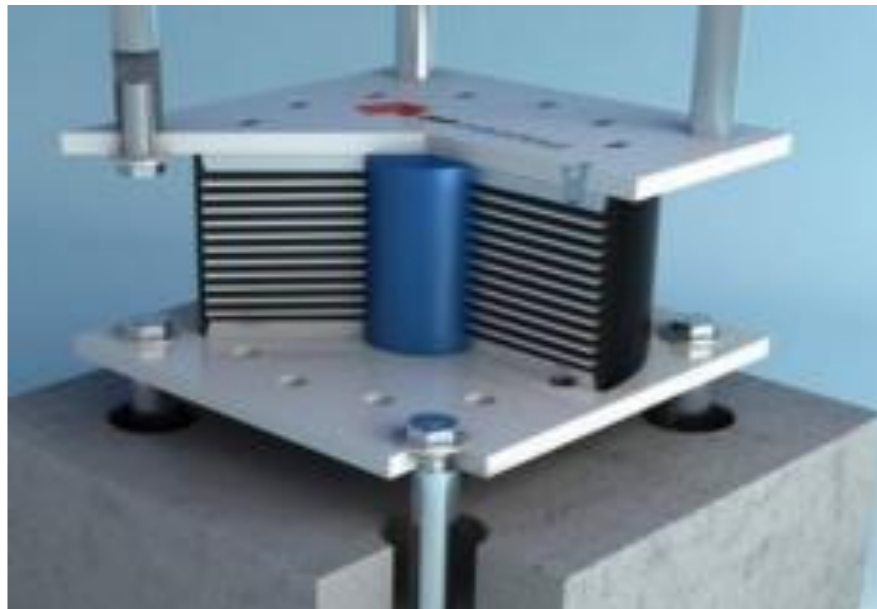
2.2.2.3. AISLADOR ELASTÓMERO CON NÚCLEO DE PLOMO (LRB)

Se pueden recristalizar a temperatura ambiente (a una tensión de 10 MPa) para formar ciclos de agitación estables, por lo que son excelentes resistentes a la fatiga. El dispositivo con núcleo de plomo (LRB) se representa la Figura 3 en un esquema. La secuencia de deformación de fuerza LRB representado en este gráfico tiene una rigidez al principio que es más alta que la de un aislador LDRB.

El plomo exhibe una alta rigidez horizontal hasta alcanzar su límite elástico, momento en el cual su comportamiento se vuelve completamente plástico.

El plomo tiene la capacidad de restablecer su comportamiento estructural tras haber experimentado una deformación no reversible, gracias a la ocurrencia simultánea.

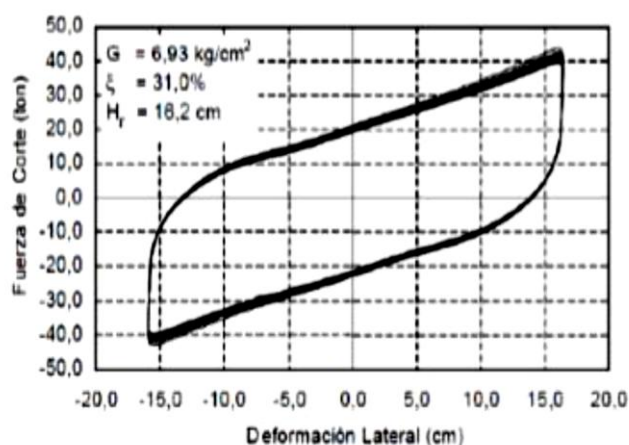
Figura 3
Aislador LRB



Fuente: Norma Técnica Peruana E.030: Diseño sismorresistente (MVCS, 2018)

Figura 4

Fuerzas de corte vs deformación



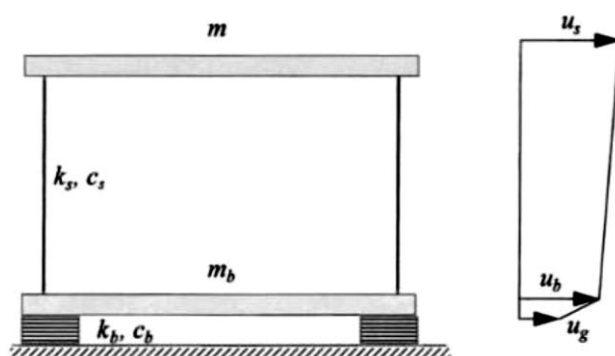
Fuente: NCh2745-2013

2.2.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON AISLAMIENTO SÍSMICO

Ha sido ampliamente abordada en la literatura por destacados expertos en el campo, como Naeim y Kelly, quienes han realizado una descripción detallada de esta teoría. Además, otros autores también han contribuido significativamente a simplificar y desarrollar la teoría en diferentes formas.

Figura 5

Sistema de masas



Fuente: Meza-Sánchez (2010)

Se considera que u_s y u_b representan los desplazamientos de las masas, y se define $vs=u_s-u_b$ y $vb=u_b-u_g$ como los desplazamientos entre pisos. Utilizando la ecuación del movimiento para un edificio de un grado de libertad, dada por " $m\ddot{u}+C\dot{u}+ku=0$ ", se añade un grado de

libertad adicional considerando la masa m_b , lo que resulta en la siguiente fórmula: (Atiencia, 2015)

Para la masa m :

$$m\ddot{u}_s + C_s(\dot{u}_s - \dot{u}_b) + k_s(u_s - u_b) = 0$$

Considerando que $v_b = 0$:

$$m\ddot{v}_s + C_s\dot{v}_s + k_s v_s = -m\ddot{u}_g$$

Siendo la m_b :

$$m_b\ddot{u}_b + m\ddot{u}_s + C_b(\dot{u}_b - \dot{u}_g) + k_b(u_b - u_g) = 0$$

Considerando que $v_s = 0$

$$(m + m_b)\ddot{v}_b + C_b\dot{v}_b + k_b v_b = -(m + m_b)\ddot{u}_g$$

2.2.4. PRE DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Conforme a lo establecido en la Norma Técnica E.030 (2019), el pre dimensionamiento de los elementos estructurales se realiza a partir de valores aproximados que, en algunos casos, pueden coincidir con las dimensiones definitivas. Para el desarrollo del presente proyecto, se han considerado diversos lineamientos normativos, incluyendo los criterios de la Norma E.060 y las recomendaciones planteadas por especialistas como el ingeniero Blanco.

Según lo establecido en la Norma E.030 (2019), el pre dimensionamiento en este proyecto se realizará considerando múltiples criterios, incluyendo los lineamientos E.060 efectuada por la Norma y las recomendaciones de diversos especialistas. Cabe señalar que, en algunos casos, las preliminares dimensiones asignadas a los elementos estructurales pueden coincidir con sus dimensiones definitivas.

A. Losas Aligeradas

Los espesores propuestos están orientados exclusivamente al diseño de losas aligeradas unidireccionales, y dichos valores entre 17 cm y 30 cm, dependiendo en relación directa con la luz estructural. Para un claro de 4 metros, es común la aplicación de 17 cm de losas aligeradas con un espesor; para tramos cuya luz se sitúa entre 4,00 m y

5,50 m, el espesor recomendado es aplicando losas de 20 cm para luces menores, y aumentando a 25 cm en aquellos casos donde los vanos se extienden hasta 6.5 metros; y en casos donde la distancia entre apoyos sobrepasa los 6 m, se especifica un espesor de 30 cm en la losa.

B. Acabados y coberturas

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E020 (2019), para la cubierta se tomará en cuenta tejado andino caracterizado por una masa de 83 kilogramos por metro cuadrado, mientras que Se contemplará una carga superficial de 100 kg/m² correspondiente a los elementos de acabado.

C. Vigas

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E020 (2019), para el pre dimensionamiento de las vigas es necesario considerar la categoría de la edificación, lo que permitirá determinar un peralte aproximado. En cuanto al El valor del ancho se determinará proporcionalmente a la mitad del peralte, siendo este un criterio técnico comúnmente aceptado. de diseño sismo resistente, dicho no se permitirá un peralte menor a los 25 cm para garantizar un comportamiento estructural adecuado.

D. Columnas

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E020 (2019), para el pre dimensionamiento es crucial en la evaluación de los soportes verticales considerar tanto la fuerza longitudinal aplicada que actúa sobre cada sección transversal individual de cada soporte tributaria correspondiente a cada una.

2.2.5 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SEGÚN LA NORMA TÉCNICA E.030

Consiste en analizar y calcular el desempeño observado en una estructura ante escenarios de carga y esfuerzos desarrollados particulares. Dicha reacción se representa gráficamente en una curva que relaciona la sollicitación con la deformación estructural específica para la construcción objeto del presente análisis. La revisión estructural

se llevó a cabo a través de divide en dos categorías principales: Consideración de cargas gravitacionales y sísmicas a través del análisis estático, dependiendo de la naturaleza de la carga aplicada a la edificación analizada.

2.2.5.2. Análisis estructural por cargas

Este estudio se realiza con el propósito de calcular en tensiones internas que experimentan los elementos que conforman la estructura como resultado gravitatorias de las cargas, tanto permanentes (cargas muertas) como las cargas variables (cargas vivas), que son aplicadas a la edificación. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E 030, MVCS, 2019, p. 36)

2.2.5.2.1. Cargas

La incorporar en cargas es fundamental crear diagramas de estandarizadas cargas en el que correspondan al tema de investigación. La carga permanente es el resultado del peso de elementos estructurales fijos, como columnas, vigas, pisos, tabiques y escaleras. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 33).

Carga muerta: La tensión sobre las estructuras, como personas, muebles y equipos, es causada por cargas vivas, que son componentes del transporte. Se ha empleado una estructura monorraíl de acero independiente para soportar el ascensor, por lo que no se ha incluido su peso para el edificio en cuestión. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, 2019, p.34)

Tabla 1

<i>Cargas vivas</i>	
Uso o funcionalidad del área	Carga uniforme (kPa) [kgf/m ²]
Zonas de almacenamiento	5.0 [500]
Servicios higiénicos	Mismo valor que el resto del ambiente, sin exceder 3.0 [300]

Salas de lectura o estudio	3.0 [300]
Depósitos con estanterías fijas	7.5 [750]
Pasillos y escaleras	4.0 [400]
Instituciones educativas	
- Aulas	2.5 [250]
- Áreas de talleres	3.5 [350] (ver nota 6.4)
- Salones múltiples o gimnasios	Según normas para espacios de reunión
- Laboratorios	3.0 [300] (ver nota 6.4)
- Circulaciones (pasillos/escaleras)	4.0 [400]
Estacionamientos o garajes	
- Para vehículos ligeros, entrada menor a 2.40 m	2.5 [250]
- Otros tipos de vehículos	Ver sección 9.3
Centros hospitalarios	
- Quirófanos, laboratorios, zonas técnicas	3.0 [300]
- Habitaciones	2.0 [200]
- Circulaciones	4.0 [400]
Alojamientos y hoteles	
- Habitaciones	2.0 [200]
- Áreas comunes	Según uso como lugar de reunión
- Servicios y almacenes	5.0 [500]
- Pasillos y escaleras	4.0 [400]
Centros de reclusión	
- Celdas o habitaciones	2.0 [200]
- Áreas comunes	Conforme a espacios de reunión
- Circulaciones	4.0 [400]
Espacios de reunión	
- Con asientos anclados	3.0 [300]
- Con mobiliario móvil	4.0 [400]
- Salones, restaurantes, museos, gimnasios, lobbies	4.0 [400]
- Gradas o tribunas	5.0 [500]
- Pasillos y escaleras	5.0 [500]
Ambientes administrativos	
- Oficinas generales (excluye archivos y computación)	2.5 [250]
- Archivos	5.0 [500]
- Salas de cómputo	2.5 [250]

- Circulaciones	4.0 [400]
Teatros y centros escénicos	
- Camerinos	2.0 [200]
- Cabina de proyección	3.0 [300]
- Escenario	7.5 [750]
- Áreas de público	Conforme a espacios de reunión
Locales comerciales (tiendas)	5.0 [500]
- Pasillos y escaleras	5.0 [500]
Residencias o viviendas	2.0 [200]

Fuente: NORMA E.020 (2019)

2.2.6 ANÁLISIS SÍSMICO SEGÚN LA NORMA TÉCNICA E.030

Se realiza este estudio con el fin de calcular las fuerzas internas resultantes causadas por el movimiento oscilatorio de una porción de la Tierra durante una acción sísmica, de acuerdo con los criterios definidos por la E.030 – Diseño Sismorresistente 2019.

2.2.6.1. ANÁLISIS ESTÁTICO

Estudio estático de sismicidad Esta técnica representa el desplazamiento del suelo mediante un grupo de esfuerzos generados dentro de cada elemento estructural, se encuentra limitado en la norma NTE E030.

2.2.6.2. ANÁLISIS DINÁMICO

Estudio dinámico de sismicidad También conocido como estudio modal espectral, este método es ampliamente implementado a escala global, este enfoque recurre al espectro de respuesta sísmica para determinar los distintos modos de oscilación y, mediante la combinación de modos según algún criterio, se obtienen las cargas actuantes generadas A causa del evento sísmico definido en los parámetros de diseño (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, pp. 37-38).

2.2.6.3. PARÁMETROS PARA EL ESPECTRO DE DISEÑO

2.2.6.3.1. ZONIFICACIÓN

También referido como componente específico de la zona, este parámetro refiere a la aceleración horizontal máxima estipulada en el modelo sísmico de diseño, y se expresa como fracción de la gravedad en aceleración.

Figura 6

Zonificación sísmica

Fuente: NORMA E.020 (2019).



2.2.6.3.2. PARÁMETROS DE SITIO

Estos se refieren al factor S y TI y Tp, los cuales pueden determinarse como el suelo en el cual se construirá la estructura. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p.24)

Tabla 2

Factor de suelo

Zona sísmica	FACTOR SISMICO			
	Terre no tipo S0	Terre no tipo S1	Terre no tipo S2	Terre no tipo S3
Z4	0.8	1.0	1.1	1.1
Z3	0.8	1.0	1.6	1.2
Z2	0.8	1.0	1.2	1.4
Z1	0.8	1.0	1.6	2.0

Fuente: NORMA E.020 (2019)

Tabla 3*Periodo TP y TL*

	PERIODO DEL SUELO			
	Terreno tipo S0	Terreno tipo S1	Terreno tipo S2	Terreno tipo s3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TP (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Vallez (2019).

2.2.6.4. DIAGRAMAS DE FUERZAS

El propósito del análisis de gravitacionales cargas relativas a las acciones sísmicas es desarrollar la representación de fuerzas que sirve como base del comienzo en la etapa. Durante la fase es definida la proporción y distribución del refuerzo básico de acero en los distintos elementos de hormigón armado. Actualmente, el método de diseño por capacidad resistente es el enfoque más empleado en el ámbito industrial. Este método da las cargas mediante factores de amplificación para crear un diagrama envolvente, lo que permite que el elemento estructural soporte las cargas sin presentar fallos, inclusive cuando se encuentra dentro del Intervalo de respuesta inelástica.

El esquema de fuerzas actuantes, que marca el inicio de la etapa se determina a partir del análisis de gravitacionales cargas aplicadas y sísmicas. En esta fase se define la cantidad y ubicación exacta del refuerzo básico por medio del elemento de concreto dado. Actualmente, la metodología de resistencia última es la técnica preferida y más comúnmente adoptada en el ámbito industrial para el diseño estructural. Este método combina las fuerzas mediante factores de amplificación para formar un diagrama envolvente, lo que permite que la viga resista esfuerzos, inclusive en la fase inelástica, sin llegar a fallar. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.060, MVCS, 2019, pp. 12-13).

2.2.6.5. FUERZA CORTANTE MÍNIMA

Al calcular las cortantes fuerzas o aplicar correcciones, la máxima sollicitación cortante de naturaleza dinámica en la estructura no debe ser inferior al 80% del cortante esfuerzo estático en edificaciones de tipo regular. En aquellas construcciones con asimetrías o discontinuidades tanto en planta como en alzado, este valor no debe ser menor al 90% (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 41).

En los muros de carga, tanto la forma como la intensidad de la respuesta inelástica están determinadas por el la configuración y los materiales del muro. Un enfoque de diseño adecuado prevé estas respuestas plásticas estructurales y proporciona a los muros las proporciones y detalles necesarios para que puedan comportarse de manera prevista. La siguiente sección presenta un resumen de los principios básicos para las edificaciones con presencia de muros portantes.

La norma indica que, en edificaciones con irregularidades estructurales, el cortante basal correspondiente al primer nivel no debe ser inferior al 90 % del valor total del esfuerzo cortante desarrollado en la edificación base obtenido considerando el método estático en cada eje de estudio sísmico. De igual modo, cuando sea necesario, se debe ajustar el resultado final, omitiendo el parámetro de desplazamiento y aplicar el valor más bajo aceptado. Para los parámetros físicos en estudio, las sollicitaciones cortantes principales empleadas en el método estático fueron determinan utilizando las establecidas fórmulas por la normativa.

$$V_{est} = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} P$$

2.2.6.6. DETERMINACIÓN DE DESLIZAMIENTOS LATERALES

El desplazamiento se determinará escalando el valor obtenido del análisis elástico mediante el producto 0.75 por R, en combinación con esfuerzos sísmicos reducidos. En el caso de edificaciones irregulares, el desplazamiento para calcular el esfuerzo horizontal, se debe multiplicar el resultado del análisis lineal por el valor del factor R, de acuerdo con el comportamiento dúctil de la estructura (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 38).

2.2.6.7. JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA

Con el fin de evitar colisiones entre edificaciones durante eventos sísmicos, se requiere establecer una separación mínima entre ellas. Esta distancia se determina aplicando una fórmula que relaciona la altura total de la edificación (h) con la separación sísmica (sj), definida como: $s_j = 0.006 \times h$, siempre que el valor obtenido no sea inferior a 0.03 metros. Para el caso específico de una estructura con 19.9 metros de altura, este criterio debe aplicarse rigurosamente. En situaciones donde existan juntas sísmicas entre edificaciones contiguas, es obligatorio que la distancia hacia los linderos vecinos sea al menos igual a dos tercios del desplazamiento sísmico máximo previsto o, en su defecto, no menor a la mitad del ancho de la junta. Para la construcción evaluada, se sugiere una separación mínima de 7 centímetros respecto a las propiedades adyacentes en ambas direcciones. (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 26).

De acuerdo con lo estipulado en la tabla N.º 5 de la NTE E.030 (2019), las edificaciones clasificadas como esenciales deben cumplir requisitos específicos que aseguren su funcionalidad continua incluso después de un sismo de gran magnitud. Esta disposición responde al objetivo de preservar su operatividad inmediata tras eventos sísmicos severos. Cabe resaltar que los

sismos en sí no son la causa directa de pérdida de vidas humanas; son las edificaciones mal diseñadas o con deficiencias estructurales las que pueden provocar consecuencias fatales en tales situaciones (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 11).

2.2.6.7. ELEMENTO DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

Este elemento representa el incremento en la aceleración experimentada por la estructura al transferirse desde el suelo, y está regulado según los parámetros ambientales previstas:

$$T < T_P ; C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L; C = 2.5 \times \frac{T_P}{T}$$

$$T > T_L; C = 2.5 \times \frac{T_P \times T_L}{T^2}$$

Las etapas posteriores, se basan en el período fundamental de diseños.

2.2.6.8. CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR DE USO

La clasificación se realiza en función de su valor y el uso previsto. Según la NT Específica E030, se dividen en cuatro tipos: fundamentales, relevantes, habituales y temporales. En el caso de la construcción analizada, está destinada para ser utilizada mediante la concentración de una gran cantidad de individuos.

2.2.6.9. FACTORES DE IRREGULARIDAD

La Norma E.030 establece que el costo del coeficiente sísmico, especialmente en condiciones de construcción irregulares, está penalizado con el objetivo de lograr una evaluación más exacta, se reconocen dos categorías fundamentales de irregularidades estructurales: aquellas que se presentan en la disposición vertical o alzado (Irregularidad en elevación - Ia) y las que ocurren en la configuración horizontal o planta (Irregularidad en planta - Ip). En la Tabla 8 se muestran los criterios específicos utilizados para su

clasificación de información detallada sobre cómo identificar estas irregularidades y sus respectivos elementos.

En el caso de la obra que está siendo analizada, inicialmente se consideraron, según el sistema estructural.

Tabla 4

Factor de Irregularidad estructural en altura

Irregularidades estructurales en elevación	Factor
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Se presenta este tipo de anomalía cuando, en cualquier dirección de análisis, la deformación relativa de entrepiso excede en más del 40% la del nivel inmediatamente superior, o supera en más del 25% el promedio de las deformaciones de entrepiso correspondientes a los tres niveles superiores contiguos. La deriva debe calcularse promediando las deformaciones en ambos extremos del entrepiso	Factor = 0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez Esta condición se da si la distorsión del entrepiso sobrepasa en más del 60% la del piso superior inmediato, o si excede en más del 40% el promedio de las deformaciones de entrepiso de los tres niveles superiores. El cálculo se realiza tomando el promedio de ambos extremos del entrepiso.	Factor = 0.50
Irregularidad de Masa o Peso Se identifica este tipo de irregularidad cuando el peso de un nivel, conforme a lo establecido en el apartado 4.3 del reglamento, supera en un 50% al peso del piso contiguo. No se consideran en este análisis los techos ni los niveles de sótano. Factor Ia = 0.90	Factor = 0.90
Irregularidad Geométrica Vertical Esta irregularidad ocurre cuando, en cualquier eje de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales en un nivel es mayor en más del 30% respecto al nivel contiguo. Este criterio no aplica para techos ni sótanos. Factor Ia = 0.90	Factor = 0.90

Fuente: NORMA E.030 (2019)

Tabla 5

Factor de Irregularidad estructural en planta

IRREGULARIDAD EN PLANTA	FACTOR
Irregularidad Torsional Se identifica esta condición cuando, en cualquier dirección de análisis, el mayor desplazamiento relativo en un extremo del entrepiso, incluyendo la excentricidad accidental ($\Delta_{\text{máx}}$), supera en más de un 20% al desplazamiento relativo del centro de masa (Δ_{CM}) del mismo nivel, bajo la misma condición de carga. Esta condición sólo se aplica si la estructura cuenta con diafragmas rígidos y el desplazamiento relativo supera el 50% del límite permitido.	Factor 0.9
Irregularidad Torsional Extrema Ocurre cuando el desplazamiento relativo en un extremo del entrepiso,	Factor 0.9

considerando la excentricidad accidental ($\Delta_{\text{máx}}$), excede en un 50% al desplazamiento del centro de masa (Δ_{CM}) del mismo nivel. Aplica únicamente a edificios con diafragmas rígidos, siempre que el desplazamiento relativo sea mayor al 50% del valor permisible.

Esquinas Entrantes Una edificación se cataloga como irregular si presenta diafragmas con interrupciones bruscas o importantes diferencias en su rigidez. También se considera irregular cuando las aberturas del diafragma superan el 50% de su área bruta o si, en cualquier nivel y dirección de análisis, la sección transversal resistente del diafragma es inferior al 25% del área total de esa sección.

Factor 0.9

Sistemas no Paralelos Existe esta irregularidad cuando los elementos diseñados para resistir fuerzas laterales en alguna dirección no están dispuestos de manera paralela. Esta condición no se aplica si los ángulos formados por los ejes de muros o pórticos son menores a 30°, o si los elementos no paralelos soportan menos del 10% del cortante total en ese nivel.

Factor 0.9

Fuente: NORMA E.030 (2019)

2.2.6.10. RESTRICCIONES DE IRREGULARIDADES

La norma analiza la E030 los posibles tipos de inconsistencias estructurales mencionadas a continuación acuerdo a la categoría funcional del proyecto y su posicionamiento dentro del territorio nacional (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, p. 22).

Tabla 6

Categoría y regularidad de las edificaciones

Categoría	Zona	Restricciones
Categoría A1 y A2	En zonas sísmicas 4, 3 y 2,	no se permite ningún tipo de irregularidad estructural.
	En zona sísmica 1,	únicamente se prohíben las irregularidades clasificadas como extremas.
Categoría B	Para las zonas 4, 3 y 2,	se restringe estrictamente la presencia de irregularidades extremas.
	En zona sísmica 1	no se establecen restricciones específicas relacionadas con irregularidades.

Categoría C	En zonas 4 y 3	se prohíben las irregularidades extremas.
	En zona 2	estas irregularidades extremas están permitidas solo en edificaciones que no superen los 2 niveles o 8 metros de altura total.
	Para la zona 1	no se contempla ninguna limitación.

Fuente: Vallez (2019).

2.2.6.11. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS (R)

Se establece que la reducción del coeficiente de los efectos dinámicos generados por los movimientos telúricos incide sobre el sistema estructural determinará considerando los valores específicos indicados en la normativa.

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

2.2.6.12. ESPECTRO DE DISEÑO

El diseño es conocido como espectral aceleración, es una representación gráfica que se deriva en aceleración capaces de causar daño en diferentes diseños estructurales. Este espectro se determina considerando la función del sistema estructural, la sismicidad de la zona en la que se emplaza la edificación y las características específicas.

La Norma Técnica Específica E030 una serie de fórmulas para calcular, teniendo en cuenta las mencionadas anteriormente. Estas fórmulas permiten obtener valores de aceleración espectral que son utilizados como criterios Con el objetivo de diseñar y verificar el comportamiento estructural ante sollicitaciones sísmicas (NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.030, MVCS, 2019, pp. 15-17).

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} g$$

2.2.6.13. DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS ADMISIBLES

Tabla 7

Valores máximos de la distorsión del entrepiso

LÍMITES DE DISTORSIÓN	
Material	(Δ_i / h_{ei})
Concreto	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Para edificaciones de concreto armado que incorporan muros con ductilidad	0,005

Fuente: NORMA E.030 (2019).

2.2.7 DISEÑO DE CIMENTACIONES

Las cimentaciones son los componentes estructurales encargados de transmitir las cargas provenientes de columnas y muros hacia el terreno. Debido a que el suelo posee una capacidad portante inferior a la del concreto, las dimensiones de las cimentaciones suelen ser mayores que las de los elementos que soportan su correspondiente columna o muro de las fuerzas transferidas al terreno.

Las dimensiones de la cimentación (cimentación, cimentación en tiras o losa de cimentación) deben tener en cuenta criterios de capacidad de carga y excentricidad de carga para evitar problemas de estabilidad. Una de las normas dimensionales establece que ningún punto del terreno debajo de los cimientos debe estar sujeto a tensiones mayores que la capacidad de carga del terreno se refiere a la máxima presión que el suelo puede soportar sin experimentar fallas o deformaciones excesivas, garantizando la estabilidad de la estructura que se construya sobre él definida por un estudio de mecánica del suelo. La segunda excentricidad de carga límite estándar se define como la relación entre el momento "M" y el eje de acción "P".

Para condiciones dinámicas (debido a terremotos) es posible contemplar un incremento del 30 % en la capacidad portante del terreno bajo determinadas condiciones previstas en la normativa (RNE-E060). Para las edificaciones objeto de estudio se consideró el uso de cimentaciones de conexión para evitar cualquier tipo de asentamiento que pudiera producirse, dificultando el funcionamiento de los dispositivos de aislamiento.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Aisladores sísmicos: Los sistemas de aislamiento sísmico se colocan en la base de la edificación, actuando como una interfaz entre la superestructura y el terreno para reducir la transmisión de fuerzas sísmicas para protegerlo de la actividad sísmica, las vibraciones fuertes (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.031: Aislamiento Sísmico, MVCS, 2019, p. 4).

Análisis estructural: El análisis estructural es una disciplina fundamental dentro de la ingeniería civil que permite evaluar el comportamiento mecánico de las estructuras sometidas a diferentes tipos de cargas. A través de este proceso se identifican los esfuerzos internos, las deformaciones y los desplazamientos que se generan en los elementos estructurales, con el propósito de garantizar la seguridad y funcionalidad de la construcción (Hibbeler, 2016, p.15).

Análisis por falla balanceada: Una fractura de equilibrio da como resultado un límite elástico basado en el acero e impone una tensión lateral sobre el hormigón, con tensiones axiales de aproximadamente 0,04 y 1,40 para cada fibra (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.060: Concreto armado, MVCS, 2019, pp. 63-64).

Análisis por falla a compresión: En el análisis de fallas por compresión, el concreto logra desarrollar su resistencia máxima cuando se han cumplido adecuadamente los procesos de curado y fraguado,

permitiendo que el material alcance su desempeño estructural óptimo falle, lo que resulta en una falla. (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.060: Concreto armado, MVCS, 2019, p. 64).

Análisis por falla a tensión: Cuando el acero está en su máxima resistencia, se lleva a cabo un análisis de falla por tracción (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.060: Concreto armado, MVCS, 2019, p. 64).

Amortiguamiento efectivo: Describe la habilidad de una estructura o sistema para absorber y disipar la energía generada por acciones dinámicas, tales como movimientos sísmicos o efectos del viento. Esta disipación de energía puede provenir tanto de las propiedades internas de los materiales como de la incorporación de mecanismos o dispositivos diseñados específicamente para este fin. Su función principal es minimizar la respuesta dinámica de la estructura y evitar posibles fallas o daños (Chopra, 2017, p. 409).

Diseño estructural: El diseño estructural consiste en definir las características físicas y materiales de una estructura para que sea segura, estable y funcional frente a las cargas que actuará sobre ella, cumpliendo con normas técnicas y criterios de seguridad establecidos (McCormac y Nelson, 2014, p. 6).

Periodos de vibración: El período de vibración es el tiempo que una estructura tarda en oscilar completamente bajo una carga dinámica, y está determinado principalmente por su masa y rigidez. Es un parámetro clave en el diseño sísmico estructural (Chopra, 2017, p. 41).

Resistencia a la compresión: La capacidad del concreto para soportar fuerzas que lo comprimen representa una de sus propiedades mecánicas más relevantes promedio obtenido cuando se ensayan dos muestras después de 28 días (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.060: Concreto armado, MVCS, 2019, p. 36).

Resistencia de diseño: se refiere a la capacidad nominal se ajusta mediante la aplicación de un coeficiente de modificación que tiene en cuenta factores de seguridad y comportamiento estructural atenuación (NORMA TECNICA DE EDIFICACION E.060: Concreto armado, MVCS, 2019, p. 19).

Sistema estructural: Un sistema estructural es un conjunto de elementos como vigas y columnas que actúan conjuntamente para soportar y transferir cargas hasta la cimentación, asegurando la estabilidad y seguridad de la estructura (Ching y Adams, 2015, p. 19).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación influye significativamente en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECIFICOS

H₁: La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB mejora la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas, evidenciada por la reducción de derivas y desplazamientos laterales y la modificación del período fundamental.

H₂: La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB optimiza el diseño estructural de la Clínica Pillko, permitiendo el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Análisis y diseño estructural

- Parámetros de sitio
- Periodos de vibración
- Desplazamientos laterales

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Aisladores sísmicos tipo LRB

- Rigidez efectiva
- Rigidez vertical
- Amortiguamiento efectivo
- Desplazamiento de diseño

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. dependiente Análisis y diseño estructural	El estudio estructural constituye una disciplina que se encarga de evaluar la capacidad de una construcción para soportar cargas, su rigidez frente a deformaciones, su comportamiento, así como su durabilidad y seguridad en las obras. Villareal (2009)	análisis estructural	•Parámetros de sitio •Periodos de vibración •Desplazamientos laterales •Derivas de entrepiso	Cuantitativa.	Discreta
	El diseño tiene como principal función es estabilizar estructuras mediante el uso y diseño adecuado de los materiales. Reboredo (2021)	Diseño estructural	•Diseño de vigas •Diseño de columnas •Diseño de losas •Cumplimiento E030 •Cumplimiento E031		
V. independientes Aisladores sísmicos	El sistema de aislamiento sísmico consiste en un conjunto de dispositivos estructurales diseñados para desacoplar la parte superior de la edificación de su cimentación, reduciendo así la transmisión directa de las fuerzas sísmicas y preservando la estabilidad de la estructura. Batallas (2022)	Propiedades mecánicas del aislador	•Rigidez efectiva •Rigidez vertical •Amortiguamiento efectivo •Desplazamiento de diseño	Cuantitativa.	Discreta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández et al. (2014), el tipo de investigación aplicada busca generar conocimientos orientados a la resolución de problemas prácticos, proponiendo alternativas viables que contribuyan a mejorar procesos, sistemas o estructuras en contextos específicos (p. 4).

En este estudio, el tipo de investigación es **aplicada**, ya que se desarrolla una propuesta técnica mediante la evaluación de la influencia de aisladores sísmicos de tipo LRB en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko. La finalidad es plantear una solución ingenieril que incremente la seguridad estructural frente a eventos sísmicos, contribuyendo a la reducción de vulnerabilidad en edificaciones nuevas.

3.1.1 ENFOQUE

En la realización de esta investigación, se llevó a cabo la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a partir del modelamiento estructural realizado, los cuales fueron comparados para contrastar con la hipótesis, ello dio las disposiciones establecidas del Reglamento de Edificaciones, especialmente las normas E030 y E031. (Sampieri, 2010, p. 30).

Debido a lo expuesto anteriormente, este trabajo tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se consultaron diversas fuentes y bibliografías para llevar a cabo el análisis y planificación resistente de la estructura.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

El estudio tiene un alcance explicativo, ya que pretende examinar la influencia que ejerce la incorporación de aisladores sísmicos en el

desempeño estructural del edificio, identificando las relaciones de causa y efecto entre las variables estructurales, según lo expuesto por Hernández et al. (2014, p 93).

La tesis, tuvo un nivel explicativo, debido a que se analizaron los criterios definidos dentro de las normas E030, las que están interrelacionadas con variables adicionales consideradas en el proceso de diseño resistente al sismo de esta forma de analizar el comportamiento estructural de la edificación frente a un factor externo, siendo en este caso la acción sísmica.

3.1.3 DISEÑO

Según Kerlinger y Lee (2002), el diseño de investigación corresponde al plan o estrategia adoptada para responder a las preguntas de investigación. Puede ser experimental o no experimental; y, dentro de este último, transversal o longitudinal. El diseño no experimental se aplica cuando no es posible manipular deliberadamente las variables, y el transversal recolecta los datos en un solo momento (p. 473).

El diseño en la investigación se empleó un diseño no experimental de tipo comparativo basado en simulación computacional, debido a que no se realizaron ensayos físicos ni se modificaron las condiciones reales del fenómeno estudiado. La investigación consistió en el modelamiento estructural mediante el software ETABS, comparando dos configuraciones estructurales de una misma edificación: un sistema convencional de base fija y un sistema con aisladores sísmicos tipo LRB.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) señalan que la unidad de análisis corresponde al elemento sobre el cual se obtendrá la información para responder al problema de investigación, cuya

definición depende del planteamiento del estudio y de sus objetivos (pp. 172-173).

La unidad de análisis de la presente investigación está constituida por la edificación proyectada denominada Clínica Pillko, ubicada en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco. La investigación corresponde a un estudio de caso único, debido a que el análisis se centra exclusivamente en esta edificación, seleccionada por su condición de establecimiento de salud y por disponer de la información técnica necesaria para el modelamiento estructural y la evaluación de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB. En consecuencia, no se realizó un proceso de muestreo, ya que la totalidad de la investigación se desarrolló sobre este único caso de estudio.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS:

La técnica empleada fue mediante la observación se identifican las particularidades del entorno donde se proyectará la clínica, de este modo como, así como las diversas vías de ingreso a dicha.

Levantamiento topográfico y estudio de suelo con el fin de identificar la clasificación y resistencia del terreno conforme a lo establecido por la normativa Técnica E 050.

INSTRUMENTOS:

Las herramientas utilizadas para obtener información en este estudio tesis fueron los siguientes:

✓ INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Los instrumentos metodológicos se definen como los medios técnicos o procedimientos sistemáticos utilizados para la obtención, el análisis y el procesamiento de la información durante la ejecución de una investigación científica.

- Estudio de suelos

El estudio de suelo ofrece un fundamento firme para justificar el planteamiento de uso del territorio.

- CARGAS - Norma E-020

El propósito es determinar la carga que puede soportar una estructura.

- Norma E 030 "DISEÑO SISMORESISTENTE"

Las específicas las exigencias básicas que deben cumplirse en la planificación estructural ante sismos en el Perú.

- AISLAMIENTO SISMICO - Norma E-031

La norma es especificar los requisitos que deben satisfacer las instalaciones sanitarias. El propósito en la norma es especificar exigencias fundamentales para proyectar y edificar construcciones que involucren cualquier clase de sistemas con sistemas de desacoplamiento sísmico.

- Norma A050 SALUD

El objetivo de esta norma es especificar los requisitos que están obligados a satisfacer los establecimientos.

- Software ETABS

Sirve con fines de evaluación estructural y dimensionamiento.

- AutoCAD.

Se utiliza con el fin de diseñar planos de construcción, diseño de jardines y zonas exteriores.

✓ INSTRUMENTOS FÍSICOS

Los instrumentos físicos constituyen dispositivos concretos empleados en entornos de laboratorio o en campo, destinados a la medición y registro preciso de datos experimentales.

- ESTACION TOTAL

Este instrumento sirve para evaluar la topografía, registrar las características naturales existentes.

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

En la presente tesis se empleó la guía de observación como instrumento para obtener los requeridos datos tomando en cuenta el siguiente procedimiento: La primera etapa implica llevar a cabo el estudio planimétrico y altimétrico del área y obtener los resultados de los ensayos de suelo, los cuales permitirán determinar la clasificación y la resistencia del terreno conforme a lo dispuesto por la normativa E050.

Luego se elaborarán los esquemas de organización espacial utilizados en la planificación estructural, comenzando con el modelado en el software, el cual se calcularán los esfuerzos verticales que soportan las columnas, considerando los diversos parámetros sísmicos dado en la normativa E030.

Finalizando este proceso, se procede mediante la evaluación tanto estática como dinámica de los componentes estructurales, conforme a lo dispuesto en la norma E030 como sismo resistente.

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Las técnicas utilizadas para tratar y examinar la información en este estudio: primero se ejecutó un levantamiento del terreno mediante técnicas topográficas con el fin de determinar la planificación funcional del arquitectónico diseño de la clínica, posteriormente se llevó a cabo un levantamiento del terreno con el fin de identificar las características sísmicas del paisaje. El pre dimensionamiento preliminar de las estructurales partes se realizó en ETABS para el Excel para ser modelado, luego de modelada la estructura se pasa a hacer una evaluación tanto en estado estático como dinámico y finalmente en la estructura.

3.3.4 ASPECTOS ÉTICOS

La información técnica empleada en la presente investigación se obtuvo a partir de estudios topográficos, el estudio de mecánica de suelos, la normativa nacional vigente y el modelamiento estructural desarrollado mediante el software ETABS con fines estrictamente académicos.

Considerando que el estudio corresponde a una propuesta de diseño estructural basada en simulación computacional y no al análisis de una edificación existente en operación, no fue requerida la autorización de alguna institución para su ejecución. En ese sentido, la denominación "Clínica Pillko" fue utilizada únicamente como referencia del proyecto arquitectónico y estructural desarrollado en la investigación, sin corresponder a un establecimiento de salud en funcionamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

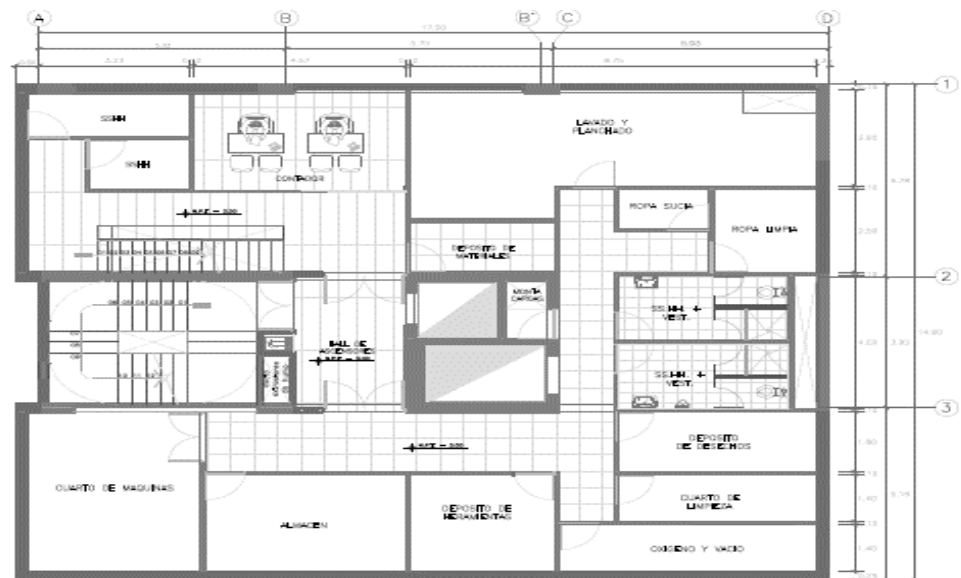
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

En primera instancia, se desarrolló la propuesta arquitectónica de la presente tesis conforme a lo establecido en la Norma A050, se señala que, en primer término, el proyecto debe ser emplazado en una zona que se encuentre alejado a áreas susceptibles a procesos erosivos o inestabilidad geológica.

Asimismo, considerando las normativas relacionadas con la circulación interna, zonas de parqueo, accesos mediante rampas y ascensores, y tomando como referencia proyectos previos desarrollados en Huánuco, se procede a diseñar el plano arquitectónico correspondiente a los cinco niveles, incluyendo el sótano.

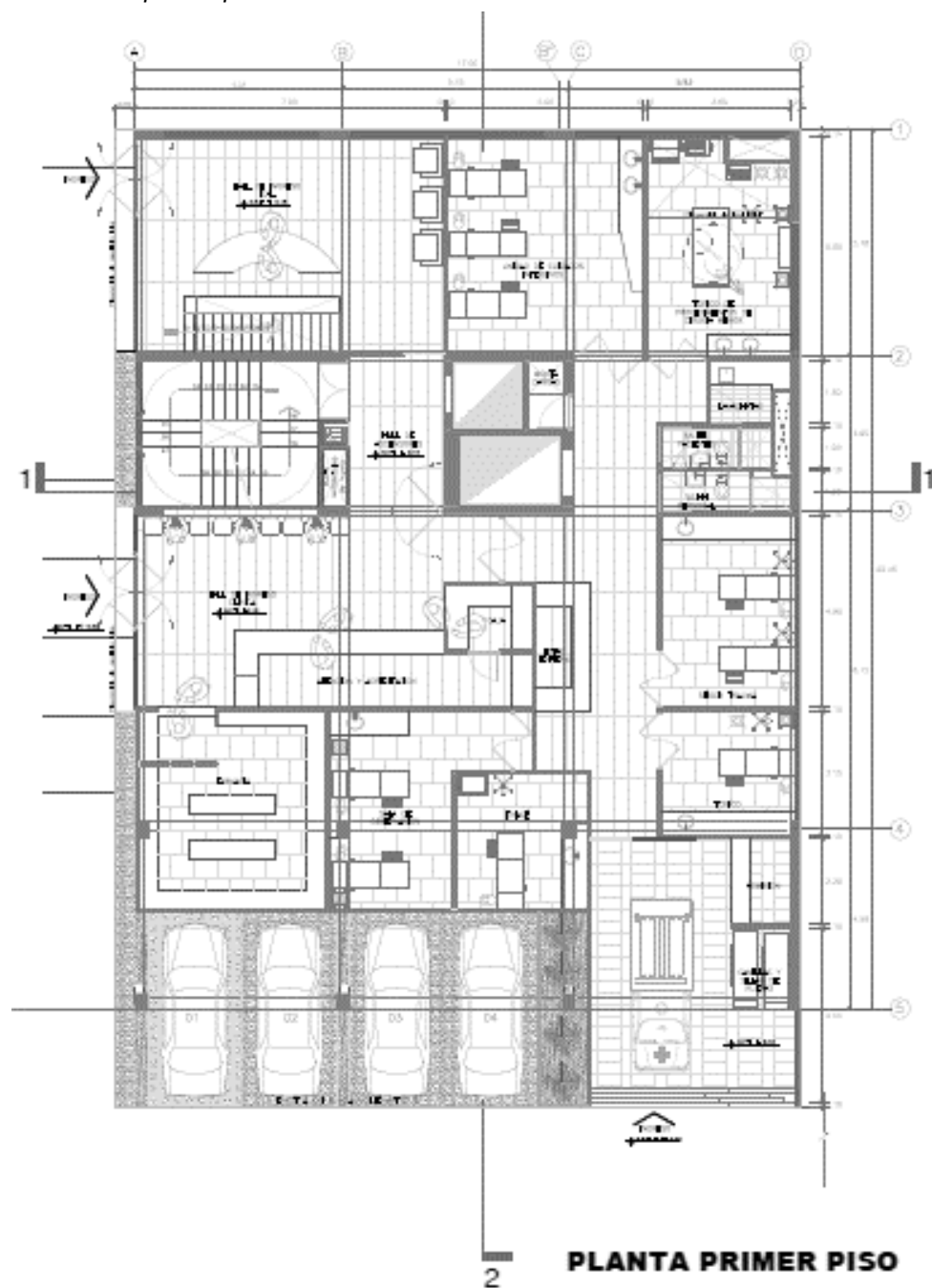
Figura 7
Planta de sótano



SOTANO

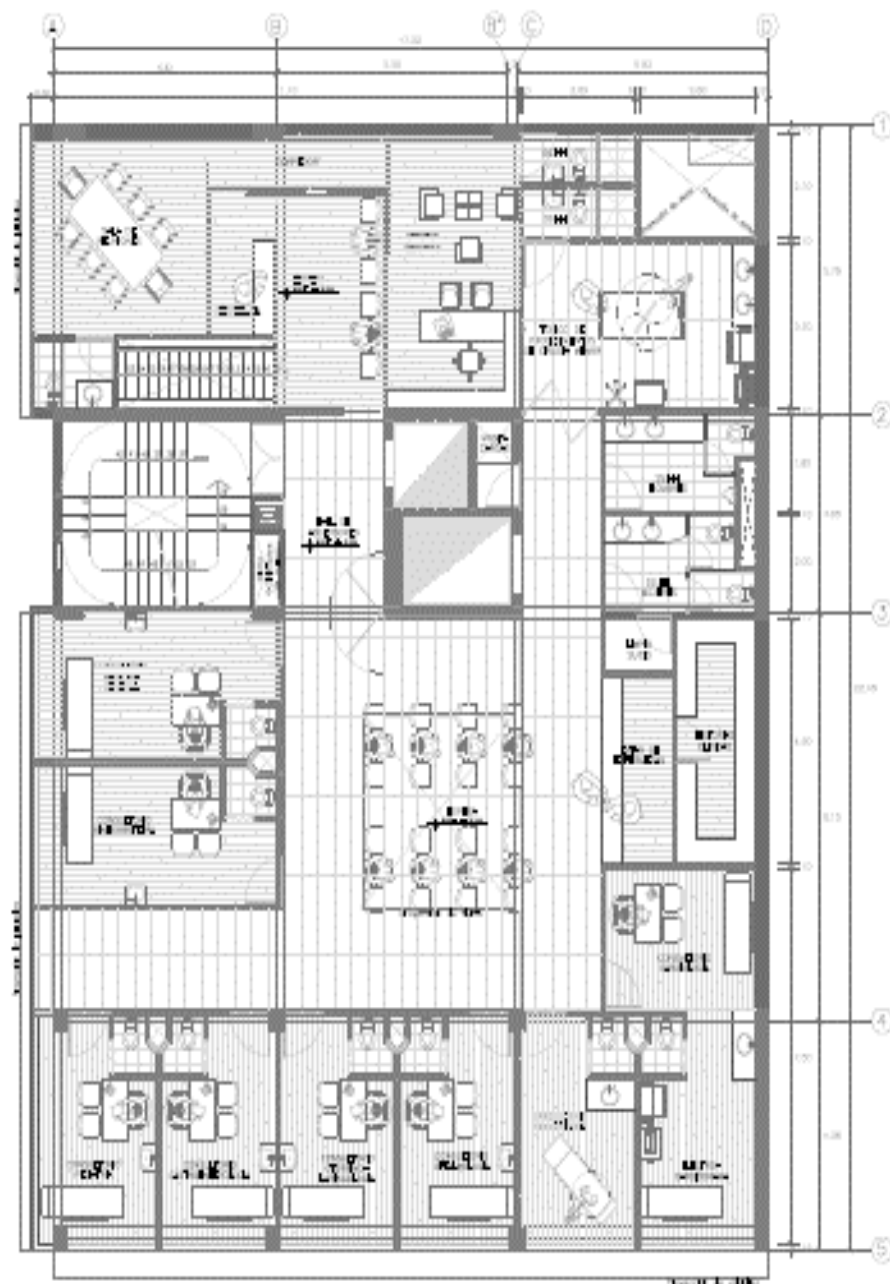
Nota: La figura presenta el esquema espacial del nivel subterráneo correspondiente a la clínica.

Figura 8
Planta de primer piso



Nota: La figura presenta la distribución arquitectónica del primer piso correspondiente a la clínica.

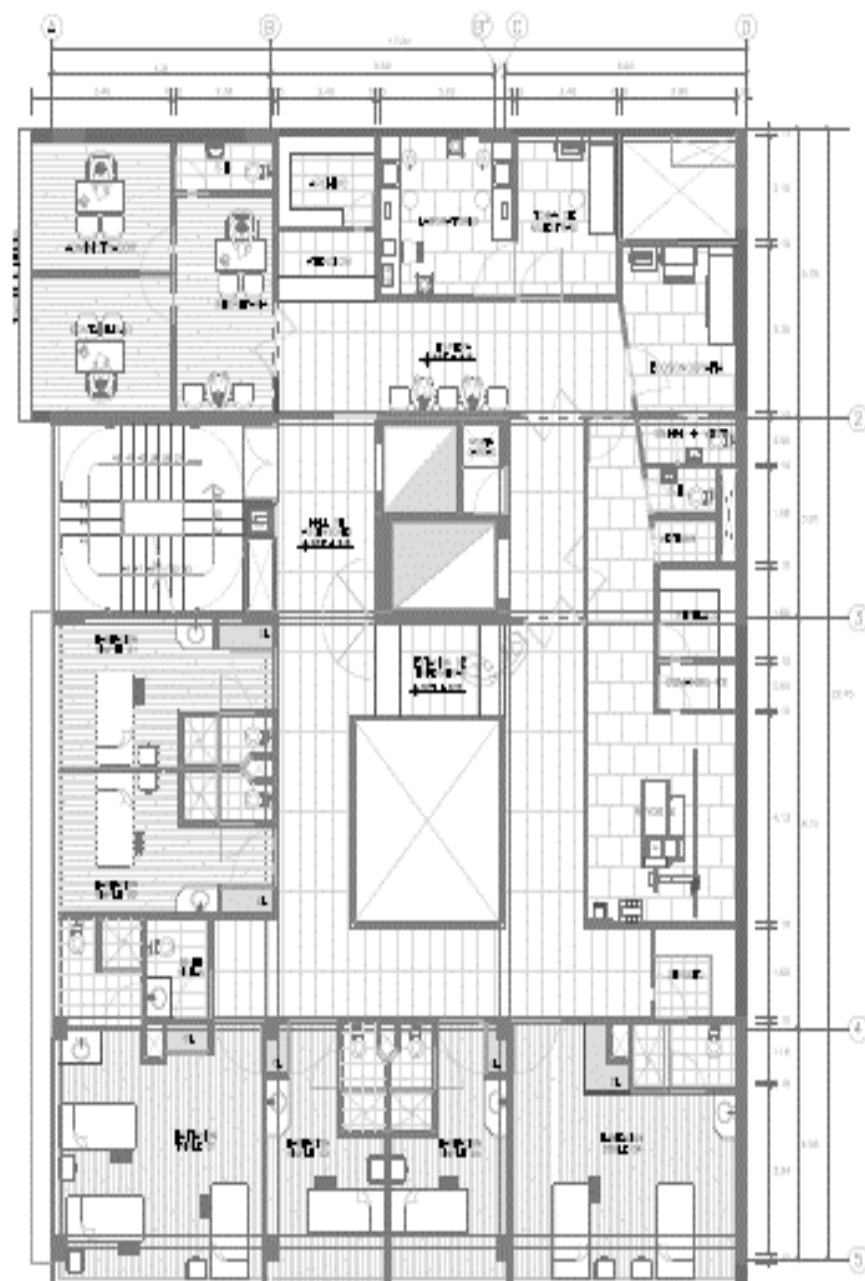
Figura 9
Planta de segundo piso



PLANTA SEGUNDO PISO

Nota: La figura presenta la distribución arquitectónica del segundo piso correspondiente a la clínica.

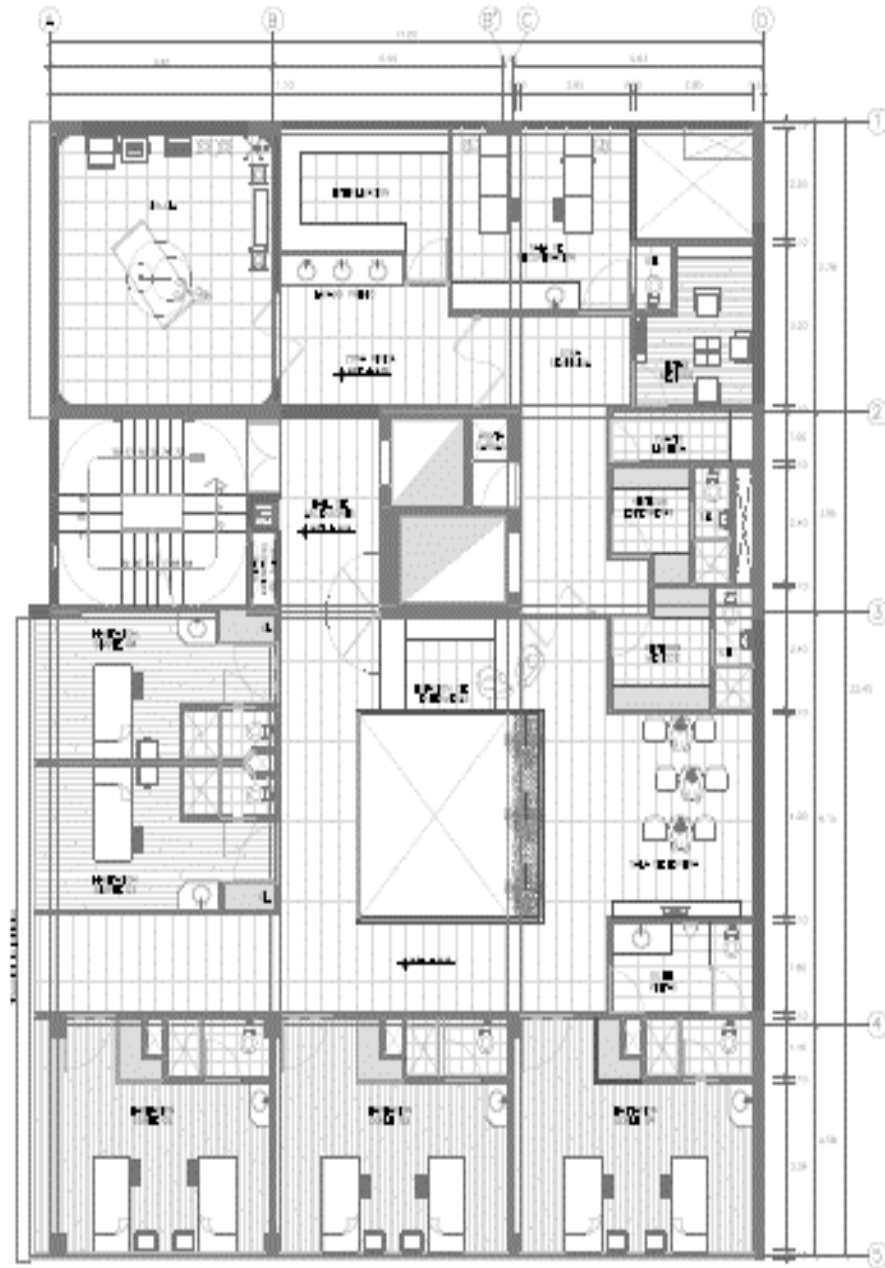
Figura 10
Planta de tercer piso



PLANTA TERCER PISO

Nota: La figura presenta la distribución arquitectónica del tercer piso correspondiente a la clínica.

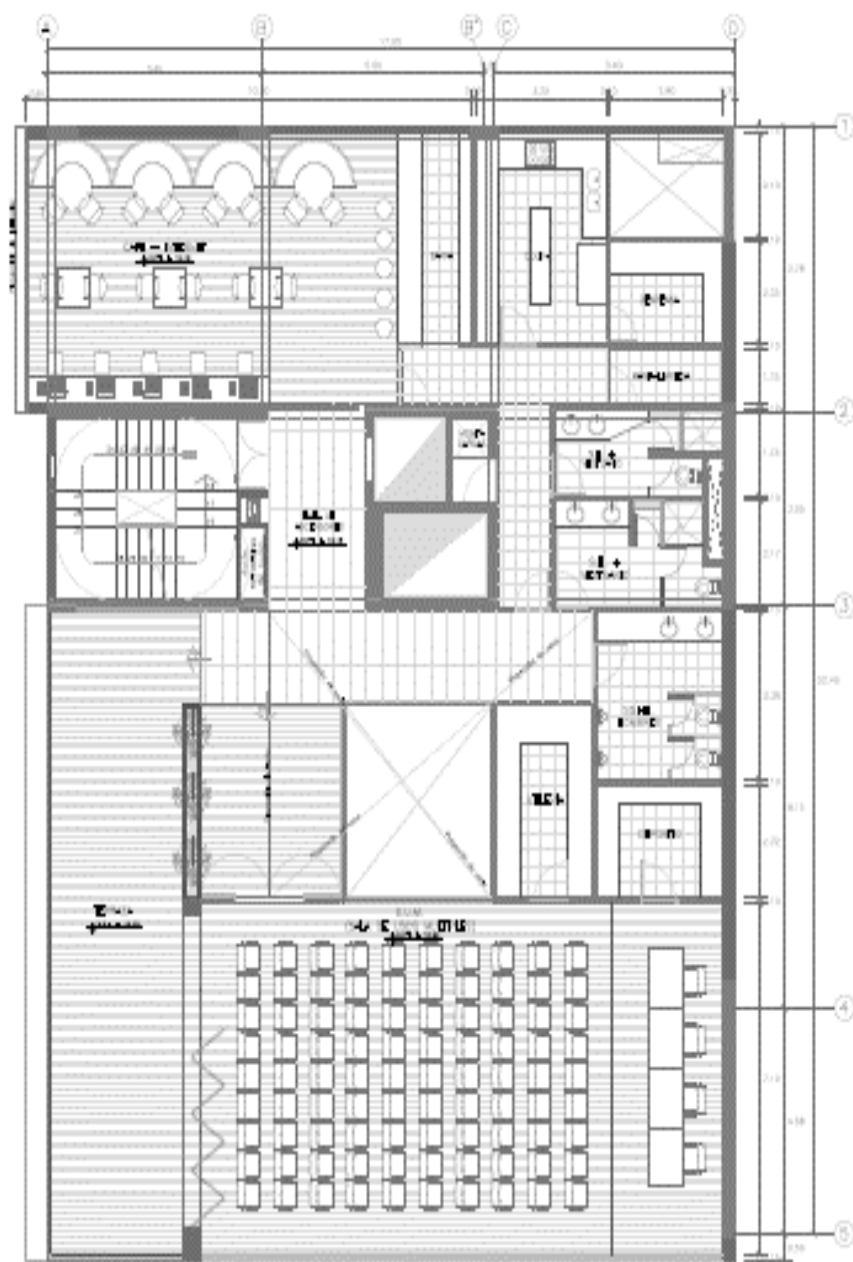
Planta de cuarto piso



PLANTA CUARTO PISO

Nota: La figura presenta la distribución arquitectónica del cuarto piso correspondiente a la clínica.

Figura 12
Planta de quinto piso



PLANTA QUINTO PISO

Nota: La figura presenta la distribución arquitectónica del quinto piso correspondiente a la clínica.

4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1.2.1. PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA

$$Peralte = \frac{Longitud}{10}$$

En primer lugar, se calculó el peralte de las vigas, decidiéndose un rango de cm 50 a 70 debido a que las distancias libres no superan los 7.8 m. Esta manera, en la dirección X-X se procedió a eligió con peralte de 50 cm, mientras que para el eje Y-Y se seleccionó una viga con peralte de 70 cm. A continuación, se presenta el procedimiento utilizado para determinar la altura estructural asignada a cada viga.

Luz (m)	Peralte (cm)
4.0	40
5.0	50
5.5	55
4.7	47
5.5	55
5.5	55
7.8	78
5.5	55
7.8	78
7.8	78

Viga tipo V-1: 25 × 70 cm

Viga tipo V-2: 35 × 60 cm

4.1.2.2. PREDIMENSIONAMIENTO LOSA ALIGERADA

Se determinaron las medidas de las losas determinadas en función del modelado estructural y, posteriormente, se seleccionó un peralte conforme a parámetros en la E060 del RNE. Así, se concluyó en requerir losas aligeradas de 20 cm mediante su espesor.

4.1.2.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

El dimensionamiento preliminar de columnas se realizó considerando las cargas gravitacionales transmitidas por los elementos superiores.

Peso columna:

Peso específico del concreto (ton/m³) – 2.40

Altura entre pisos h (m) – 3.00

Área estimada (m²) – 0.25

Peso propio (ton) – 1.80

Peso Vigas:

- El peso unitario del concreto considerado es de 2.40 toneladas por metro cúbico.
- Las vigas tienen una longitud de 5.40 metros.
- El área de sección transversal de cada viga es de 0.36 metros cuadrados.
- Por lo tanto, el peso total de cada viga es de 4.66 toneladas.

Peso Aligerado:

- *Peso estimado (ton/m²) – 0.30*
- *Área del aligerado (m²) – 36.1*
- ***Peso del aligerado (ton) – 10.83***

CM total 17.29

- *Carga Viva Sobrecarga (ton/m²) – 0.30*
- *Área total (m²) – 36.2*

CV total 10.86

$$\text{Peso en servicio} = \text{CM} + \text{CV} = 28.15 \text{ ton}$$

$$\text{Área estimada} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 \times f'_c} = \frac{28.15 \times 5 \times 10^3}{0.45 \times 280} \approx 1117.06 \text{ cm}^2$$

Como decisión final, se seleccionó una columna con dimensiones de 50 por 50 centímetros, equivalente a un área de 2500 centímetros cuadrados.

4.1.2.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE PLACAS

Las placas estructurales fueron dimensionadas de acuerdo con las recomendaciones de la Norma Técnica E.060.

$$\text{Espesor} \geq \frac{\text{Longitud del muro}}{25}$$

Se emplearon placas con una longitud de metros 5.5, por lo que, según la fórmula previamente mencionada, el espesor correspondiente debe ser de centímetros en 25.

- Columnas convencionales: con dimensiones de 0.50 m x 0.50 m
- Vigas peraltadas: sección transversal de 0.25 m x 0.70 m
- Vigas peraltadas: sección alternativa de 0.35 m x 0.60 m
- Placas estructurales: espesor uniforme de 0.25 m
- Losas aligeradas unidireccionales: altura total de 0.20 m

4.1.3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO ENFOCADAS EN LA RESPUESTA ANTE SISMOS

- *Concreto Armado* $\rightsquigarrow$ $F'_c: 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ *Peso Específico:* $2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- *Acero de Refuerzo* $\rightsquigarrow$ $F'y: 4,200 \frac{kg}{cm^2}$ *Peso Específico:* $7,800 \frac{kg}{m^3}$
- *Sistema Estructural "X"* $\rightsquigarrow$ *Concreto Armado, Dual*
- *Sistema Estructural "Y"* $\rightsquigarrow$ *Concreto Armado, Dual*
- *Categoría del Edificio* $\rightsquigarrow$ *Edificaciones Esenciales "A"* –
 $U: 1.5$
- *Zona Sísmica del Proyecto* $\rightsquigarrow$ $2 - Z: 0.35g$
- *Parámetros del Suelo* $\rightsquigarrow$
Suelos Intermedios "S3" – $T(p): 0.60seg - S: 1.15$
- *Capacidad Portante del Suelo* $\rightsquigarrow$ $Q_{adm}: 2.50 kg/cm^2$
- *Módulo de Reacción del Suelo – Coeficiente de Balasto:* $5.00 kg/cm^3$

4.1.4. METRADO DE CARGAS PARA EL MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

Para el desarrollo del modelo estructural de la Clínica Pillko se realizó el metrado de cargas gravitacionales conforme a los criterios establecidos en la Norma Técnica E.020 "Cargas" del Reglamento Nacional de Edificaciones. Este procedimiento permitió determinar las cargas muertas y cargas vivas actuantes sobre los elementos estructurales, las cuales fueron posteriormente asignadas al modelo computacional desarrollado en el software ETABS.

4.1.4.1. METRADO DE CARGA MUERTA

La carga muerta corresponde al peso propio de los elementos estructurales y elementos permanentes que forman parte de la edificación.

Para el cálculo se consideraron los siguientes materiales:

Tabla 9*Peso específico*

Material	Peso específico
Concreto armado	2400 kg/m ³
Acero de refuerzo	7850 kg/m ³
Albañilería	Según E.020

a) PESO PROPIO DE LOSA ALIGERADA

Considerando una losa aligerada de espesor:

$$e=0.20m$$

Según la Norma E.020:

$$\text{Peso}=300\text{kg/m}^2$$

Por lo tanto:

Tabla 10*Espesor de losa aligerada*

Elemento	Espesor	Carga
Losa aligerada	20 cm	300 kg/m ²

b) Peso propio de vigas

Se consideraron las dimensiones establecidas en el diseño:

Viga principal:

$$0.35\text{m}\times 0.60\text{m}$$

Peso:

$$P=b \times h \times L \times \gamma_c$$

Donde:

$$b = 0.35 \text{ m}$$

$$h = 0.60 \text{ m}$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Ejemplo para una longitud de 5.40 m:

$$P=0.35(0.60)(5.40)(2400)$$

$$P=2721.6\text{kg}$$

Por tanto:

$$\mathbf{P=2.72\text{ton}}$$

c) Peso propio de columnas

Dimensiones:

$$0.50\text{m} \times 0.50\text{m}$$

Altura de entrepiso:

$$h=3.00\text{m}$$

Entonces:

$$P=0.50(0.50)(3.00)(2400)$$

$$P=1800\text{kg}$$

Peso por columna:

$$P=1.80\text{ton}$$

d) Carga permanente adicional

Según la Norma E.020 se consideraron cargas adicionales correspondientes a acabados, tabiquería y elementos no estructurales.

Tabla 11

Cargas adicionales

Elemento	Carga considerada
Acabados de piso	100 kg/m ²
Tabiquería equivalente	100 kg/m ²
Instalaciones	50 kg/m ²

Carga adicional total:

$$CM \text{ adicional}=250\text{kg/m}^2$$

4.1.4.2. METRADO DE CARGA VIVA

La carga viva fue asignada según el uso de cada ambiente de la clínica, considerando la Norma Técnica E.020.

Tabla 12

Cargas vivas según norma E. 020

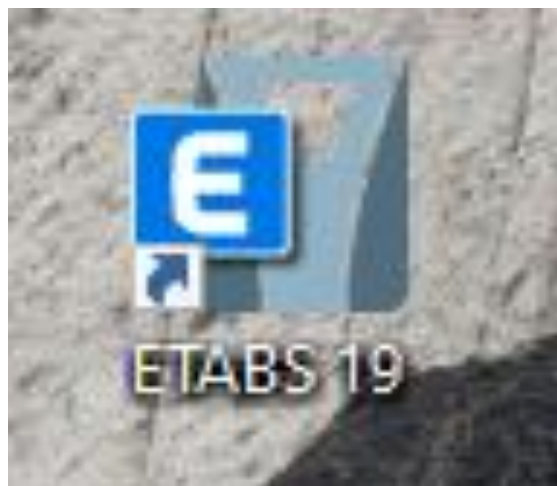
Ambiente	Carga viva
Habitaciones	200 kg/m ²
Consultorios	250 kg/m ²
Laboratorios	300 kg/m ²
Sala de operaciones	300 kg/m ²
Pasadizos y escaleras	400 kg/m ²
Techo	100 kg/m ²

4.1.5. MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Después de obtener el predimensionamiento de los elementos estructurales verticales y horizontales, como columnas, muros, se procederá a definir los lineamientos de llevar a cabo el modelado, incluyendo los materiales y el proceso utilizado para dicho modelado.

En primer lugar, se llevó a cabo la descarga e instalación del ETABS como software, y posteriormente se accedió al programa mediante su ícono de acceso.

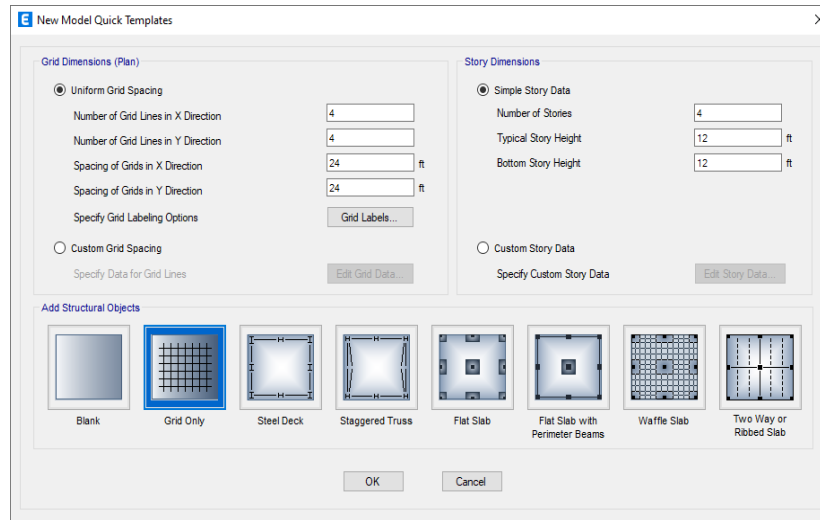
Figura 13
Ícono de ETABS



Nota: para la realizar se tiene como principal finalidad la metodología de los dispositivos de aislamiento sísmico ya que en los últimos años tomo gran importancia. Se tuvo como objetivo optimizar el diseño estructural de una edificación de concreto armado ubicada en la ciudad de Huánuco, utilizando para ello el software ETABS y cumpliendo con los lineamientos de E.030 dada por la Norma.

Después de unos instantes, el software se iniciará y desplegará una ventana que permitirá configurar previamente las grillas del proyecto.

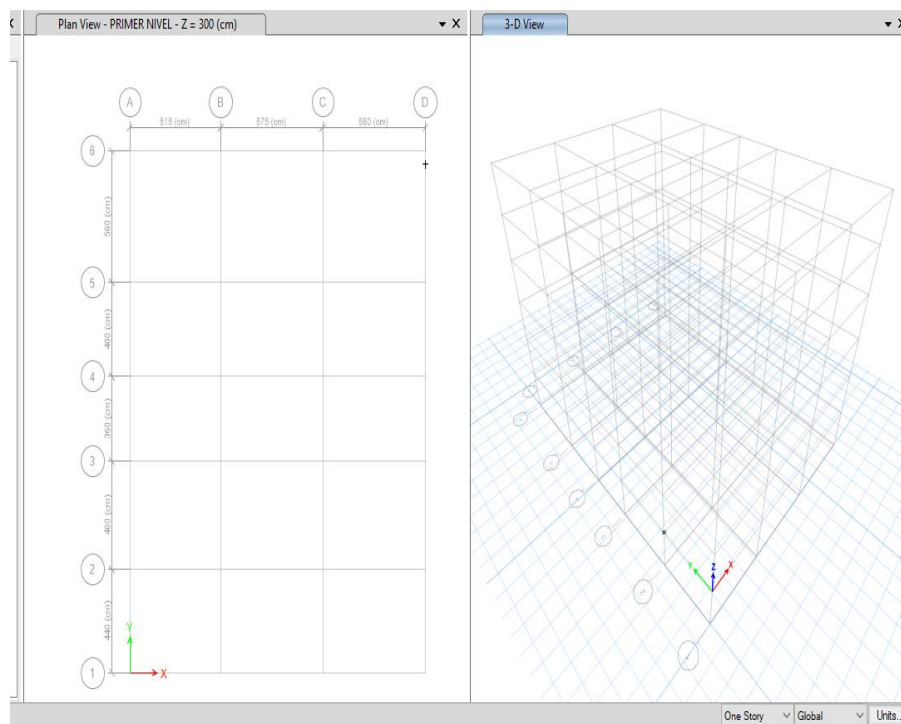
Figura 14
Grillas para el modelamiento



Interpretación:

En la ilustración se da a conocer la configuración en el software Etabs de las líneas de referencia conforme al plano arquitectónico, distribuidas a lo largo de los ejes X, Y y Z.

Figura 15
Vista 3D de las grillas



Interpretación:

En la ilustración se da a conocer la configuración en el software Etabs de las grillas en 3D en el software Etabs según el plano arquitectónico tanto en los ejes X-X,Y-Y y Znn-Z.

Figura 16
Propiedades del concreto-ETABS

The screenshot displays the 'Material Property Data' dialog box in ETABS. It is organized into three main sections: 'General Data', 'Material Weight and Mass', and 'Mechanical Property Data'.

- General Data:** Includes fields for 'Material Name' (set to 'F'C 280'), 'Material Type' (set to 'Concrete'), 'Directional Symmetry Type' (set to 'Isotropic'), 'Material Display Color' (with a 'Change...' button), and 'Material Notes' (with a 'Modify/Show Notes...' button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Below these are input fields for 'Weight per Unit Volume' (0.0024 kgf/cm³) and 'Mass per Unit Volume' (0.000002 kgf·s²/cm⁴).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for 'Modulus of Elasticity, E' (252671.33 kgf/cm²), 'Poisson's Ratio, U' (0.2), 'Coefficient of Thermal Expansion, A' (0.0000099 1/C), and 'Shear Modulus, G' (105279.72 kgf/cm²).

Interpretación:

La ilustración muestra la configuración del software Etabs de las características del concreto que se utilizarán en la modelación estructural, incluyendo su peso unitario y módulo de elasticidad del concreto de $f_c' 280 \text{ kg/cm}^2$.

Sin embargo, también se tendrá en cuenta las cargas vivas y muertas que serán consideradas antes de realizar el análisis en el software, dichas cargas se encuentran dadas en la norma E 020 del RNE.

Figura 17
Propiedades del acero-ETABS

Material Property Data

General Data

Material Name: F'Y 4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0078 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

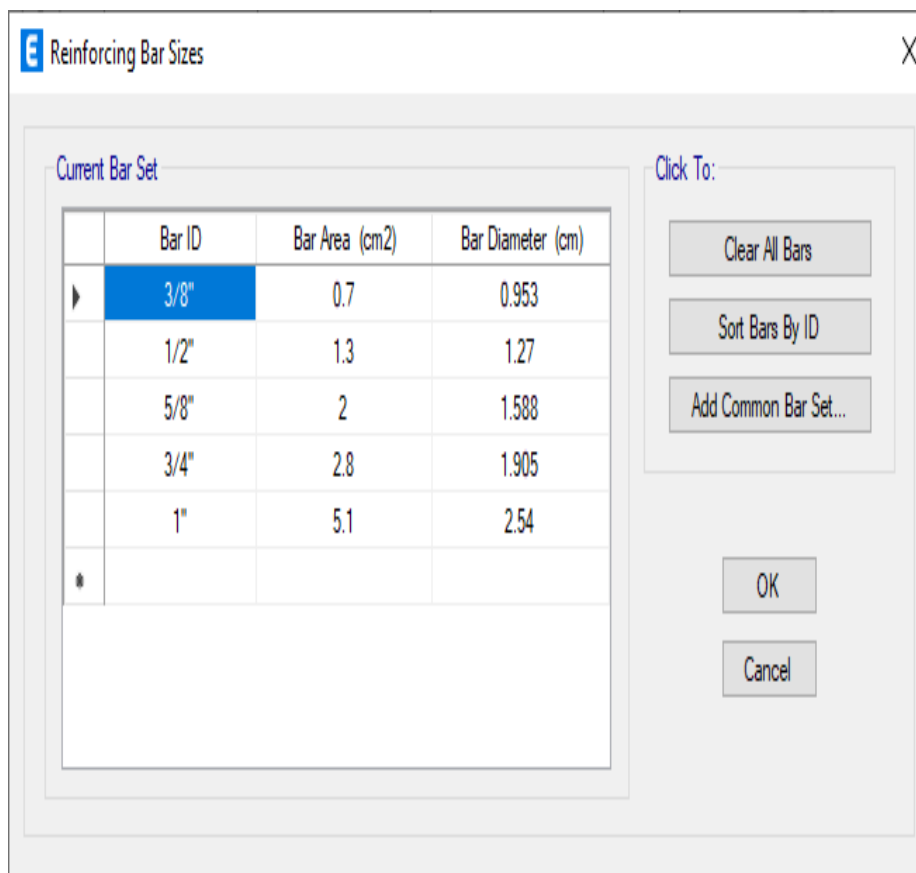
Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Interpretación:

En la figura muestra la configuración en el software Etabs de las propiedades del acero que serán aplicados durante el modelamiento de la estructura para el análisis y diseño sismo resistente en el Etabs.

Figura 18
Barras de reforzamiento-ETABS



Interpretación:

En la ilustración se muestra la aplicación de las barras de reforzamiento que se empleara durante la representación estructural digital con fines de evaluación y dimensionamiento sismo resistente.

A continuación, se especificarán los elementos estructurales, incluyendo vigas, columnas, losas aligeradas y placas, conforme a lo establecido en el Predimensionamiento.

Figura 19
Propiedades de columna de 50X50-ETABS

The screenshot displays the 'Frame Section Property Data' dialog box in ETABS. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Includes fields for 'Property Name' (C50x50), 'Material' (FC 280), 'Notional Size Data' (Modify/Show Notional Size...), 'Display Color' (a green color swatch with a Change... button), and 'Notes' (Modify/Show Notes...).
- Shape:** Features a 'Section Shape' dropdown menu set to 'Concrete Rectangular'.
- Section Property Source:** Shows 'Source: User Defined'.
- Section Dimensions:** Contains input fields for 'Depth' (50 cm) and 'Width' (50 cm).
- Reinforcement:** Includes a 'Modify/Show Rebar...' button.
- Property Modifiers:** Features a 'Modify/Show Modifiers...' button and the text 'Currently Default'.
- Buttons:** At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons, and a 'Show Section Properties...' button.
- Diagram:** A square diagram on the right side illustrates the cross-section of the column with reinforcement bars. Red arrows labeled '2' and '3' indicate the depth and width dimensions respectively.
- Checkbox:** At the bottom left, there is a checkbox labeled 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' which is currently unchecked.

Interpretación:

En la ilustración se muestra la configuración del Etabs como software de las propiedades de las columnas de 50X50 cm aplicadas durante el modelamiento de la estructura para el análisis y diseño sísmo resistente en el Etabs.

Figura 20
Propiedades de viga de 25X70-ETABS

E Frame Section Property Data

General Data

Property Name: V25X70

Material: FC 280

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 70 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK
Cancel

Interpretación:

La imagen presenta la configuración en el software Etabs de las propiedades de la viga de 25x70 cm aplicadas durante la simulación estructural destinada a su evaluación y dimensionamiento de sismo resistente.

Figura 21
Propiedades de viga de 35X60-ETABS

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box in ETABS. The 'General Data' section includes 'Property Name' (V35X60), 'Material' (F'C 280), 'Notional Size Data' (Modify/Show Notional Size...), 'Display Color' (blue), and 'Notes' (Modify/Show Notes...). The 'Shape' section has 'Section Shape' set to 'Concrete Rectangular'. The 'Section Property Source' section shows 'Source: User Defined'. The 'Section Dimensions' section has 'Depth' (60 cm) and 'Width' (35 cm). The 'Property Modifiers' section has a 'Modify/Show Modifiers...' button and 'Currently Default' status. The 'Reinforcement' section has a 'Modify/Show Rebar...' button. At the bottom, there is a checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column' and buttons for 'Show Section Properties...', 'OK', and 'Cancel'.

Interpretación:

En la figura muestra la configuración el Etabs como software de las cualidades de la viga de 35x60 cm que serán aplicadas durante la representación computacional de la edificación con fines de evaluación estructural y diseño sismo resistente.

Figura 22
Propiedades de aligerada de 20cm-ETABS

Slab Property Data

General Data

Property Name: LA1D-Y

Slab Material: F'C 280

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

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: [Red Box] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 20 cm

Slab Thickness: 5 cm

Stem Width at Top: 10 cm

Stem Width at Bottom: 10 cm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm

Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

OK Cancel

Interpretación:

La imagen permite observar la configuración Etabs como software de las propiedades de la losa aligerada de 20 cm que serán aplicadas durante la estructural representación destinada a su evaluación y dimensionamiento sismo resistente.

Figura 23
Propiedades de placa de 25cm-ETABS

Wall Property Data

General Data

Property Name	PL25
Property Type	Specified
Wall Material	FC 280
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...

Property Data

Thickness	25 cm
☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall	

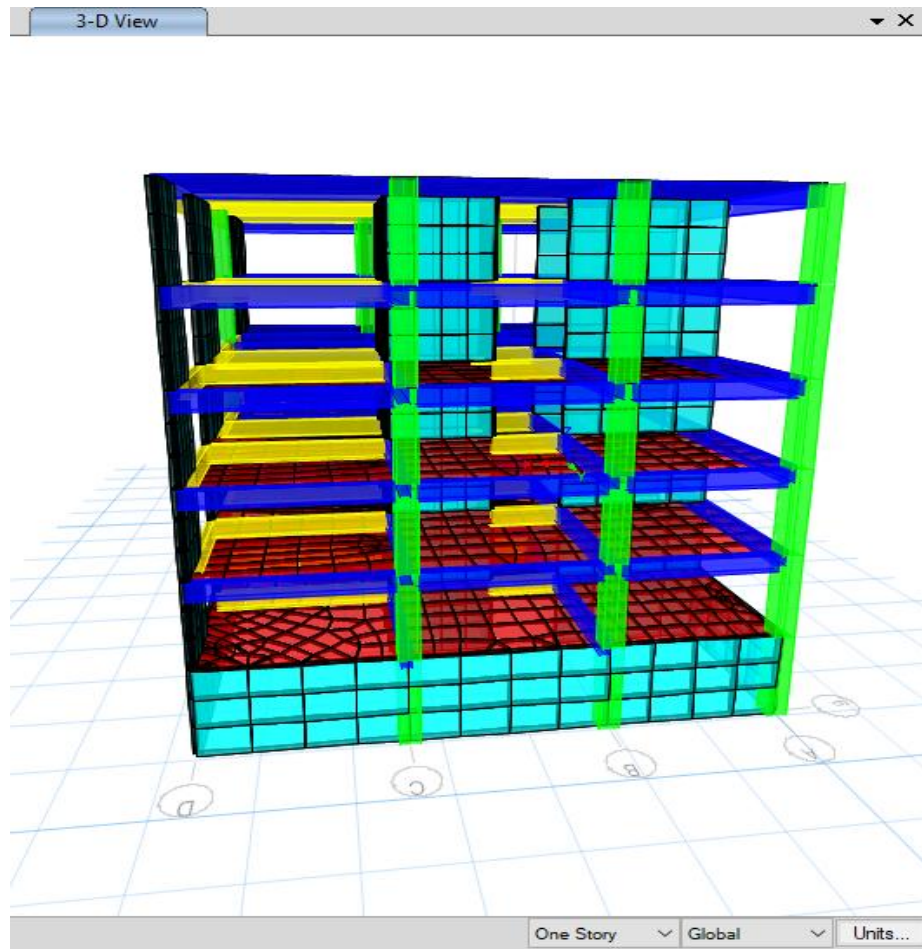
OK Cancel

Interpretación:

Ello muestra la configuración Etabs como software de las características de placa de 25 cm que serán aplicadas durante la representación estructural con fines de evaluación y dimensionamiento sísmico resistente.

Tras haber establecido los elementos estructurales se da inicio a Dibujar el modelamiento.

Figura 24
Vista 3D del modelamiento

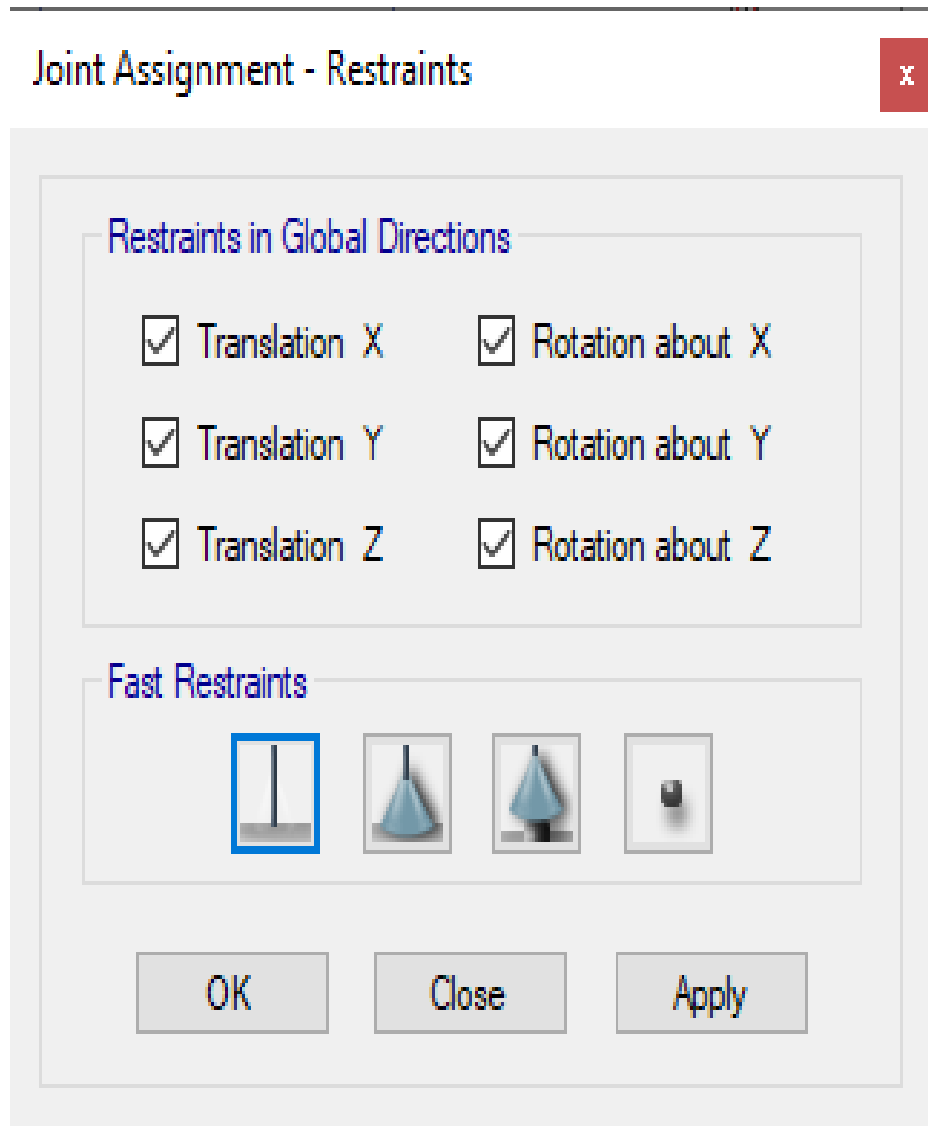


Interpretación:

La imagen muestra la modelación de una estructura conformada por cinco niveles, los cuales presentan características similares entre sí; asimismo, se consideró en cuenta en el se representaron en el modelo todas las dimensiones asignadas a las columnas, vigas y placas.

Se definirán los apoyos como empotrados en el nivel correspondiente al sótano, y se aplicará una restricción de desplazamiento en los elementos situados por encima de dicho nivel, con el propósito de que el software reconozca esta zona como un sótano.

Figura 25
Restricciones de la edificación



4.1.6 ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA CONVENCIONAL

Al comenzar, primero se definió la curva de respuesta sísmica generada en el programa para ambos ejes, X - Y, tal como lo indica la E030 como norma del sismo resistente.

Figura 26
Espectro de respuesta en X-X - ETABS

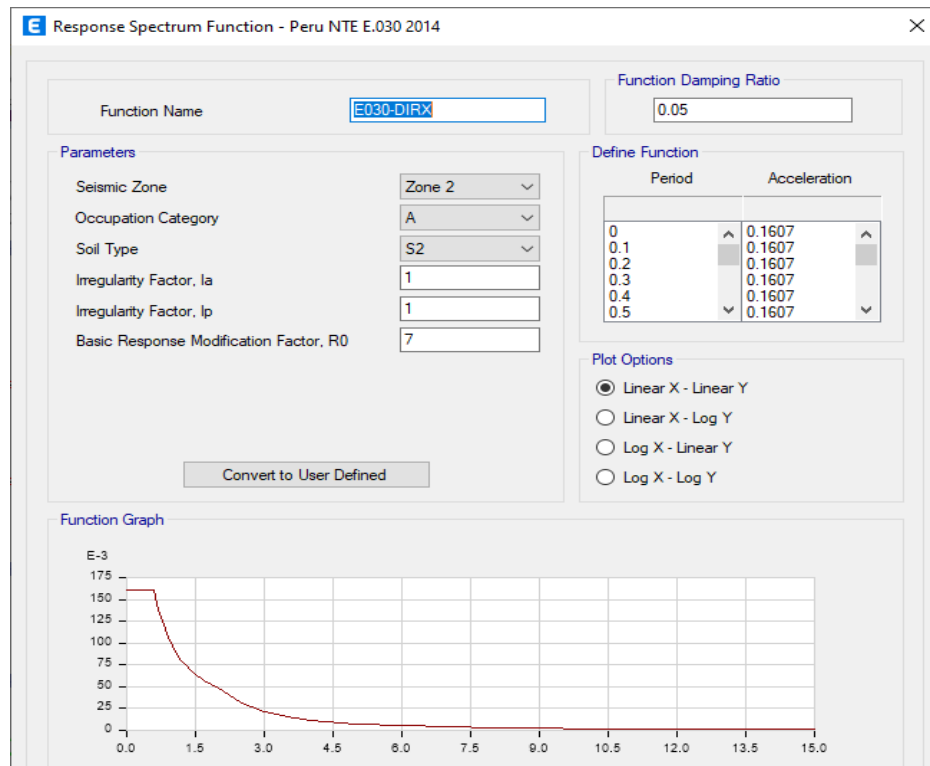
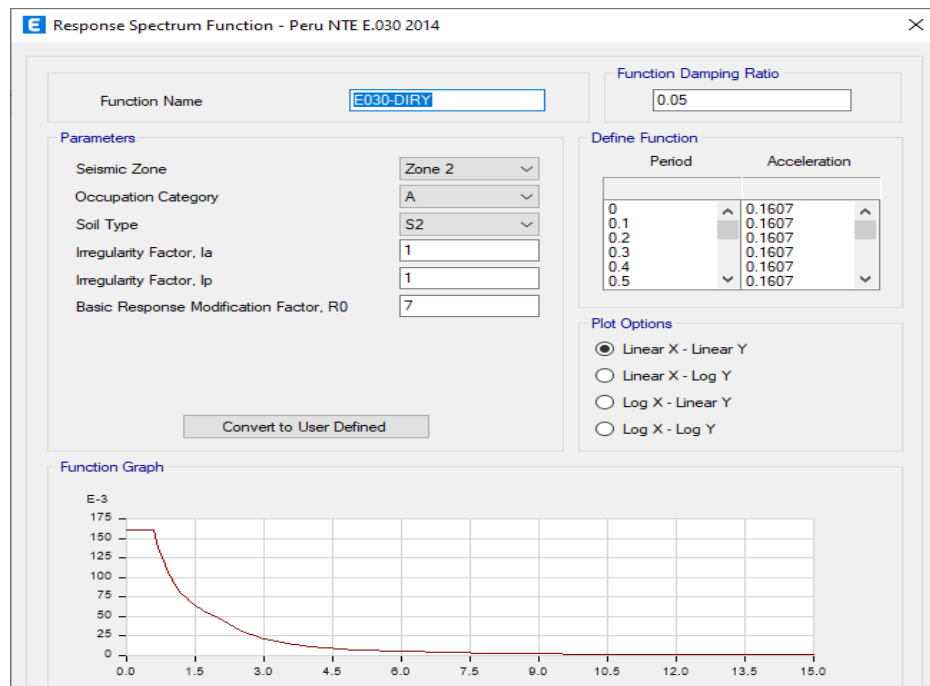


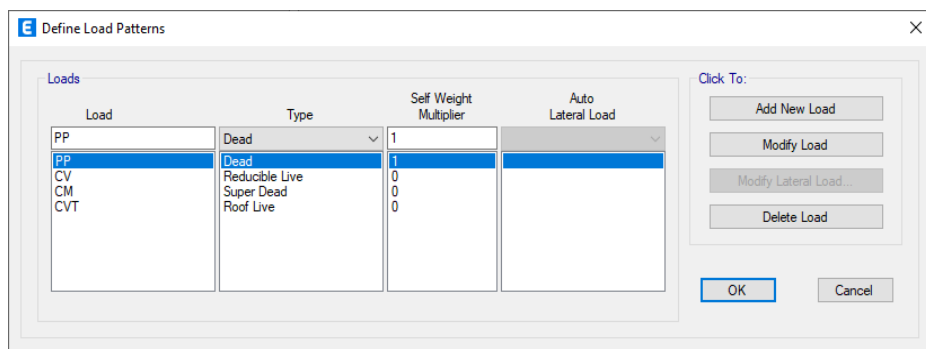
Figura 27
Espectro de respuesta en Y-Y - ETABS



Interpretación:

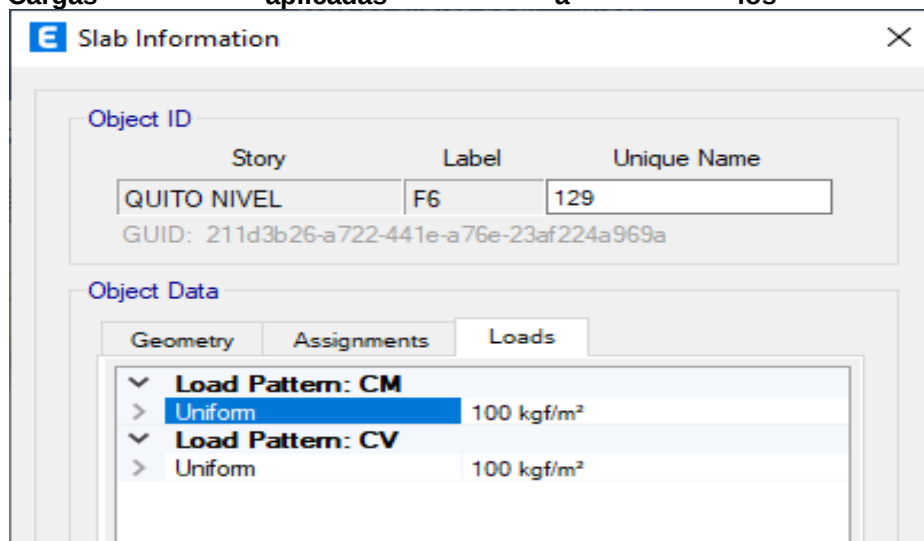
Inicialmente, se asumirá que la estructura emplea un sistema combinado de resistencia; esta suposición será confirmada posteriormente tras realizar el análisis y verificar si efectivamente corresponde a un sistema dual.

Figura 28
Cargas para la estructura



Se asignaron las solicitaciones asignadas a cada zona y elemento estructural, siguiendo lo indicado en los planos y los criterios establecidos de diseño.

Figura 29
Cargas aplicadas a los entresijos



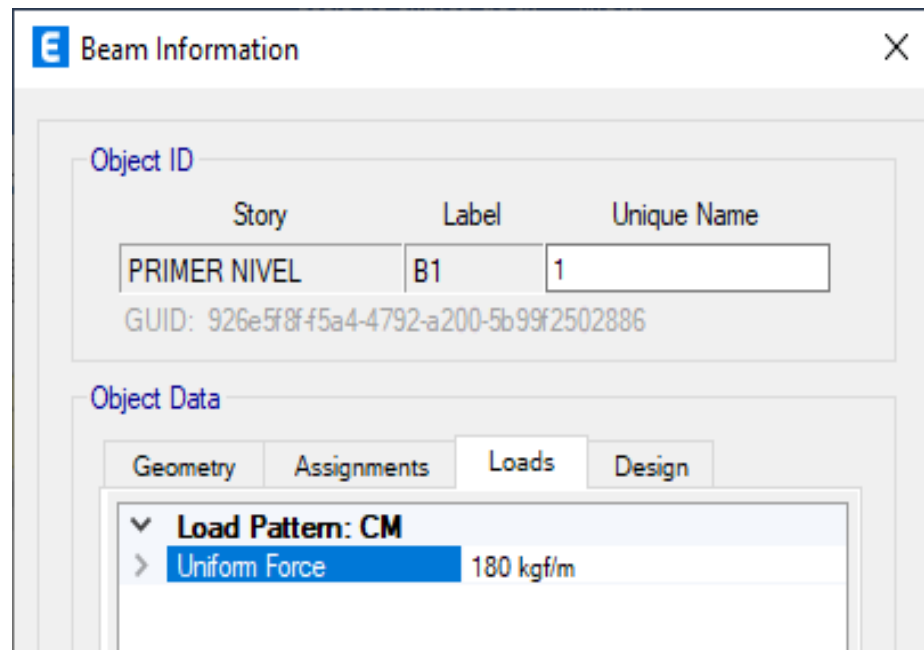
Interpretación:

En la ilustración se observa la carga distribuida sobre la superficie de los entresijos, y se observa que se considera una carga permanente de 100 kg/m² dos veces en el cinco de nivel de la clínica.

Cabe destacar que el modelado equivale a una estructura de cinco niveles, los cuales son similares entre sí; además, se consideraron el cálculo completo de las dimensiones de pilares, vigas y losas.

Figura 30

Carga aplicada a las vigas



Interpretación:

Se observa en el gráfico la representación de la carga aplicada en área sobre las vigas, se observa que Se contempla una carga muerta de 180 kg/m² correspondiente al nivel primario del edificio de la clínica.

Se generará una carga sísmica basada en la herramienta MASS para incluir las cargas gravitacionales (muertas y vivas) dentro del análisis dinámico del modelo estructural SOURCE, considerando además las reducciones correspondientes en las cargas.

Figura 31
Carga sísmica

Mass Source Data

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
PP	1
CM	1
CV	0.5
CVT	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

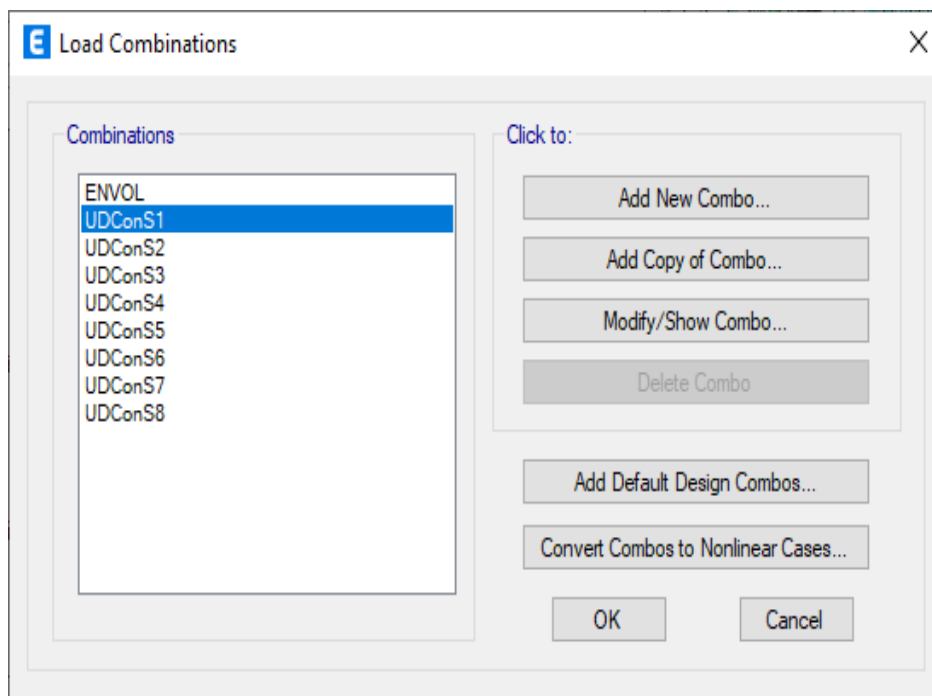
- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

Interpretación:

En la ilustración se observa que, para efectuar el análisis, se generará un conjunto de combinaciones de carga conforme a lo establecido en la norma E.020. Adicionalmente, se elaborará una envolvente de resultados, la cual será utilizada como base principal para el análisis y el diseño estructural del proyecto.

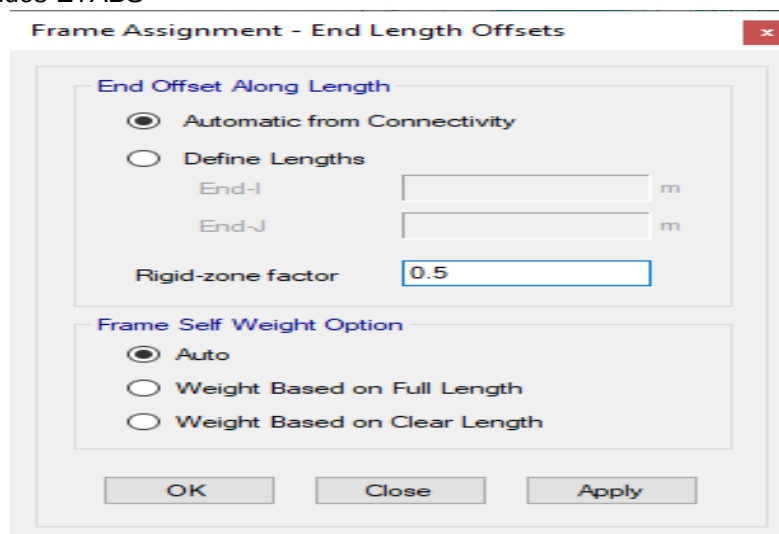
Figura 32
Combinaciones de carga



Interpretación:

En ello se aprecia el grupo de combinaciones de carga según la norma E020 las cuales constituirá la base principal para realizar tanto el análisis como el dimensionamiento de la edificación.

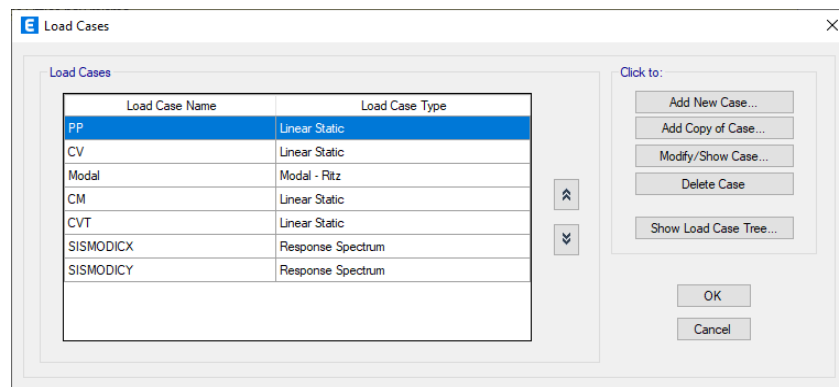
Figura 33
Brazos rígidos-ETABS



Interpretación:

En la figura se puede apreciar la asignación se distribuyen miembros rígidos a lo largo de toda la configuración estructural con un factor para calcular los esfuerzos en las caras de los elementos.

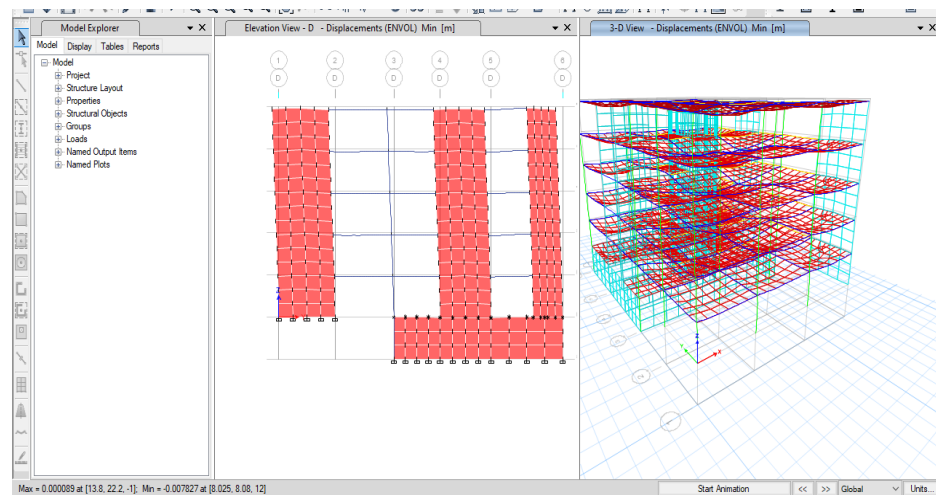
Figura 34
Sismo en X-X y Y-Y



Interpretación:

Se asignó los patrones de cargas y las distintas fuerzas que actúan sobre la estructura tales como el sismo en dirección X-X y Y-Y.

Figura 35
Resultados del análisis estructural



Interpretación:

Una vez configurado el diseño estructural, se da paso a la simulación computacional para analizar el comportamiento dinámico del modelo.

Posteriormente, Es posible solicitar al software los valores de los periodos correspondientes a cada nodo del modelo estructural. En este caso, se tiene un total de 15 nodos, al haberse asignado 3 nodos por nivel en una edificación de cinco pisos, como es el caso de la clínica analizada.

Tabla 13

Periodos según cada nodo

Modo	Período sec
1	0.481
2	0.355
3	0.213
4	0.11
5	0.065
6	0.058
7	0.051
8	0.039
9	0.031
10	0.031
11	0.024
12	0.021
13	0.017
14	0.016
15	0.013

Interpretación:

Se destaca que los dos periodos más relevantes corresponden a los nodos 1 y 2, los cuales se consideran reducidos en comparación con distintas configuraciones estructurales, dado que principalmente a la rigidez que aportan las losas presentes en la estructura.

Tabla 14*Periodo fundamental de vibración de la estructura*

periodo fundamental	Tx	Ty
	0.481	0.355

Interpretación:

Nuestro sistema es dual o no, realizando el Cómputo de las solicitaciones sísmicas que afectan a las losas. Si estas fuerzas se encuentran dentro del rango del 20% al 70%, entonces se considerará que el sistema es dual.

Tabla 15*Porcentaje de cortante que absorbe las placas*

	dirección X	dirección Y
Esfuerzo cortante resistido específicamente por los elementos de placa dentro del sistema estructural.	78.50	84.34
Carga cortante global asumida por la totalidad del sistema resistente ante la acción sísmica o lateral.	142.021	142.49
Relación porcentual que representa la contribución de las placas al cortante total del sistema estructural.	55%	59%

Tabla 16*Coefficiente de reducción sísmica*

Coefficiente X=7	sistema estructural dual
Coefficiente Y=7	sistema estructural dual

Interpretación:

El modelo evidenció un sistema dual en ambas direcciones, corroborando así la suposición preliminar del análisis:

Por último, realizaremos verificaciones de las deformaciones en el marco resistente. Para tal fin, estimaremos frente a un sismo de alta magnitud, se asegura que la estructura no exceda un desplazamiento máximo de 0.007. En caso de que esto suceda, será necesario

redimensionar los elementos o agregar placas de refuerzo en los bordes para aumentar la rigidez de la columna.

Figura 36
Deriva máxima de entrepiso X-X

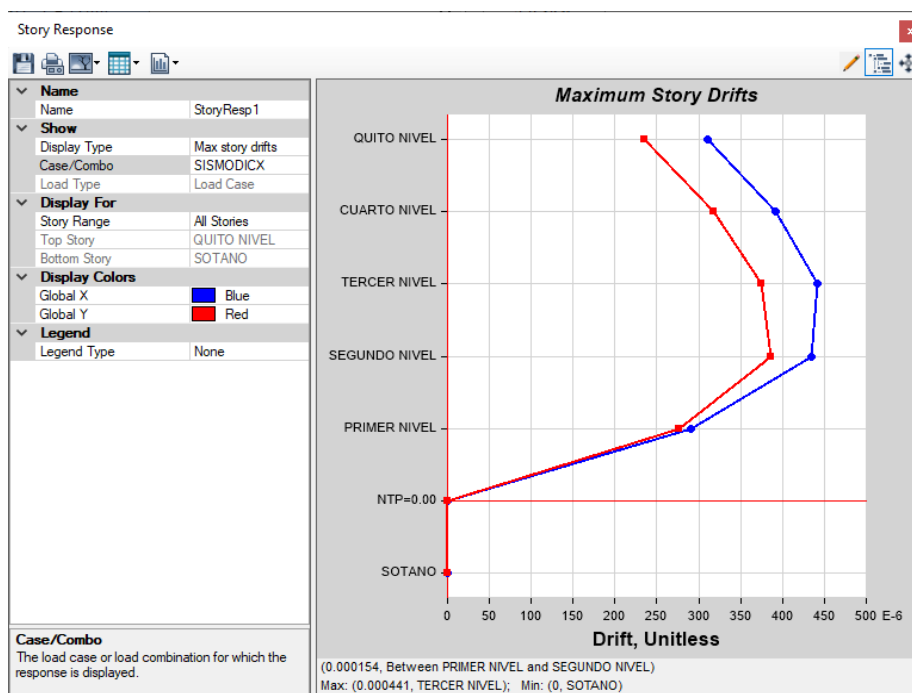


Figura 37

Deriva máximo de entrepiso Y-Y

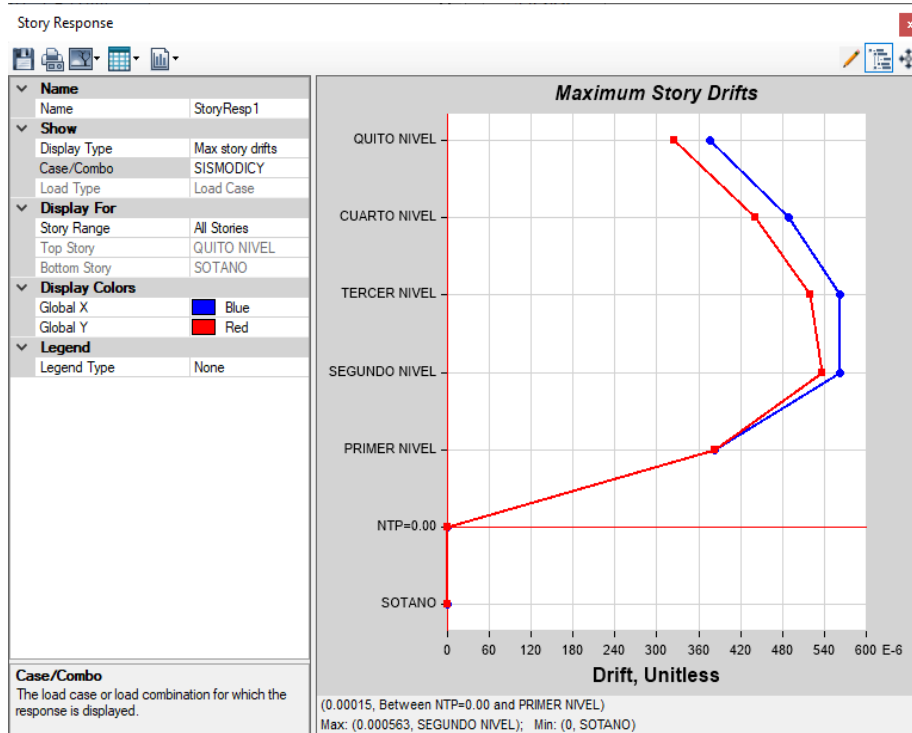


Tabla 17

Deriva máxima de piso

La deriva obtenida en la dirección X-X	0.0031
La deriva obtenida en la dirección y-y	0.0039

Interpretación:

A partir de las imágenes anteriores, se puede observar considerando que el programa genera los desplazamientos relativos por piso. A continuación, se procede a determinar la estructura requiere multiplicar el coeficiente de desplazamiento por piso, la deriva Inter nivel más desfavorable y el factor de atenuación sísmica.

Observamos que las derivas en ambas direcciones cumplen con los requisitos, por lo que el análisis dinámico es válido y podemos continuar con el diseño de los elementos estructurales.

4.1.7 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE AISLADORES ELASTOMÉRICO

Luego de haber definido el sistema estructural del edificio, se procede a obtener la información correspondiente al modelo convencional previamente elaborado en el software ETABS.

Periodos:

Dirección X – X: 0.48

Dirección Y – Y: 0.35

Dirección Z – Z: 0.21

Masas:

Masa b = masa del sistema de aislamiento

*Masa 1 = 22.336 tnf * s²/m*

*Masa 2 = 22.914 tnf * s²/m*

*Masa 3 = 22.914 tnf * s²/m*

*Masa 4 = 22.914 tnf * s²/m*

*Masa 5 = 22.914 tnf * s²/m*

*Masa 6 = 23.628 tnf * s²/m*

Cómputo de la masa efectiva de la estructura frente a movimientos sísmicos (M_s)

$$22.336 + 4 \times 22.914 + 23.628 = 137.62 \text{ ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}$$

Masa total (m):

$$\text{Masa } b + (M_s) = 137.62 \text{ ton} \cdot \text{s}^2/\text{m} + 22.336 \text{ ton} \cdot \text{s}^2/\text{m} = 159.956 \text{ ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}$$

De acuerdo con la norma que trata sobre el aislamiento sísmico, se da la normativa indica que la respuesta dinámica efectiva de la estructura aislada debe exceder en más de tres veces al periodo elástica del edificio, teniendo en cuenta una base fija.

Periodo objetivo:

$$T_M = 0.481 \cdot 3 = 1.44 = 2.1 \text{ segundos}$$

Amortiguamiento objetivo:

Se adopta un valor de referencia de amortiguamiento igual al 14 %.

$$B_{obj} = 14\%$$

Tabla 18

Factor de amortiguamiento

TABLA N° 05	
Factor de amortiguamiento BM	
Amortiguamiento Efectivo, Bm	Factor BM
(En porcentaje del amortiguamiento critico)	
≤2	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
≥40	1,9

Fuente: Norma E0.31

Cuando el porcentaje alcanza el 14 %, se emplea un Bm equivalente a 1.36 para el análisis

Estimación de la rigidez efectiva del mecanismo de aislamiento (Kais):

$$K_{Ais} = \frac{4\pi^2}{T_{Ais}^2} M$$

K_{Ais} = Rigidez del sistema de aislamiento

T_{Ais} = Periodo aislado

M = masa total

Entonces $K_{Ais} = 1431.93 \text{ tf/m}$

Estimación de la rigidez equivalente por dispositivo:

El valor medio de rigidez, conocido como K promedio, se obtiene al dividir la rigidez total del sistema aislante entre la cantidad de aisladores instalados.

Figura 38
Número de dispositivos



Número de aisladores: 11

$$K \text{ promedio} = K_{Ais} / 11$$

$$K \text{ promedio} = 130.18 \text{ tf/m}$$

Aceleración sísmica:

Se define según la norma E0.31.

El parámetro C es definido por las siguientes ecuaciones:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

$$0,2 T_p < T < T_p \quad C = 2,5$$

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

$$T > T_L \quad C = 2,5 \left(\frac{T_p * T_L}{T} \right)$$

Cálculo de C:

$$TP = 0.40, TL = 2.5 \text{ y } S = 1.00$$

$$C(t) = 0.476$$

Determinación de la aceleración sísmica (SaM):

$$SaM = 1.5 * 0.476 * 0.25 * 1$$

$$SaM = 0.18 \text{ g}$$

Desplazamiento máximo lateral (DM):

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4 \pi^2 B_M}$$

Dónde:

SaM = Aceleración sísmica

T_M = Periodo

B_M = Factor para amortiguamiento

$$DM = 14.78 \text{ cm}$$

Desplazamiento total máximo (DTM):

Nota: El desplazamiento total (D_{TM}) no será menor que $1.15 D_{TM}$

$$1.15 * 14.78 = 16.997 \text{ cm}$$

$$DTM = 17 \text{ cm.}$$

4.1.8 DISEÑO DEL AISLADOR LRB

Este tipo de aislante elastomérico, conocido como pasador de caucho, tiene un pasador en el medio del aislador que aumenta el factor de amortiguación hasta en un 30%. Se utilizan específicamente para los segmentos de goma tienen como función proporcionar deformabilidad al mecanismo aislante. Dicho elemento núcleo de plomo recristaliza durante la modificación de su geometría bajo carga, el aislador horizontalmente en la operación sísmica y el caucho regresa

a su ubicación inicial. El aislante se fabrica mediante una técnica conocida como vulcanización, que consiste en unir los estratos de goma en las láminas a altas temperaturas para producir el sistema constructivo provisto de un alto modo de flexibilidad.

Datos obtenidos:

$$DM = 14.78 \text{ cm}$$

$$DTM = 17 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor de goma: } 8\text{mm}$$

$$\text{Cantidad de láminas de goma: } 15$$

$$P_{serv} = 465.89$$

$$P_{max} = 535.10$$

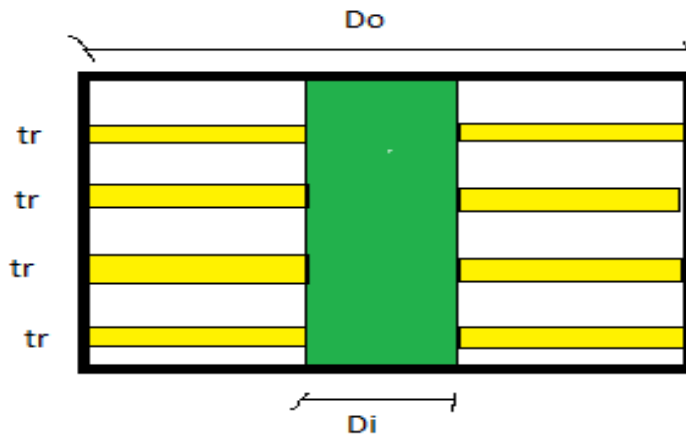
Espesor de la goma:

Figura 39

Laminas de goma

Figura 39

Láminas de goma



$$Tr = 8 \text{ mm}$$

$$N = 15$$

Entonces:

$Tr = \text{Espesor total de la goma}$

$$Tr = 8 \text{ mm} * 15 = 12 \text{ cm}$$

La medida transversal del aislador:

$$D_o > 1.5 * DTM$$

$$D_o > 1.5 * 17$$

$$D_o > 25.5 \text{ cm}$$

$$D_o = 35 \text{ cm}$$

Medida transversal del centro de plomo:

$$D/6 < D_i < D/3$$

$$D_i = 10 \text{ cm}$$

Área del aislador:

$$\text{Área} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi * (35^2) / 4$$

$$A = 0.096 \text{ m}^2$$

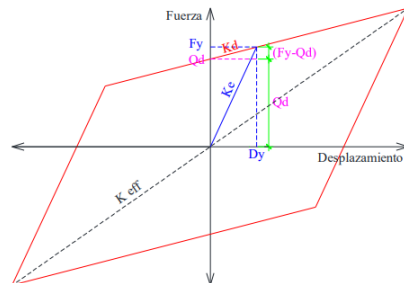
Superficie del componente elastomérico (Agoma):

$$Agoma = \pi (D_e^2) / 4$$

$$Agoma = 0.32 \text{ m}^2$$

Comportamiento energético no lineal del dispositivo LRB:

Figura 40
Propiedades histeréticas



Fuente: Mendo (2015)

K_d = Rigidez de postfluencia

K_e = Rigidez inicial

Q_d = Fuerza de Histéresis

F_y = Fuerza de fluencia

K_{eff} = Rigidez efectiva

Rigidez de postfluencia:

$$K_d = \frac{G A_{goma}}{T_r}$$

$$K_d = 140.73 \text{ tn/m}$$

Rigidez inicial:

$$K_e = 10 * K_d$$

$$K_e = 1407.29 \text{ tn/m}$$

Fuerza de histéresis:

$$Q_d = \sigma_y * A_p$$

$$Q_d = 8.2 \text{ tn}$$

Fuerza de fluencia:

$$F_y = \frac{Q_d * K_e}{K_e - K_d}$$

$$F_y = 9.12 \text{ tn}$$

Desplazamiento de fluencia:

$$D_Y = \frac{F_y}{K_e}$$

$$D_y = 0.00648 \text{ m}$$

Rigidez efectiva:

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} = \frac{2 * F_{max}}{2 * D_M} = \frac{Q_d + (K_d * D_M)}{D_M}$$

$$K_{eff} = 141.29 \text{ tn/m}$$

Energía disipada:

$$EDC = 4 * Q_d * (D_M - D_Y)$$

$$EDC = 4.04 \text{ tn/m}$$

Frecuencia angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T_{real}}$$

$$\omega = 13.06 \text{ rad/seg}$$

Amortiguamiento equivalente:

$$\beta_{eff} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{EDC}{K_{eff} * D_M^2} \right)$$

$$B_{eff} = 20.83 \%$$

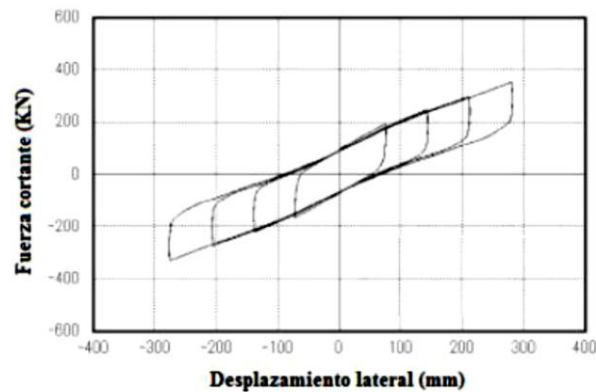
Coeficiente en dirección horizontal:

$$C = \frac{EDC * T}{2\pi^2 * D_M^2}$$

- Para el eje X, el coeficiente calculado corresponde a 196.75 toneladas por segundo por metro (ton·s/m).
- En la dirección Y, este coeficiente se determinó en 137.73 ton·s/m.

Figura 41

Curva Histerética LRB



Fuente: FIP Industriales.

Tabla 19

Características técnicas del aislador sísmico tipo LRB

Parámetro	Valor obtenido	Unidad	Función estructural
Tipo de aislador	LRB	-	Sistema de aislamiento sísmico
Diámetro exterior	35	cm	Define el área efectiva del aislador
Diámetro del núcleo de plomo	10	cm	Disipa energía mediante histéresis
Espesor de cada lámina de caucho	8	mm	Proporciona flexibilidad horizontal
Número de láminas	15	-	Incrementa la deformabilidad del sistema
Espesor total de caucho	120	mm	Permite desplazamientos laterales
Área efectiva	0.096	m ²	Resistencia a carga vertical
Rigidez inicial (Ke)	1407.29	ton/m	Control inicial del comportamiento
Rigidez post fluencia (Kd)	140.73	ton/m	Rigidez durante grandes desplazamientos
Fuerza de fluencia (Fy)	9.12	ton	Inicio del comportamiento plástico
Fuerza de histéresis (Qd)	8.2	ton	Disipación de energía sísmica

Rigidez efectiva (Keff)	141.29	ton/m	Rigidez equivalente para diseño
Amortiguamiento efectivo	20.83	%	Reduce aceleraciones transmitidas
Frecuencia angular	13.06	rad/s	Característica dinámica del aislador

Los resultados del diseño muestran que el aislador tipo LRB desarrollado presenta una rigidez efectiva de 141.29 ton/m y un amortiguamiento equivalente de 20.83 %, características que permiten incrementar el período fundamental de vibración y disipar parte importante de la energía sísmica mediante comportamiento histerético

4.1.9 MODELAMIENTO Y ANÁLISIS CON LOS AISLADORES LRB

Figura 42

Piso del sistema de aislamiento

quinto	2.9	18.2	No	tercer	No	0	
cuarto	2.9	15.3	No	tercer	No	0	
tercer	2.9	12.4	Yes	None	No	0	
segundo piso	2.9	9.5	No	sotano	No	0	
primer piso	3.25	6.6	No	sotano	No	0	
		3.35	Yes	None	No	0	
		0					

Copy Ctrl+C

Paste Ctrl+V

Add Story ▶

Delete Story ▶

Set Story Names to Default

Keep Existing Story Heights...

Keep Existing Story Elevations...

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

Interpretación:

Luego de definir y construir los criterios empleados para el modelado de los aisladores LRB se establecieron procede dichos aisladores

Figura 43
Altura de piso técnico

Add Story - Keep Existing Story Heights

New Story Data

Story Height: 1.5 m

Number of Added Stories: 1

New Story Location

Insert Above Story: Base

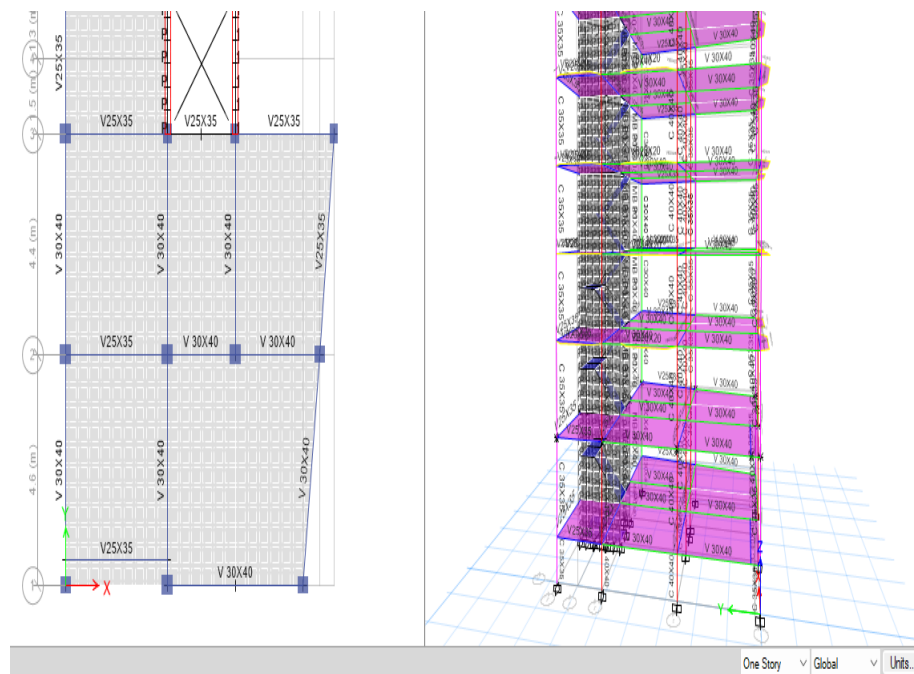
Replicate New Story

☒ From Existing Story: sotano

☐ None

OK Cancel

Figura 44
Vista en elevación del piso técnico



Interpretación:

Vemos que se configura la altura del piso técnico del sótano en 1.5 m agregada a una historia, como resultado se muestra la representación vertical del nivel técnico.

Figura 45
Aislador LRB

The screenshot shows the 'Link Property Data' dialog box for an LRB isolator. The dialog is organized into several sections:

- General:** Includes fields for 'Link Property Name' (LRB), 'Link Type' (Rubber Isolator), and 'Link Property Notes'. It also has buttons for 'P-Delta Parameters', 'Acceptance Criteria', and 'Modify/Show Notes...'. The 'Acceptance Criteria' field is set to 'None specified'.
- Total Mass and Weight:** Contains input fields for 'Mass' (0.06 tonf-s²/m), 'Weight' (0.6 tonf), and three 'Rotational Inertia' fields (all set to 0 tonf-m-s²).
- Factors for Line and Area Springs:** Includes two input fields for 'Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property' (1 m) and 'Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property' (1 m²).
- Directional Properties:** A table with columns for Direction, Fixed, NonLinear, and Properties. It lists properties for U1, U2, U3, R1, R2, and R3. U1, U2, and R1 are checked under the 'Fixed' column. Each property has a 'Modify/Show for...' button. At the bottom of this section are 'Fix All' and 'Clear All' buttons.
- Stiffness Options:** Includes three input fields: 'Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases', 'Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping', and 'Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor' (set to 1).

Nota: se muestra la configuración de los datos de las propiedades del aislador sísmico.

Figura 46
Parámetros del aislador LRB

The screenshot shows the 'Link/Support Directional Properties' dialog box with the following settings:

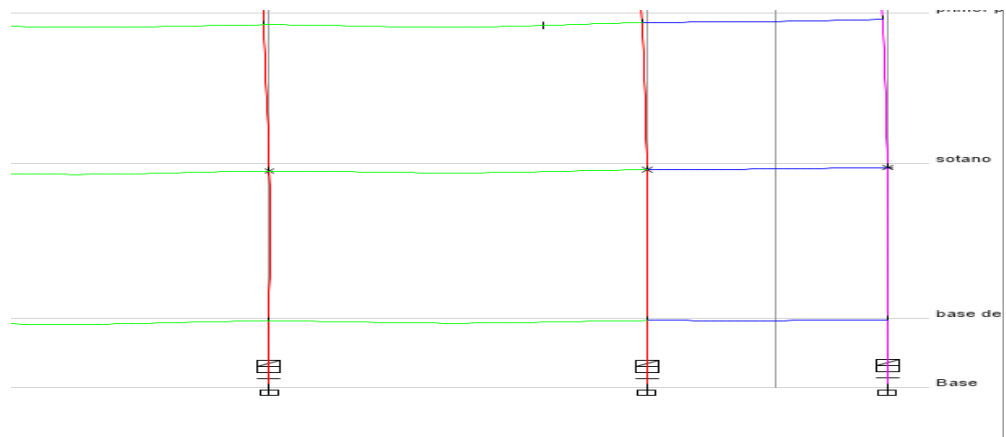
Identification	
Property Name	LRB
Direction	U3
Type	Rubber Isolator
NonLinear	Yes

Linear Properties	
Effective Stiffness	141.39 tonf/m
Effective Damping	121.68 tonf-s/m

Shear Deformation Location	
Distance from End-J	0.2 m

Nonlinear Properties	
Stiffness	85.74 tonf/m
Yield Strength	9.12 tonf
Post Yield Stiffness Ratio	140.73

Figura 47
Colocación de los aisladores



Interpretación:

Después de modelar y establecer el aislamiento LRB, se obtienen los resultados del software ETABS, incluyendo el período de vibración de las estructuras con base fija, base con aislamiento LRB y sus respectivas frecuencias.

Tabla 20*Periodo y frecuencia modal con base fija*

Modo de Vibración	Tiempo de Oscilación (s)	Frecuencia (ciclos/segundo)	Frecuencia Angular (rad/segundo)	Valor Propio (rad ² /seg ²)
1	0.481	2.079	13.06	170.64
2	0.355	2.817	17.70	313.26
3	0.213	4.695	29.50	870.16
4	0.11	9.091	57.12	3262.68
5	0.065	15.385	96.66	9344.00
6	0.058	17.241	108.33	11735.56
7	0.051	19.608	123.20	15178.17
8	0.039	25.641	161.11	25955.57
9	0.031	32.258	202.68	41080.56
10	0.031	32.258	202.68	41080.56
11	0.024	41.667	261.80	68538.92
12	0.021	47.619	299.20	89520.22
13	0.017	58.824	369.60	136603.52
14	0.016	62.500	392.70	154212.57
15	0.013	76.923	483.32	233600.10

Tabla 21*Periodo y frecuencia modal con base aislada -LRB*

Modo de vibración	Tiempo de oscilación (s)	Frecuencia natural (Hz)	Frecuencia angular (rad/s)	Valor propio (rad ² /s ²)
1	2.1	0.476	2.99	8.95
2	1.863	0.537	3.37	11.37
3	1.538	1.049	4.086	16.6977
4	0.347	4.092	18.112	328.0274
5	0.286	6.381	21.974	482.8776
6	0.003	715.750	2094.900	4388606.0100
7	0.002	1127.528	3142.350	9874363.5225
8	0.00027	3278.222	23276.667	541803211.1111
9	0.00007	13311.771	89781.429	8060704916.3265
10	0.00006	16113.533	104745.000	10971515025.0000
11	0.00002	45503.100	314235.000	98743635225.0000

12	0.00002	44172.000	314235.000	98743635225.0000
13	0.00002	44192.400	314235.000	98743635225.0000
14	0.00002	42509.600	314235.000	98743635225.0000
15	0.00002	46206.800	314235.000	98743635225.0000

Interpretación:

Se muestra los hallazgos del periodo y frecuencia modal - LRB, estos datos son importantes para realizar la interpretación del funcionamiento estructural y determinar el desplazamiento.

Tabla 22

Resumen de periodos y frecuencias modales

Modo Modal	Sistema Estructural Convencional (s)	Sistema con Aisladores LRB (s)
1	0.48	2.10
2	0.35	1.86
3	0.21	1.53

Interpretación:

Las estructuras en convencionales construcciones, porque el período de aislamiento de las estructuras no debe ser inferior a tres veces más largo de las construcciones convencionales. Optimizar el tiempo minimiza los efectos de aceleración y deformación en la estructura, junto con los requisitos sísmicos, preservando los valores de referencia especificados. Después de analizar qué es el ciclo natural, también analizaremos en el mismo programa la deriva elástica que nos da el programa, luego las convertiremos a deriva inelástica y comprobaremos si el E030 varía según la norma.

Tabla 23

Control de derivas con base fija

Nivel	Elástica X (rad)		Elástica Y (rad)	
Nivel 5	0.00031	0.00032	0.00186	0.00194
Nivel 4	0.00039	0.00044	0.00235	0.00265
Nivel 3	Elástica X (rad)	Elástica Y (rad)	Inelástica X (rad)	Inelástica Y (rad)
Nivel 2	0.00044	0.00052	0.00255	0.00311

Nivel 1	0.00043	0.00054	0.00260	0.00322
Sótano	0.00029	0.00038	0.00175	0.00230
Nivel	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Tabla 24

Control de derivas con base aislada - LRB

Nivel	Deriva Elástica (X)		Deriva Elástica (Y)	
Nivel 5	0.00004	0.00004	0.00023	0.00024
Nivel 4	0.00005	0.00006	0.00029	0.00033
Nivel 3	0.00006	0.00006	0.00033	0.00039
Nivel 2	0.00005	0.00007	0.00033	0.00040
Nivel 1	0.00004	0.00005	0.00022	0.00029
Sótano	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Base	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Nivel	Deriva Elástica (X)	Deriva Elástica (Y)	Deriva Inelástica (X)	Deriva Inelástica (Y)

Interpretación:

En la 18 y 19 de tablas se muestra los resultados del control de derivas con cimentación rígida y con mecanismos de aislamiento - LRB, estos datos son importantes para realizar el procesamiento analítico de la estructura y determinar el desplazamiento de la edificación.

Tabla 25

Resumen de control de derivas de la estructura

Dirección principal	Sistema estructural tradicional	Sistema con aisladores LRB
Eje x	0.0026	0.00033
Eje y	0.0032	0.00040

Además, se obtuvo el resultado de los desplazamientos como se puede observar en las siguientes tablas.

Tabla 26*Desplazamiento base fija*

Nivel estructural	Dirección X (m)	Dirección Y (m)
Piso 5	0.008122	0.003728
Piso 4	0.007422	0.002953
Piso 3	0.006153	0.002122
Piso 2	0.004409	0.001314
Piso 1	0.002324	0.000595
Sótano	0.000054	0.000054
Base	0.000000	0.000000

Tabla 27*Desplazamiento base aislada - LRB*

Nivel	Desplazamiento eje X (m)	Desplazamiento eje Y (m)
Nivel 5 (azotea)	0.00040	0.00056
Nivel 4	0.00040	0.00056
Nivel 3	0.00040	0.00055
Nivel 2	0.00040	0.00054
Nivel 1	0.00039	0.00054
Semisótano	0.00039	0.00054
Base estructural	0.00000	0.00000

En las construcciones sin aislamiento sísmico, el recorrido estructural más significativo ocurre en el nivel más alto de la edificación, mientras que, en las estructuras con plano inferior de la estructura flexibles, el movimiento en la base se concentra. Es decir, la mayor parte de deformación principal ocurre dentro del elemento aislante, manteniendo el conjunto estructural superior actúa de manera monolítica, lo que disminuye significativamente el riesgo de deterioro en elementos portantes y secundarios estructurales como en los no estructurales.

Las propiedades mecánicas obtenidas para el aislador tipo LRB permitieron modificar favorablemente la respuesta dinámica de la estructura. En comparación con la estructura convencional, el período fundamental aumentó de 0.481 s a 2.10 s, mientras que las derivas máximas disminuyeron aproximadamente 87 % y los desplazamientos laterales entre 85 % y 95 %, demostrando que el aislador diseñado mejora significativamente el desempeño sísmico de la edificación y

cumple los criterios establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031.

4.2. CONTRASTACIÓN TÉCNICA DE LA HIPÓTESIS

La contrastación de las hipótesis se realizó mediante el análisis comparativo de los resultados obtenidos del modelamiento estructural desarrollado en el software ETABS, evaluando el comportamiento de la estructura convencional de base fija y de la estructura con incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB. Para ello, se consideraron como criterios técnicos de evaluación el período fundamental de vibración, las derivas de entrepiso, los desplazamientos laterales y el cumplimiento de las Normas Técnicas E.030 "Diseño Sismorresistente" y E.031 "Aislamiento Sísmico". Debido a que la presente investigación corresponde a un estudio aplicado basado en simulación computacional, la contrastación no se realizó mediante pruebas estadísticas, sino mediante la comparación técnica de los indicadores estructurales obtenidos en ambos modelos.

4.2.1. Contrastación de la hipótesis general

La hipótesis general plantea que:

"La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación influye significativamente en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023."

Para verificar esta hipótesis se comparó el comportamiento estructural del modelo convencional y del modelo con aisladores sísmicos tipo LRB, considerando como criterios de evaluación el período fundamental, las derivas de entrepiso, los desplazamientos laterales y el cumplimiento de las Normas Técnicas E.030 y E.031.

Tabla 28*Resumen de periodos y frecuencias modales*

Clase	Estructura convencional	Estructura con aisladores LRB
Modal 1	0.481	2.1
Modal 2	0.355	1.863
Modal 3	0.213	1.538

Tabla 29*Control de derivas con base fija*

Nivel	Comportamiento elástico X (m)	Comportamiento elástico Y (m)	Comportamiento inelástico X (m)	Comportamiento inelástico Y (m)
Quinto piso	0.00031	0.00032	0.00186	0.00194
Cuarto piso	0.00039	0.00044	0.00235	0.00265
Tercer piso	0.00044	0.00052	0.00255	0.00311
Segundo piso	0.00043	0.00054	0.00260	0.00322
Primer piso	0.00029	0.00038	0.00175	0.00230
Subsuelo	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Cimentación	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Tabla 30*Control de derivas con base aislada - LRB*

	Deriva X (m) elástica		Deriva X (m) inelástica	
Quinto piso	0.00004	0.00004	0.00023	0.00024
Cuarto piso	0.00005	0.00006	0.00029	0.00033
Tercer piso	0.00006	0.00006	0.00033	0.00039
Segundo piso	0.00005	0.00007	0.00033	0.00040
Primer piso	0.00004	0.00005	0.00022	0.00029
Subsuelo	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Cimentación	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Tabla 31*Resumen de control de derivas de la estructura*

Dirección sísmica	Sin aislamiento (Convencional)	Con aislamiento LRB
Eje longitudinal (X)	0.0026	0.00033
	0.0032	0.00040

Eje transversal (Y)

Tabla 32

Desplazamiento base fija

Altura del Nivel	Dirección longitudinal (X) [m]	Dirección transversal (Y) [m]
Quinto nivel	0.008122	0.003728
Cuarto nivel	0.007422	0.002953
Tercer nivel	0.006153	0.002122
Segundo nivel	0.004409	0.001314
Primer nivel	0.002324	0.000595
Subsuelo	5.40e-05	5.40e-05
Cimentación	0	0

Tabla 33

Desplazamiento base aislada - LRB

Altura del Nivel	Dirección longitudinal (X) [m]	Dirección transversal (Y) [m]
Quinto nivel	0.00040	0.00056
Cuarto nivel	0.00040	0.00056
Tercer nivel	0.00040	0.00055
Segundo nivel	0.00040	0.00054
Primer nivel	0.00039	0.00054
Subsuelo	0.00039	0.00054
Cimentación	0	0

Los resultados presentados en las Tablas 19 a 26 evidencian que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB produjo una mejora significativa en el comportamiento estructural de la edificación. El período fundamental se incrementó de 0.481 s a 2.10 s, lo que demuestra un aumento de la flexibilidad estructural y una reducción de la demanda sísmica transmitida a la superestructura.

Asimismo, las derivas de entrepiso disminuyeron considerablemente respecto al sistema convencional, alcanzando valores inferiores a los límites establecidos por la Norma Técnica E.030. De igual manera, los desplazamientos laterales se redujeron

significativamente, concentrándose el movimiento principalmente en el sistema de aislamiento sísmico.

Finalmente, el comportamiento obtenido en el modelo con aisladores sísmicos cumple con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031, evidenciando un mejor desempeño sísmico en comparación con el sistema convencional de base fija.

Con base en los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis general de investigación, ya que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB influye significativamente en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, al mejorar el comportamiento sísmico de la estructura mediante el incremento del período fundamental, la reducción de las derivas y desplazamientos laterales y el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031.

4.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica H1

La primera hipótesis específica establece que:

"La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB mejora la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas, evidenciada por la reducción de derivas y desplazamientos laterales y la modificación del período fundamental."

De acuerdo con los resultados presentados, se observa que el período fundamental aumentó de 0.481 s a 2.10 s, mientras que las derivas de entrepiso y los desplazamientos laterales disminuyeron considerablemente respecto al modelo convencional. Estos resultados demuestran que el sistema de aislamiento sísmico mejora la respuesta dinámica de la estructura al reducir las solicitaciones sísmicas transmitidas a la superestructura.

En consecuencia, se confirma la primera hipótesis específica (H1), puesto que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB mejora la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas mediante la reducción de derivas, desplazamientos laterales y la modificación del período fundamental.

4.2.3. Contratación de la Hipótesis Específica H2

La segunda hipótesis específica plantea que:

"La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB optimiza el diseño estructural de la Clínica Pillko, permitiendo el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031."

Conforme a los resultados obtenidos y presentados, el modelo estructural con aisladores sísmicos cumple con los límites de deriva establecidos por la Norma Técnica E.030 y satisface los criterios de diseño correspondientes a sistemas de aislamiento sísmico contemplados en la Norma Técnica E.031. Asimismo, el incremento del período fundamental y la reducción de las solicitaciones estructurales evidencian una optimización del diseño estructural respecto al sistema convencional.

Por lo tanto, se confirma la segunda hipótesis específica (H2), al verificarse que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB optimiza el diseño estructural de la Clínica Pillko y permite el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031.

Tabla 34

Síntesis de la contratación técnica de la hipótesis general

Criterio técnico	Modelo convencional	Modelo con aisladores LRB	Interpretación técnica
Período fundamental	0.481 s	2.100 s	Incremento del período fundamental, reduciendo la demanda sísmica sobre la superestructura.

Deriva máxima (X)	0.0026	0.00033	Reducción significativa de la deriva, dentro de los límites de la Norma E.030.
Deriva máxima (Y)	0.0032	0.0004	Disminución de la deformación lateral y mejora del comportamiento sísmico.
Desplazamiento lateral	Mayor	Menor	Reducción de los desplazamientos laterales respecto al sistema convencional.
Cumplimiento normativo	E.030	E.030 y E.031	Cumple los requisitos del diseño sismorresistente y del aislamiento sísmico.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados alcanzados permitieron verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos en la investigación, evidenciando que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB favorece el desempeño estructural de la Clínica Pillko. Esta mejora se refleja en el incremento del período fundamental de vibración, la disminución de las derivas de entrepiso y de los desplazamientos laterales.

En relación con el objetivo general, cuyo propósito fue determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, el modelamiento efectuado en ETABS mostró una mejora significativa en la respuesta sísmica de la estructura. El período fundamental se incrementó de 0.481 s en el modelo convencional a 2.100 s en el modelo con aislamiento sísmico, representando un aumento aproximado del 337 %. Del mismo modo, la deriva máxima se redujo de 0.00260 a 0.00033 en la dirección X y de 0.00320 a 0.00040 en la dirección Y, mientras que el desplazamiento máximo del nivel superior disminuyó de 0.008122 m a 0.00040 m en la dirección longitudinal. Estos resultados evidencian que los aisladores sísmicos disminuyen de manera considerable la energía sísmica transmitida a la superestructura. Lo anterior concuerda con lo señalado por Merino (2019), quien reportó que los aisladores con núcleo de plomo incrementan el período estructural y reducen las fuerzas sísmicas, así como con Medrano y Tufiño (2023), quienes demostraron un desempeño estructural más eficiente en edificaciones de cinco niveles provistas de aislamiento sísmico.

Con respecto al primer objetivo específico, orientado a evaluar el comportamiento estructural mediante la comparación entre un sistema convencional y otro equipado con aisladores sísmicos tipo LRB, los resultados mostraron reducciones aproximadas del 87 % en las derivas de entrepiso y

superiores al 90 % en los desplazamientos laterales. Estos valores evidencian una respuesta dinámica más favorable de la estructura frente a la acción sísmica. Los hallazgos son consistentes con los obtenidos por Martínez y Pérez (2023), quienes reportaron una disminución significativa de las derivas mediante la implementación de sistemas de aislamiento sísmico. Asimismo, coinciden con Bustamante (2019), quien concluyó que el empleo de aisladores incrementa el período fundamental y reduce considerablemente las aceleraciones y fuerzas inducidas por los sismos. De igual manera, Sierra y Páez (2020) sostienen que el aislamiento sísmico constituye una solución eficaz para mejorar el comportamiento dinámico de edificaciones ubicadas en zonas de elevada amenaza sísmica.

En cuanto al segundo objetivo específico, enfocado en optimizar el diseño estructural mediante la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB, los resultados demostraron que la propuesta satisface los límites de deriva establecidos en la Norma Técnica E.030 y los criterios de diseño contemplados en la Norma Técnica E.031. La reducción de las demandas sísmicas permitió mejorar el desempeño global de la estructura y optimizar el comportamiento de los elementos resistentes. Estos resultados guardan concordancia con Quispe (2021), quien verificó que la implementación de aisladores sísmicos en edificaciones hospitalarias facilita el cumplimiento de la normativa peruana vigente. Del mismo modo, coinciden con Espinoza (2024), quien evidenció disminuciones significativas en las derivas y fuerzas cortantes de una edificación aporticada localizada en el distrito de amarilis.

En conclusión, los resultados obtenidos permiten afirmar que la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB representa una alternativa técnicamente adecuada para edificaciones esenciales ubicadas en zonas sísmicas. Su implementación favorece el incremento del período fundamental de vibración, reduce las derivas de entrepiso y los desplazamientos laterales, y mejora el desempeño estructural conforme a las disposiciones establecidas en las Normas Técnicas E.030 y E.031.

Como limitación de la investigación, el análisis se sustentó exclusivamente en el modelamiento y la simulación computacional mediante el software ETABS, sin considerar ensayos experimentales que permitan evaluar el comportamiento físico de los aisladores LRB. No obstante, el estudio fue desarrollado siguiendo los procedimientos y criterios establecidos por la normativa peruana vigente, lo que brinda confiabilidad a los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Conclusión 1: La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB influye significativamente en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023. El análisis comparativo realizado mediante el software ETABS evidenció un incremento del período fundamental de vibración de 0.481 s a 2.10 s, así como una reducción significativa de las derivas de entrepiso y de los desplazamientos laterales respecto al sistema convencional, mejorando el comportamiento sísmico global de la edificación y confirmando la viabilidad técnica del sistema de aislamiento propuesto.

Conclusión 2: El análisis comparativo del desempeño estructural evidenció que la implementación de aisladores sísmicos tipo LRB mejora significativamente la respuesta de la edificación frente a la acción sísmica. Los resultados mostraron una reducción de la deriva máxima de 0.00260 a 0.00033 en la dirección X y de 0.00320 a 0.00040 en la dirección Y. De igual manera, el desplazamiento máximo del último nivel se redujo de 0.008122 m a 0.00040 m, lo que demuestra que el sistema de aislamiento sísmico absorbe gran parte de las deformaciones en la base de la estructura, disminuyendo las demandas sísmicas transmitidas hacia la superestructura.

Conclusión 3: La implementación de aisladores sísmicos tipo LRB permitió mejorar el diseño estructural de la Clínica Pillko, asegurando el cumplimiento de los parámetros exigidos por las Normas Técnicas E.030 "Diseño Sismorresistente" y E.031 "Aislamiento Sísmico". El aumento del período fundamental de vibración, junto con la disminución de las derivas de entrepiso y los desplazamientos laterales, favoreció un mejor comportamiento global de la edificación frente a eventos sísmicos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar la implementación de sistemas de aislamiento sísmico tipo LRB en el diseño de nuevas edificaciones esenciales, principalmente en establecimientos de salud, debido a que los resultados obtenidos evidenciaron una mejora considerable en la respuesta estructural mediante el aumento del período fundamental de vibración y la disminución de las derivas de entrepiso y desplazamientos laterales. La aplicación de esta tecnología permitiría reducir las solicitaciones sísmicas transmitidas a la superestructura y contribuir a mantener la funcionalidad de las edificaciones luego de la ocurrencia de eventos sísmicos.

Se recomienda que futuras investigaciones incorporen estudios experimentales, ensayos de laboratorio y pruebas mediante modelos físicos de aisladores sísmicos tipo LRB, con el propósito de verificar sus propiedades mecánicas y validar los resultados obtenidos mediante modelos numéricos. Esto permitiría establecer una comparación entre el comportamiento real de los dispositivos y las respuestas estructurales obtenidas a través de herramientas computacionales como ETABS.

Se recomienda realizar investigaciones complementarias que consideren diversas tipologías estructurales, diferentes alturas de edificaciones, características variables del suelo y distintos niveles de demanda sísmica, con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre el desempeño de estructuras aisladas y determinar la viabilidad de su aplicación en distintos tipos de edificaciones dentro de la región Huánuco y en otras zonas del territorio nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Pesantez & Atiencia (2017). *Diseño de una edificación sismoresistente con aisladores sísmicos de base con núcleo de plomo y con aislador elastomérico de alto rendimiento en el cantón durán de uso residencial*. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Blanco Blasco, A. (1996). *estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima-Perú.
- Bustamante (2019). *Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía en el desempeño estructural por desplazamiento en edificaciones Unach Chota*
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Fuente: <https://concepto.de/>
- Cuayla Vizcarra, K. V. (2021). *Diseño De Una Losa De Concreto Armado Para Mejorar La Funcionalidad De Una Edificación De Grandes Luces Con El Sistema Waffle*. Tacna – Perú: Universidad Privada De Tacna.
- Cueva Quispe, W. J. (2019). *Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo;
- Delgadillo, J., & Sulca, M. (2023). Diseño estructural y normativa sísmica en edificaciones modernas del Perú. *Revista de Ingeniería Civil Peruana*, 12(2), 1–20.
- DePerú. (2020). *DePerú*. Fonte: <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>
- DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS (2007 Fonte:https://www.cdvperu.com/wp-content/uploads/2023/05/dis-catalogo-espanol-aislador-sismico_compressed.pdf
- Espinoza, J. (2024). *Análisis y diseño de estructuras aporticadas con aisladores sísmicos en la ciudad de Huánuco - 2023*
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

- Huanca & Meléndez (2016). Análisis dinámico modal espectral de una edificación convencional y otra con aisladores sísmicos a nivel intermedio de la estructura en la ciudad de Tacna. (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Tacna. Tacna – Perú.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Fonte: Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- Liñan y Carrasco (2015). Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y con aislamiento sísmico en la base para un edificio de 5 pisos, en la ciudad de Trujillo - La libertad. (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Martínez y Pérez, L. (2023). Análisis de edificaciones con aisladores sísmicos para la ciudad de Cuenca [Tesis de licenciatura, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay.
- Medrano, J., & Tufiño, M. (2023). Análisis comparativo de la respuesta estructural de un edificio multifamiliar de 5 niveles con sistema dual y con aisladores sísmicos en Santa María del Mar
- Merino Piguave, P. G. (2019). *Análisis comparativo entre una edificación sismorresistente y una edificación sismorresistente utilizando aisladores sísmicos con núcleo de plomo*. Manabí – Ecuador: Universidad Estatal Del Sur De Manabí.
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.
- Quispe (2021). *“Propuesta de diseño en la infraestructura con aisladores sísmicos para mejorar el comportamiento estructural del hospital nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo-2019”* Chiclayo– PERÚ: Universidad Particular de Chiclayo.
- RAMOS A. (2018). Análisis y diseño de una clínica haciendo uso de aisladores sísmicos en su base. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú.
- RNE. (2018). *NORMA E.050*. Lima-Perú.
- RNE. (2019). *NORMA E.020*. Fonte: NORMA E.020: <https://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.030*. Fonte: NORMA E.030:
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISEÑO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.060*. Fonte: NORMA E.060:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

Sierra y Páez (2020) en su tesis titulado: “*Aisladores Sísmicos de Base: Un Compendio de Alternativas*” Universidad Militar Nueva Granada

Titirla, M. D. (2023). A state-of-the-art review of passive energy dissipation systems in steel braces. *Buildings*, 13(4), 851.
<https://doi.org/10.3390/buildings13040851>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Enrique Trujillo, Y. (2026). Propuesta de aisladores sísmicos en la base de una edificación para el análisis y diseño estructural de la clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS:

ANEXO N°1

RESOLUCIÓN DE APROBACION DE TRABAJO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 707-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 30 de marzo de 2023

Visto, el Oficio N° 488-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 2112-2022-D-FI-UDH, de fecha 25 de octubre de 2022, perteneciente a la Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 488-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Secretario) y Mg. Rissel Machuca Guardia (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johanna Manzano Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Ego. Graduando - Intermедиado - Archivo.
BCR/EJMI/nto.

ANEXO N°2

RESOLUCIÓN DE DESIGNACION DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1249-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 29 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 890-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 491510-0000005692, del Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 491510-0000005692, presentado por el (la) Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 2223-2023-D-FI-UDH, de fecha 26 de setiembre de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO** al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 2223-2023-D-FI-UDH, de fecha 26 de setiembre de 2023.

Artículo Segundo.-. DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Yuliana ENRIQUE TRUJILLO** a la Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Firma]
Ing. Ethel Johveni Monzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Firma]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO N°3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 35

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Unidad de Análisis
Problema general: ¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis–Huánuco – 2023? Problema específico: ¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas? ¿Cómo influye la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en el diseño estructural de la Clínica Pillko conforme a los criterios establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031?	Objetivo General Determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023. Objetivos específicos Determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la respuesta estructural de la clínica Pillko frente a cargas sísmicas. Determinar la influencia de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en el diseño estructural de la clínica Pillko conforme a los criterios establecidos en las normas Técnicas E. 030 y E.031	Hipótesis General La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB en la base de una edificación influye significativamente en el análisis y diseño estructural de la Clínica Pillko, Amarilis – Huánuco – 2023. Hipótesis específicas H1: La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB mejora la respuesta estructural de la Clínica Pillko frente a cargas sísmicas, evidenciada por la reducción de derivas y desplazamientos laterales y la modificación del período fundamental. H2: La incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB optimiza el diseño estructural de la Clínica Pillko, permitiendo el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas E.030 y E.031	Variable dependiente: Análisis y diseño estructural Variable independiente: Aisladores sísmicos	Enfoque cuantitativo Alcance o nivel explicativo Diseño no experimental - comparativo	La unidad de análisis de la presente investigación está constituida por la edificación proyectada denominada Clínica Pillko, ubicada en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco. La investigación corresponde a un estudio de caso único, debido a que el análisis se centra exclusivamente en esta edificación, seleccionada por su condición de establecimiento de salud y por disponer de la información técnica necesaria para el modelamiento estructural y la evaluación de la incorporación de aisladores sísmicos tipo LRB

ANEXO N°5

PLANO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

Figura 49
Plano estructural

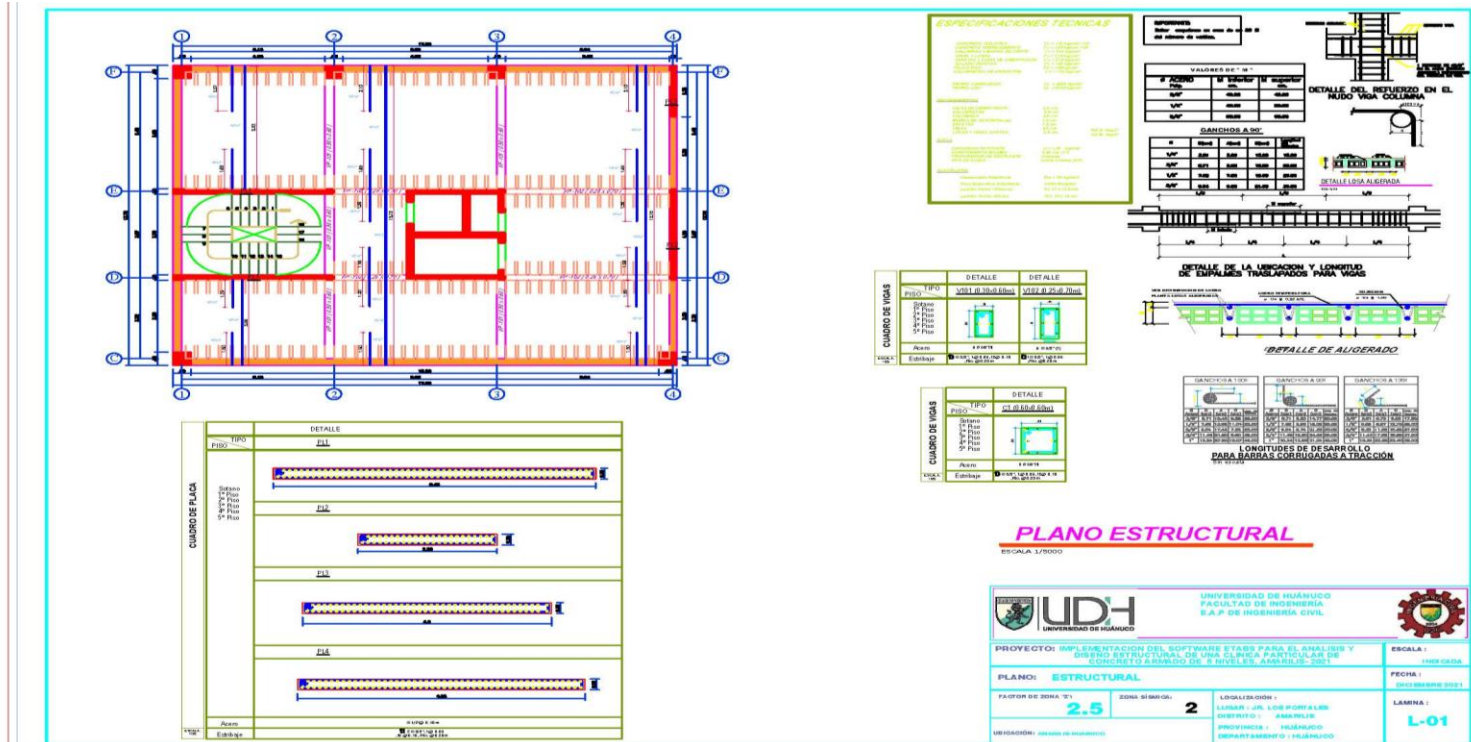


Figura 50
Plano estructural

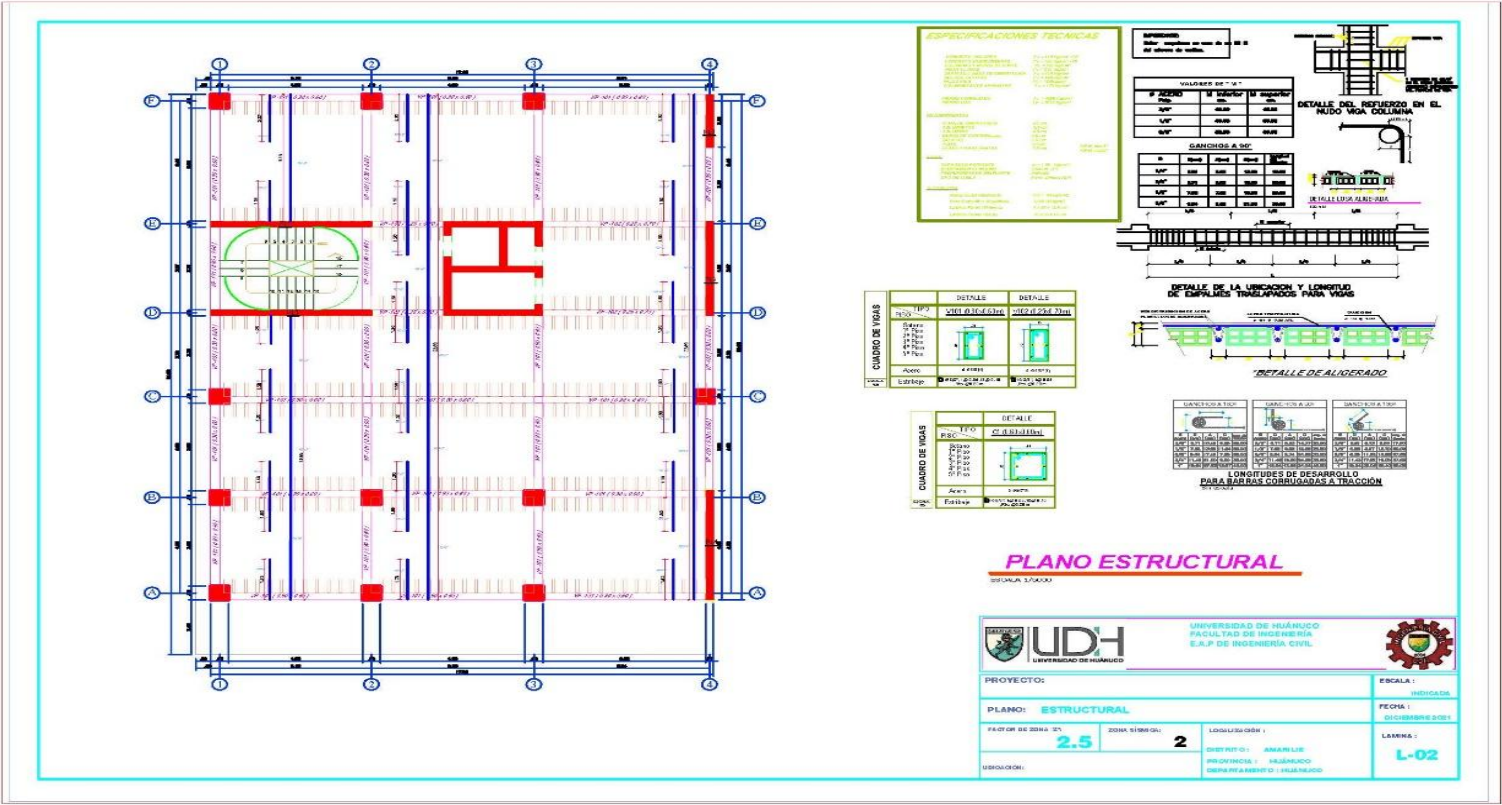


Figura 51
Plano estructural

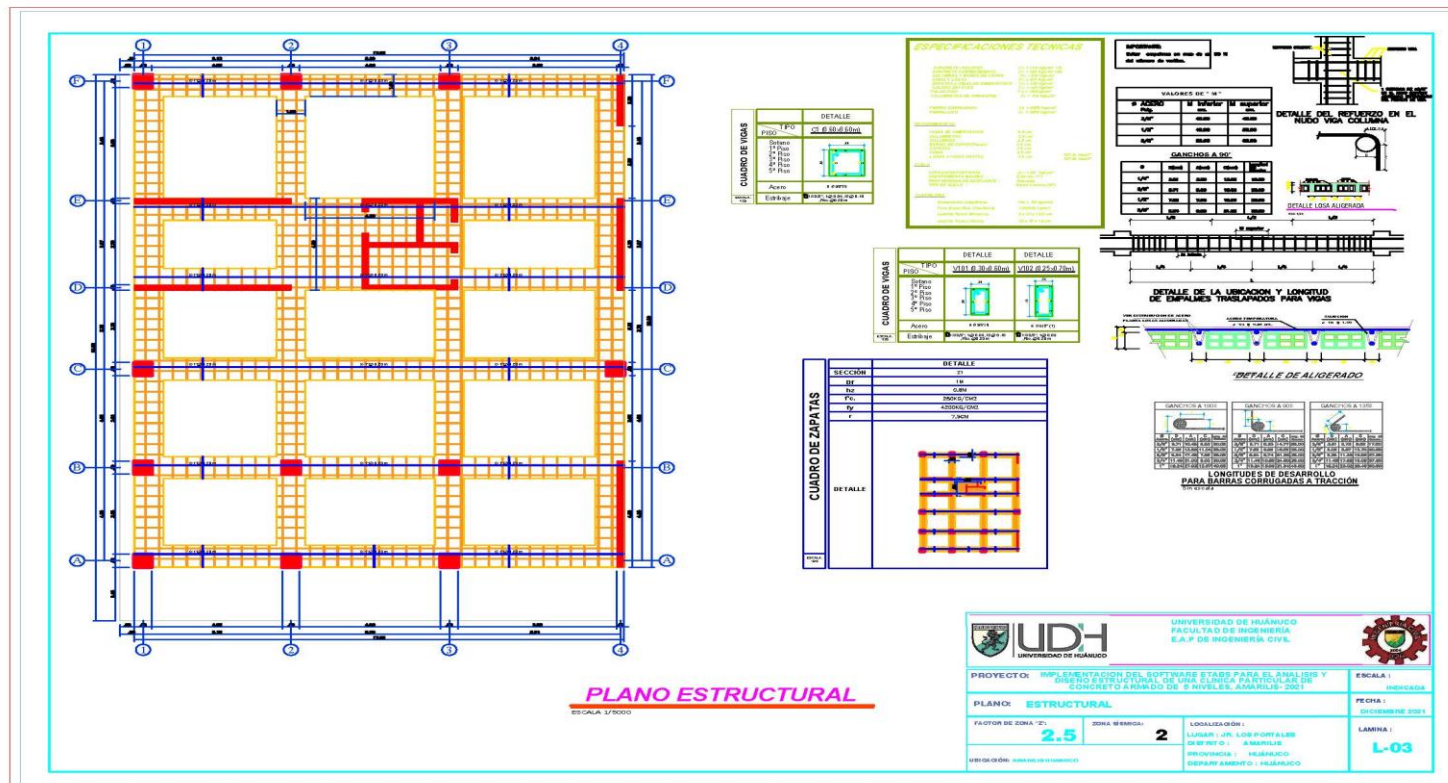
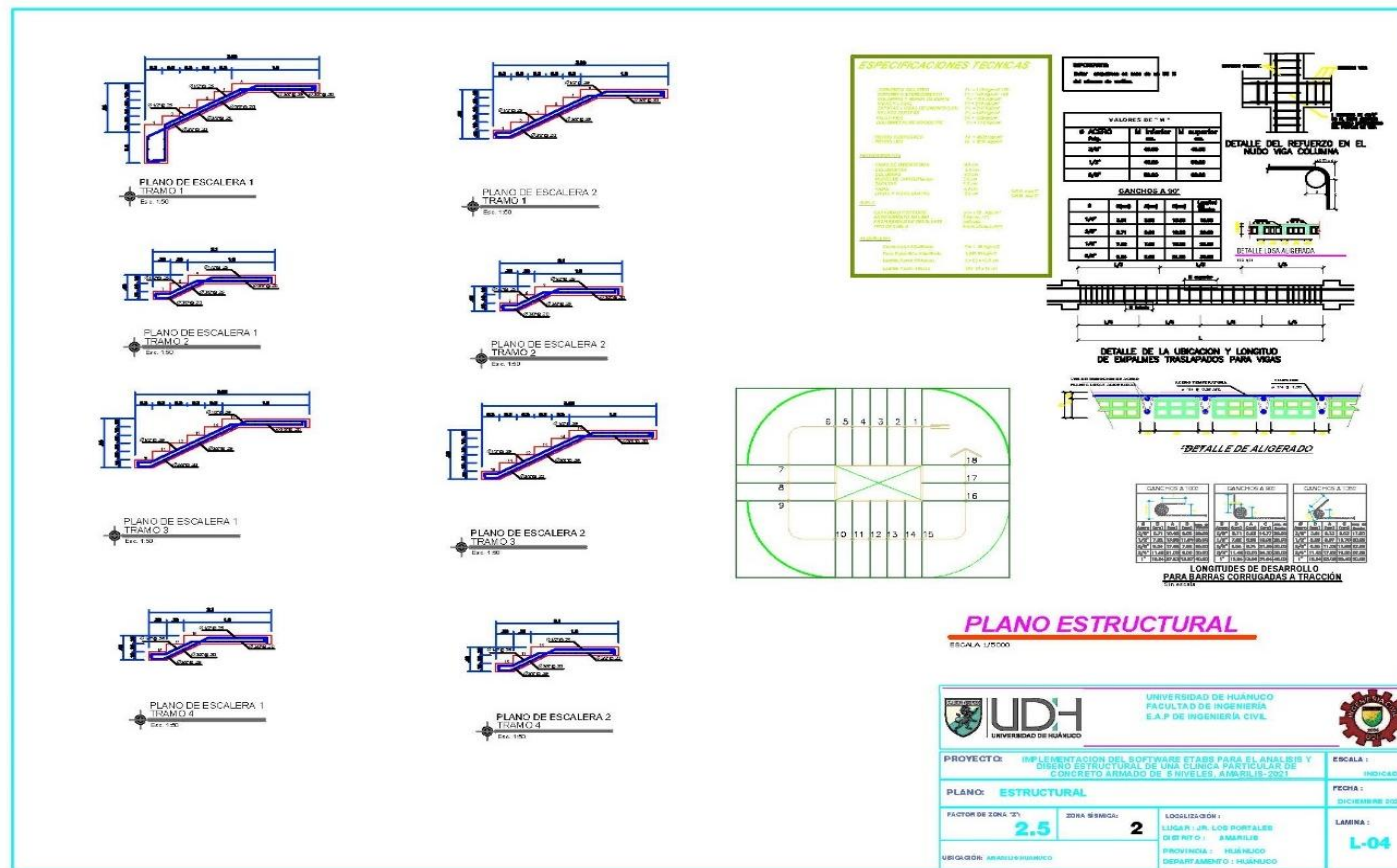


Figura 52
Plano estructural



ANEXO N°6

ESTUDIO DE SUELOS



TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
 UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
 TESISISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
 FECHA : JUNIO DEL 2026

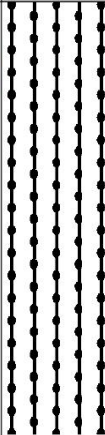
RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO

CALICATA	PROF.	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	
			SUCS	AASHTO
C-1	0.80m	Suelo orgánico medianamente húmeda, medio compacto de color marrón claro llega hasta 0.80m de profundidad.	PT	
	1.20m	Suelo de partículas gruesas. Arena limosa con grava de baja plasticidad, compactación alta, humedad baja de color marrón claro con 28.0% de grava, 34.4% de arena, 37.6% de finos y 8.89% de humedad.	SM	A-4(D)
C-2	0.70m	Suelo orgánico	PT	
	3.00m	Suelos de grano grueso. Arenas y limos. Arena bien gradada con limo con grava con bajo contenido de plasticidad, cementación alta, color marrón oscuro. Cantidad de grava 39.9%, cantidad de arena 52.8%, cantidad de limos y arcilla 7.2%, con humedad natural de 5.51%.	SW SM	A-1-a(D)
C-3	0.60m	Suelo orgánico	PT	
	3.00m	Suelos de grano grueso. Arena limosa con grava de baja plasticidad, cementación alta, color marrón. Cantidad de grava 29.1%, cantidad de arena 44.9%, cantidad de limos y arcilla 26.0%, con humedad natural de 7.80%.	SM	A-2-4(D)

GEO ESTRUCTURAS SAC
 Naun Salvador Salazar
 Técnico de Ensayos de Laboratorio



TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILKO, AMARIUS-HUANUCO-2023."
 UBICACIÓN : CLÍNICA PILKO, DISTRITO DE AMARIUS, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUANUCO.
 TESISISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
 CALICATA : C-1
 FECHA : JUNIO DEL 2026

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
Método de Excavación: Calicata			Largo: 1.00m			Profundidad: 3.00m			
Referencia: Nivel del terreno			Ancho: 0.70m			Nivel Freático: NP			
Superficie: +/-0.00m									
Prof. cm	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN			MUESTRA		Prof. (m)	ESTADO
	SUCS	AASHTO				Nº	Tipo		
10	PT		Suelo orgánico medianamente húmeda, medio compacto de color marrón claro llega hasta 0.80m de profundidad.			1		0.80	E-1
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80	SM	A-4(0)	Suelo de partículas gruesas. Arena limosa con grava de baja plasticidad, compactación alta, humedad baja de color marrón claro con 28.0% de grava, 34.4% de arena, 37.6% de finos y 8.89% de humedad.			3	Mab (Muestra en Bolsa)	1.20	E-3
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									
210									
220									
230									
240									
250									
260									
270									
280									
290									
300									

Mab = Muestra en bolsa
Mb = Muestra en bloque
N (SPT) = ensayo estándar de penetración (golpes/30cm)

Mis = Muestra Shelby
Dn = densidad natural
Do = densidad natural

Pm = penetrometro manual
qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)

GEO ESTRUCTURAS SAC

Naun Salvador Salazar
 Técnico de Ensayos de Laboratorio



TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACION PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
CALICATA : C-2
FECHA : JUNIO DEL 2026

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
Método de Excavación: Calicata				Largo: 1.00m		Profundidad: 3.00m			
Referencia: Nivel del terreno				Ancho: 0.70m		Nivel Freático: NP			
Superficie: +/- 0.00m									
Prof. cm	SIMBOL		DESCRIPCIÓN	MUESTRA			ESTRATO		
	SUCS	AASHTO		Nº	Tipo	Prof. (m)			
10	PT		Suelo orgánico			0.70	E-1		
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									
90									
100									
110	SW SM	A-I-a(0)	Suelos de grano grueso. Arenas y limos. Arena bien gradada con limo con grava con bajo contenido de plasticidad, cementación alta, color marrón oscuro. Cantidad de grava 39.9%, cantidad de arena 52.8%, cantidad de limos y arcilla 7.2%, con humedad natural de 5.51%.	1	Mab (Muestra en Bolsa)	3.00	E-2	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO	
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									
210									
220									
230									
240									
250									
260									
270									
280									
290									
300									

Mab = Muestra en bolsa

Mis = Muestra shallow

Pin = penetrómetro manual

Mis = Muestra en bloque

Dn = densidad natural

qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)

N(CPT) = curvas estándar de penetración (segundos/20cm).

Mab = Muestra en bolsa Mis = Muestra shelly Pm = penetrómetro manual
Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm²)
N (SPT) = ensayo estándar de penetración (golpes/30cm)

GEO ESTRUCTURAS SAC
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACION PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

CAUCATA : C-3

FECHA : JUNIO DEL 2026

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO									
Método de Excavación: Calicata				Largo: 1.00m			Profundidad: 1.50m		
Referencia: Nivel del terreno				Ancho: 0.70m			Nivel Freático: NP		
Superficie: +/- 0.00m									
Prof cm	SIMBOLO		DESCRIPCION	MUESTRA			ESTADO		
	SUCS	AASHTO		Nº	Tpo	Prof. (m)			
10	PT		Suelo orgánico				0.60	E-1	
20									
30									
40									
50									
60									
70	SM	A-2-4(0)	Suelos de grano grueso. Arena limosa con grava de baja plasticidad, cementación alta, color marrón . Cantidad de grava 29.1%, cantidad de arena 44.9%, cantidad de limos y arcilla 26.0%, con humedad natural de 7.80%.		1	Mab (Muestra en Bolsa)	3.00	E-2	
80									
90									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									
210									
220									
230									
240									
250									
260									
270									
280									
290									
300									

Mab = Muestra en bolsa

Mib = Muestra en bloque

M (CPT) = curvan estándar de penetración (colores/20ton)

Mis = Muestra Shelby

Dn = densidad natural

Pn = penetrometro manual

qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)

Mab = Muestra en bolsa Mia = Muestra Shelby Pm = penetómetro manual
 Mib = Muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión simple (kg/cm2)
 N (SPT) = ensayo estándar de penetración (golpes/30cm)

GEO ESTRUCTURAS SAC
 Naun Salvador Salazar
 Técnico de Ensayos de Laboratorio





GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO. DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS DE LOS SUELOS. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS				CÓDIGO	GE-2024-LEM1-0003		
				REVISIÓN	1		
				PÁGINA	1 DE 1		
TESISTA:	YULIANA ENRIQUE TRUJILLO			FECHA:	JUNIO DEL 2026		
ATENCIÓN:	OWNER H. SALVADOR SALAZAR			SONDEO No.:	C-01		
TESIS:	"PROPUESTA DE AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLÍNICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."			MUESTRA No.:	M-01		
LOCALIZACIÓN:	CLÍNICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUANUCO.			PROFUNDIDAD:	3.00 m		
DESCRIPCIÓN:	ARENA LIMOSA CON GRAVA SM DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN CLARO						
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS, MÉTODO A - ASTM D 4318				CURVA DE FLUIDEZ			
Numero de golpes	16	23	35				
Masa húmeda + Tara, g	16.55	16.67	16.58				
Masa seca + Tara, g	14.67	14.83	15.04				
Masa de Tara, g	6.30	6.46	6.66				
Masa del agua, g	1.88	1.84	1.55				
Masa seca, g	8.37	8.38	8.38				
Humedad, (%)	22.51	21.97	18.46				
LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318				HUMEDAD ASTM D 2216			
Masa húmeda + Tara, g	8.65	8.25	586.40				
Masa seca + Tara, g	8.34	7.96	524.40				
Masa de Tara, g	6.57	6.30	52.10				
Masa del agua, g	0.31	0.29	42.00				
Masa seca, g	1.78	1.66	472.30				
Humedad, (%)	17.45	17.39	8.89				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 (MÉTODO POR TAMIZADO)				CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA			
Masa húmeda total antes del lavado, g	2453.3	Masa seca Total antes del lavado, g	2253.0				
Masa seca después de lavar (g)	1351.40						
Tamiz (Pulg.)		Peso Ret. (g)	% Retenido			% Retenido Acumulado	% Pasa
3"	76.200		0.0			0.0	100.0
2 1/2"	63.500		0.0			0.0	100.0
2"	50.800		0.0			0.0	100.0
1 1/2"	38.100		0.0			0.0	100.0
1"	25.400	53.6	2.4			2.4	97.6
3/4"	19.000	120.6	5.4			7.7	92.3
1/2"	12.700	115.2	5.1			12.8	87.2
3/8"	9.510	253.6	11.3			24.1	75.9
#4	4.750	86.0	3.9			28.0	72.0
#10	2.380	111.5	4.9			33.0	67.0
#20	2.000	127.0	5.6			38.6	61.4
#30	1.190	62.1	2.8			41.4	58.6
#40	0.590	164.8	7.3	48.7	51.3		
#50	0.420	65.6	2.9	51.6	48.4		
#60	0.297	40.3	1.8	53.4	46.6		
#100	0.149	130.2	5.8	59.1	40.9		
#200	0.074	72.4	3.2	62.4	37.6		
Pasa #200	901.7	40.0					
RESULTADOS				CLASIFICACIÓN DEL SUELO ANALIZADO			
% de Gravas:	D60(mm):	Cu	% Límite Líquido	20.6	CLASIFICACIÓN AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION)	A-4(0)	
28.0	1.53	NA	% Límite Plástico	17.4			
% de Arenas:	D30(mm):	Cc	% Índice de Plasticidad	3.2	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS S.U.C.S.	SM	
34.4							
% de Finos:	D10 mm (diám. efectivo):	N/A					
37.6							

📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillko Marca - Huánuco.

✉ geo.estructuras2020@gmail.com
☎ +51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio





GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

YESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

REGISTRO N°: 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

MUESTREADO POR : Solicitante

SONDEO : C-01

ENSAYADO POR : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

TURNO : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS SUELOS ASTM C566-19

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CALICATA
1	Peso del Recipiente	g	52.1	C-01
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	566.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	524.4	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.89	

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillko Marca - Huánuco.

 geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

REGISTRO N°: 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

MUESTREADO POR : Solicitante

SONDEO : C-01

ENSAYADO POR : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

TURNO : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D - 854-02)

MUESTRA	UNIDAD	1	2	3	4
Peso de la muestra + matraz	gr.	165.00	165.00	165.00	165.00
Peso de la muestra + agua	gr.	611.90	610.70	611.70	611.80
Peso del matraz	gr.	65.00	65.00	65.00	65.00
Volumen del ensayo	cm3.	500.00	500.00	501.00	501.00
Peso especifico del agua	gr/cm3	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso de la muestra	gr.	100.00	100.00	100.00	100.00
Volumen de la muestra	cm3.	53.10	54.30	54.30	54.20
Volumen del agua	cm3.	446.90	445.70	446.70	446.80
Peso especifico de la muestra	gr./cm3.	1.88	1.84	1.84	1.85
Promedio	gr/cm3.	1.85			

GEO ESTRUCTURAS-SAL

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillko Marca - Huánuco.

 geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

REGISTRO N°: 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

MUESTREADO POR : Solicitante

SONDEO : C-01

ENSAYADO POR : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

TURNO : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D - 854-02)

MUESTRA	UNIDAD	1	2	3	4
Peso de la muestra + matraz	gr.	165.00	165.00	165.00	165.00
Peso de la muestra + agua	gr.	611.90	610.70	611.70	611.80
Peso del matraz	gr.	65.00	65.00	65.00	65.00
Volumen del ensayo	cm ³ .	500.00	500.00	501.00	501.00
Peso específico del agua	gr/cm ³	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso de la muestra	gr.	100.00	100.00	100.00	100.00
Volumen de la muestra	cm ³ .	53.10	54.30	54.30	54.20
Volumen del agua	cm ³ .	446.90	445.70	446.70	446.80
Peso específico de la muestra	gr./cm ³ .	1.88	1.84	1.84	1.85
Promedio	gr/cm ³ .	1.85			

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

✉ geo.estructuras2020@gmail.com
☎ +51 982 008 201

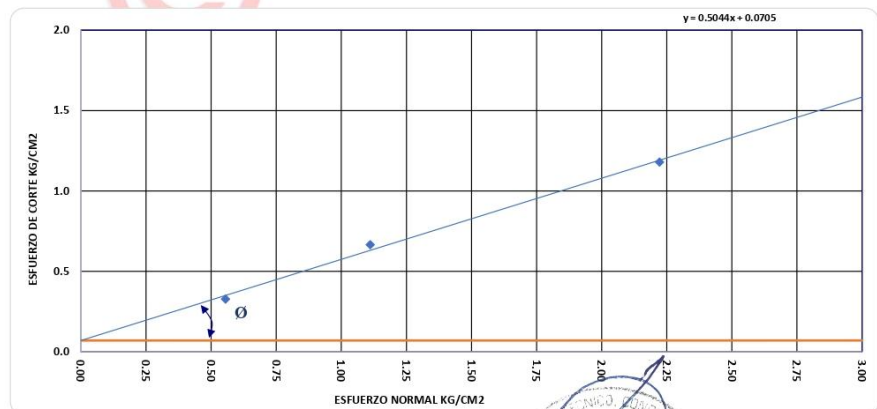
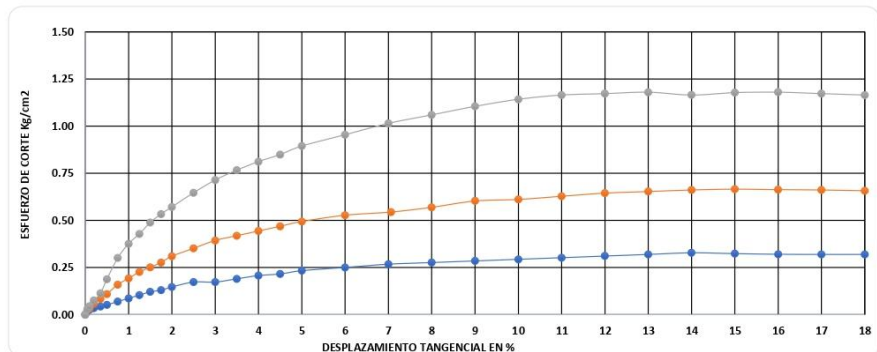


GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA
PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
FECHA : JUNIO DEL 2026.

Estado : Remoldeado
clasificación : SM

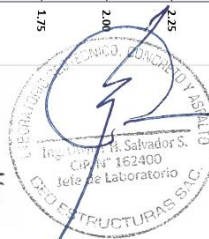
CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



$\phi = 26.8^\circ$
 $c = 0.071 \text{ Kg/cm}^2$

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillko Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
+51 982 008 201



CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Rectangular

EXPLORACIÓN:

C-01

Cota de Superficie (m):

Fecha: JUNIO DEL 2026.

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	26.8	grados
Cohesión (c)	0.07	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	General	(Suelo medianamente denso)
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	26.8	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.07	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.85	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.85	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.60	m
Incremento de base (Δb)	0.20	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.80	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	50.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SM	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 23.533$$

$$N_q = 12.870$$

$$N_\gamma = 8.981$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \frac{1}{2} \gamma B^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.547$$

$$S_q = 1.504$$

$$S_\gamma = 0.600$$

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^{-2}$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0.379$$

$$K_p = 2.639$$

$$K_o = 0.560$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida Zapata Cuadrada							
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q_d (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-1.80	1.80	1.6	1.00	1.00	7.51	2.50	Zapata Cuadrada
-1.80	1.80	1.8	1.00	1.00	7.61	2.54	
-1.80	1.80	2.0	1.00	1.00	7.71	2.57	
-2.80	2.80	1.6	1.00	1.00	11.10	3.70	
-2.80	2.80	1.8	1.00	1.00	11.20	3.73	
-2.80	2.80	2.0	1.00	1.00	11.30	3.77	
-3.80	3.80	1.6	1.00	1.00	14.69	4.90	
-3.80	3.80	1.8	1.00	1.00	14.79	4.93	
-3.80	3.80	2.0	1.00	1.00	14.89	4.96	
-4.80	4.80	1.6	1.00	1.00	18.28	6.09	
-4.80	4.80	1.8	1.00	1.00	18.38	6.13	
-4.80	4.80	2.0	1.00	1.00	18.48	6.16	
-5.80	5.80	1.6	1.00	1.00	21.86	7.29	
-5.80	5.80	1.8	1.00	1.00	21.96	7.32	
-5.80	5.80	2.0	1.00	1.00	22.06	7.35	

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

G.- ASENTAMIENTO (S)

Presión por carga admisible
Relación de Poisson
Módulo de Elasticidad
Asentamiento permisible
Ancho de la cimentación
Factor de forma

q_{adm} = 2.50 Kg/cm²
 μ = 0.15
 E_s = 1,700 Kg/cm²
 $S_{(max)}$ = 2.54 cm
 B = 1.60 m
 I_f = 0.93 m/m

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$

Df (m)	B (m)	qadm (kg/cm2)	Si (m)	Si (cm)
1.80	1.60	2.50	0.002	0.21
2.80	1.60	3.70	0.003	0.32



GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



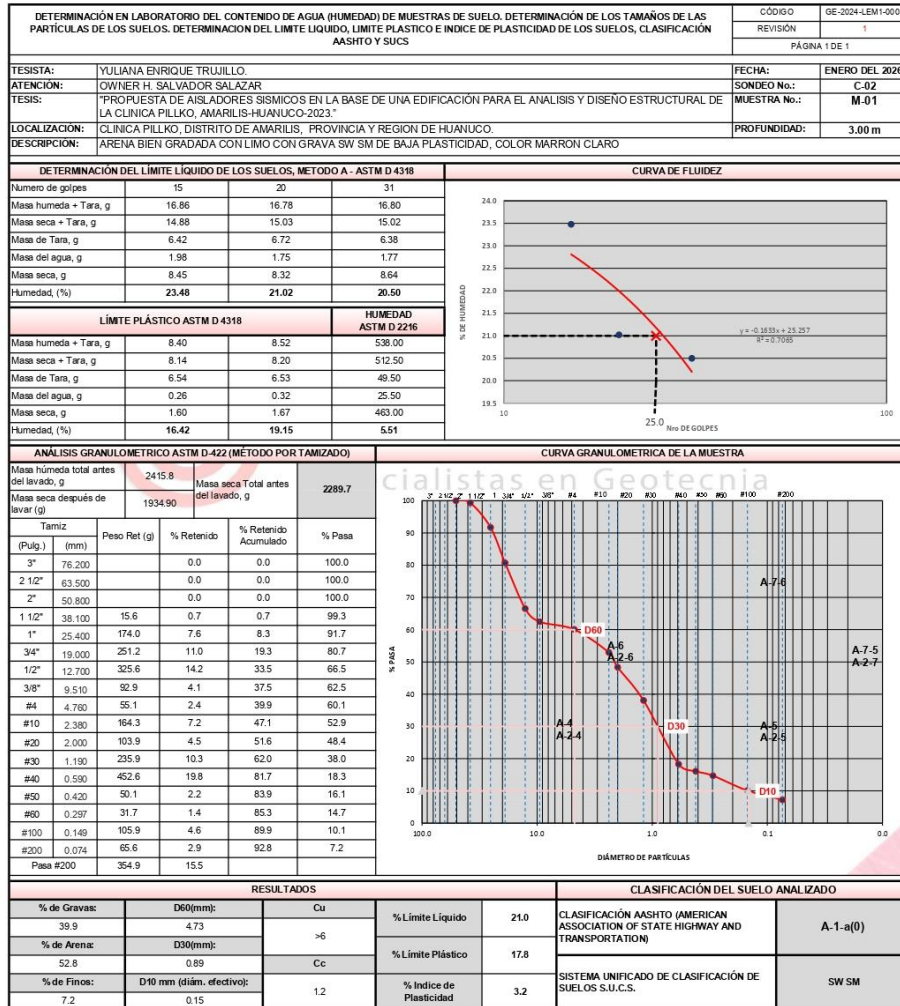
- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.



geo.estructuras2020@gmail.com



+51 982 008 201



Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)

Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

Pillko Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio





GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023." **REGISTRO N°:** 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO. **MUESTREADO POR** : Solicitante

SONDEO : C-02 **ENSAYADO POR** : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO. **TURNO** : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS SUELOS ASTM C566-19

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CALICATA
1	Peso del Recipiente	g	49.5	C-02
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	538.0	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	512.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.51	

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

 geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

REGISTRO N°: 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

MUESTREADO POR : Solicitante

SONDEO : C-02

ENSAYADO POR : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

TURNO : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D - 854-02)

MUESTRA	UNIDAD	1	2	3	4
Peso de la muestra + matraz	gr.	165.00	165.00	165.00	165.00
Peso de la muestra + agua	gr.	611.20	610.80	611.02	612.03
Peso del matraz	gr.	65.00	65.00	65.00	65.00
Volumen del ensayo	cm ³ .	500.00	500.00	501.00	501.00
Peso específico del agua	gr/cm ³	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso de la muestra	gr.	100.00	100.00	100.00	100.00
Volumen de la muestra	cm ³ .	53.80	54.20	54.98	53.97
Volumen del agua	cm ³ .	446.20	445.80	446.02	447.03
Peso específico de la muestra	gr./cm ³ .	1.86	1.85	1.82	1.85
Promedio	gr/cm ³ .	1.84			

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillko Marca - Huánuco.

✉ geo.estructuras2020@gmail.com
☎ +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA
PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
FECHA : JUNIO DEL 2026.
CALICATA : C-02

Estado: Remoldeado
clasificación: SM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal		Kg/cm2	0.56		1.11		2.22	
Etapas			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	mm		20.04	18.03	20.05	17.34	20.04	17.03
Lado	mm		60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Humedad	%		5.51	5.20	5.19	7.24	5.51	5.23
Densidad Seca	g/cm3		1.859	2.066	1.859	2.149	1.859	2.187
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.05	0.03	0.01
0.10	0.03	0.05	0.10	0.03	0.03	0.10	0.05	0.02
0.20	0.03	0.06	0.20	0.06	0.05	0.20	0.08	0.03
0.35	0.04	0.08	0.35	0.08	0.07	0.35	0.11	0.05
0.50	0.05	0.09	0.50	0.11	0.09	0.50	0.19	0.09
0.75	0.07	0.13	0.75	0.15	0.14	0.75	0.30	0.14
1.00	0.09	0.16	1.00	0.19	0.17	1.00	0.38	0.17
1.25	0.10	0.19	1.25	0.22	0.20	1.25	0.43	0.19
1.50	0.12	0.22	1.50	0.24	0.22	1.50	0.49	0.22
1.75	0.13	0.24	1.75	0.27	0.24	1.75	0.54	0.24
2.00	0.15	0.27	2.00	0.30	0.27	2.00	0.57	0.26
2.50	0.17	0.31	2.50	0.34	0.31	2.50	0.65	0.29
3.00	0.17	0.31	3.00	0.38	0.34	3.00	0.72	0.32
3.50	0.19	0.34	3.50	0.41	0.37	3.50	0.77	0.35
4.00	0.21	0.38	4.00	0.43	0.39	4.00	0.82	0.37
4.50	0.22	0.39	4.50	0.45	0.41	4.50	0.85	0.38
5.00	0.24	0.42	5.00	0.48	0.43	5.00	0.90	0.40
6.00	0.25	0.45	6.00	0.51	0.46	6.00	0.96	0.43
7.00	0.27	0.49	7.06	0.53	0.47	7.00	1.02	0.46
8.00	0.28	0.50	8.00	0.55	0.50	8.00	1.07	0.48
9.00	0.29	0.52	9.00	0.58	0.53	9.00	1.11	0.50
10.00	0.30	0.53	10.00	0.59	0.53	10.00	1.15	0.52
11.00	0.30	0.55	11.00	0.61	0.55	11.00	1.17	0.53
12.00	0.31	0.56	12.00	0.62	0.56	12.00	1.18	0.53
13.00	0.32	0.58	13.00	0.63	0.57	13.00	1.19	0.53
14.00	0.33	0.60	14.00	0.64	0.58	14.00	1.17	0.53
15.00	0.33	0.59	15.00	0.64	0.58	15.00	1.18	0.53
16.00	0.32	0.58	16.00	0.64	0.58	16.00	1.19	0.53
17.00	0.32	0.58	17.00	0.64	0.58	17.00	1.18	0.53
18.00	0.32	0.58	18.00	0.64	0.57	18.00	1.17	0.53

GEO ESTRUCTURAS S.A.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.



geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

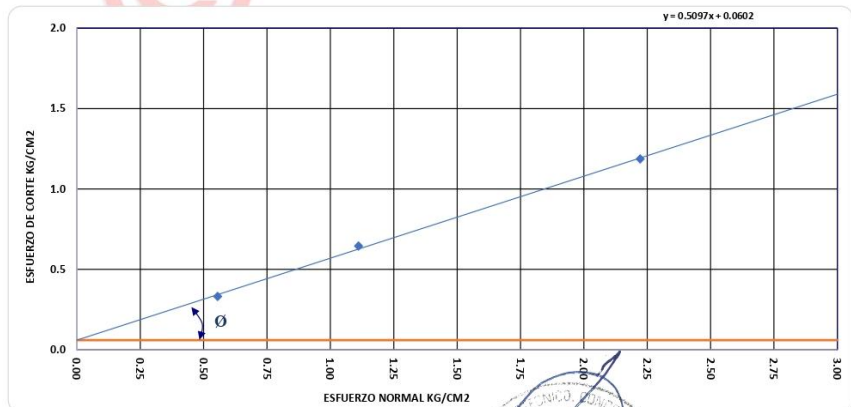
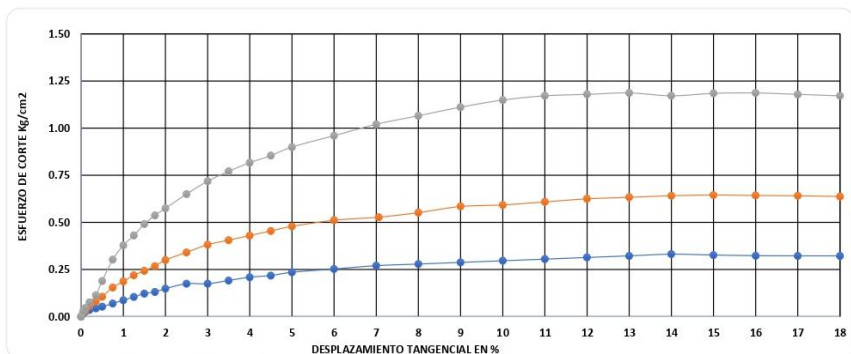


GEO ESTRUCTURAS
Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA
PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
FECHA : JUNIO DEL 2026.

Estado : Remoldeado
clasificación : SM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



$\theta = 27.0^\circ$
 $c = 0.060 \text{ Kg/cm}^2$

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pilko Marca - Huánuco.

📧 geo.estructuras2020@gmail.com
☎ +51 982 008 201



CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Rectangular

EXPLORACIÓN:

C-02

Cota de Superficie (m) :

Fecha : JUNIO DEL 2026.

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	27.0	grados
Cohesión (c)	0.06	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	General	(Suelo medianamente denso)
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	27.0	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.06	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.84	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.84	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.60	m
Incremento de base (Δb)	0.20	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.80	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	50.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SM	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 23.956$$

$$N_q = 13.210$$

$$N_\gamma = 9.336$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \frac{1}{2} \gamma B^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.551$$

$$S_q = 1.510$$

$$S_\gamma = 0.600$$

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0.375$$

$$K_p = 2.664$$

$$K_o = 0.546$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación sugerida Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	q_d (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)	
-1.80	1.80	1.6	1.00	1.00	7.67	2.56	Zapata Cuadrada
-1.80	1.80	1.8	1.00	1.00	7.77	2.59	
-1.80	1.80	2.0	1.00	1.00	7.88	2.63	
-2.80	2.80	1.6	1.00	1.00	11.35	3.78	
-2.80	2.80	1.8	1.00	1.00	11.45	3.82	
-2.80	2.80	2.0	1.00	1.00	11.55	3.85	
-3.80	3.80	1.6	1.00	1.00	15.02	5.01	
-3.80	3.80	1.8	1.00	1.00	15.13	5.04	
-3.80	3.80	2.0	1.00	1.00	15.23	5.08	
-4.80	4.80	1.6	1.00	1.00	18.70	6.23	
-4.80	4.80	1.8	1.00	1.00	18.80	6.27	
-4.80	4.80	2.0	1.00	1.00	18.91	6.30	
-5.80	5.80	1.6	1.00	1.00	22.38	7.46	Zapata Cuadrada
-5.80	5.80	1.8	1.00	1.00	22.48	7.49	
-5.80	5.80	2.0	1.00	1.00	22.59	7.53	

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)

Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

Pillco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio

G.-ASENTAMIENTO (S)

Presión por carga admisible
Relación de Poisson
Módulo de Elasticidad
Asentamiento permisible
Ancho de la cimentación
Factor de forma

q_{adm} = 2.56 Kg/cm²
 μ = 0.15
 E_s = 1,700 Kg/cm²
 $S_i (max)$ = 2.54 cm
 B = 1.60 m
 I_f = 0.93 m/m

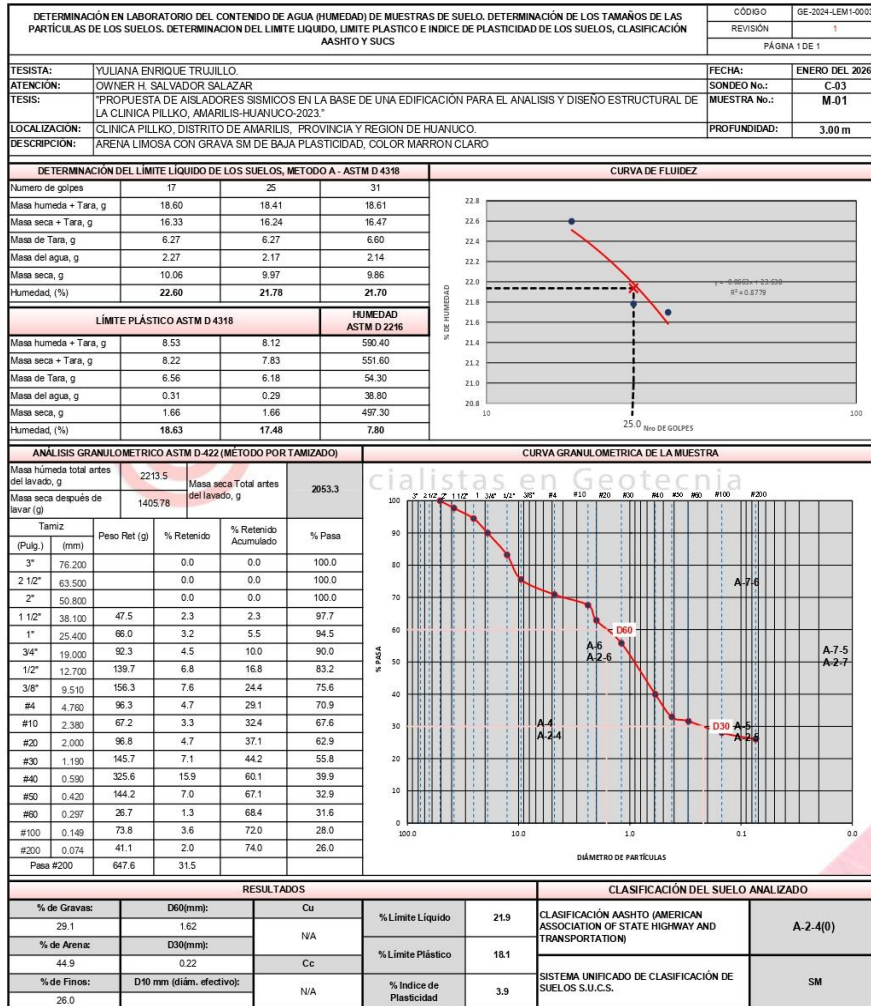
$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

Df (m)	B (m)	qadm (kg/cm2)	Si (m)	Si (cm)
1.80	1.60	2.56	0.002	0.22
2.80	1.60	3.78	0.003	0.32

GEO ESTRUCTURAS-SAL
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio





Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
PILKO Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
+51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



TESIS	: "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."	REGISTRO N°:	1
TESISTA	: YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.	MUESTREADO POR	: Solicitante
SONDEO	: C-03	ENSAYADO POR	: N. Salvador
UBICACIÓN	: CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.	TURNO	: Diurno
FECHA	: JUNIO DEL 2026.		

INFORME: CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS SUELOS ASTM C566-19

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CALICATA
1	Peso del Recipiente	g	54.3	C-03
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	590.4	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	551.6	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.80	

GEO ESTRUCTURAS S.A.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

Pilco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
+51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA PILLKO, AMARILIS-HUANUCO-2023." REGISTRO N°: 1

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO. MUESTREADO POR : Solicitante

SONDEO : C-03 ENSAYADO POR : N. Salvador

UBICACIÓN : CLINICA PILLKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO. TURNO : Diurno

FECHA : JUNIO DEL 2026.

INFORME: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D - 854-02)

MUESTRA	UNIDAD	1	2	3	4
Peso de la muestra + matraz	gr.	165.00	165.00	165.00	165.00
Peso de la muestra + agua	gr.	609.80	612.35	610.35	611.80
Peso del matraz	gr.	65.00	65.00	65.00	65.00
Volumen del ensayo	cm3.	500.00	500.00	501.00	501.00
Peso especifico del agua	gr/cm3	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso de la muestra	gr.	100.00	100.00	100.00	100.00
Volumen de la muestra	cm3.	55.20	52.65	55.65	54.20
Volumen del agua	cm3.	444.80	447.35	445.35	446.80
Peso especifico de la muestra	gr./cm3.	1.81	1.90	1.80	1.85
Promedio	gr/cm3.	1.84			

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



📍 - Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

✉ geo.estructuras2020@gmail.com
☎ +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA
PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."

TESISTA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.

UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.

FECHA : JUNIO DEL 2026.

CALICATA : C-03

Estado: Remoldeado

clasificación: SM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal		Kg/cm2	0.56		1.11		2.22	
Etapas			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	mm		20.04	18.03	20.05	17.34	20.04	17.03
Lado	mm		60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Humedad	%		7.81	7.63	7.76	7.56	7.81	7.64
Densidad Seca	g/cm3		1.812	2.014	1.812	2.095	1.812	2.132
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformacion Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.02	0.05	0.03	0.01
0.10	0.03	0.05	0.10	0.03	0.03	0.10	0.04	0.02
0.20	0.03	0.06	0.20	0.05	0.05	0.20	0.07	0.03
0.35	0.04	0.08	0.35	0.08	0.07	0.35	0.11	0.05
0.50	0.05	0.09	0.50	0.10	0.09	0.50	0.19	0.08
0.75	0.07	0.12	0.75	0.15	0.13	0.75	0.30	0.13
1.00	0.08	0.15	1.00	0.18	0.16	1.00	0.37	0.17
1.25	0.10	0.18	1.25	0.21	0.19	1.25	0.42	0.19
1.50	0.12	0.21	1.50	0.24	0.21	1.50	0.48	0.22
1.75	0.13	0.23	1.75	0.26	0.23	1.75	0.53	0.24
2.00	0.14	0.26	2.00	0.29	0.26	2.00	0.56	0.25
2.50	0.17	0.30	2.50	0.33	0.30	2.50	0.64	0.29
3.00	0.17	0.30	3.00	0.37	0.33	3.00	0.71	0.32
3.50	0.19	0.33	3.50	0.39	0.35	3.50	0.76	0.34
4.00	0.20	0.37	4.00	0.42	0.37	4.00	0.80	0.36
4.50	0.21	0.38	4.50	0.44	0.40	4.50	0.84	0.38
5.00	0.23	0.41	5.00	0.46	0.42	5.00	0.88	0.40
6.00	0.25	0.44	6.00	0.49	0.45	6.00	0.94	0.42
7.00	0.26	0.47	7.00	0.51	0.46	7.00	1.00	0.45
8.00	0.27	0.49	8.00	0.53	0.48	8.00	1.05	0.47
9.00	0.28	0.50	9.00	0.57	0.51	9.00	1.09	0.49
10.00	0.29	0.52	10.00	0.57	0.52	10.00	1.13	0.51
11.00	0.30	0.53	11.00	0.59	0.53	11.00	1.15	0.52
12.00	0.30	0.55	12.00	0.60	0.54	12.00	1.16	0.52
13.00	0.31	0.56	13.00	0.61	0.55	13.00	1.17	0.52
14.00	0.32	0.58	14.00	0.62	0.56	14.00	1.15	0.52
15.00	0.32	0.57	15.00	0.62	0.56	15.00	1.16	0.52
16.00	0.31	0.56	16.00	0.62	0.56	16.00	1.17	0.52
17.00	0.31	0.56	17.00	0.62	0.56	17.00	1.16	0.52
18.00	0.31	0.56	18.00	0.62	0.56	18.00	1.15	0.52

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

Pilko Marca - Huánuco.



geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201



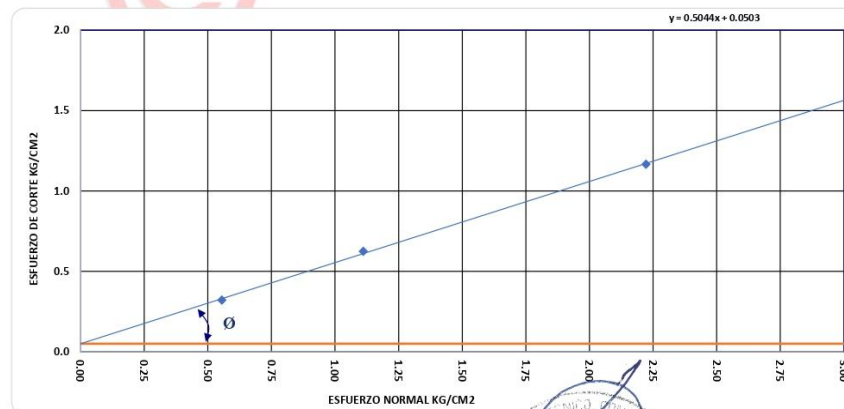
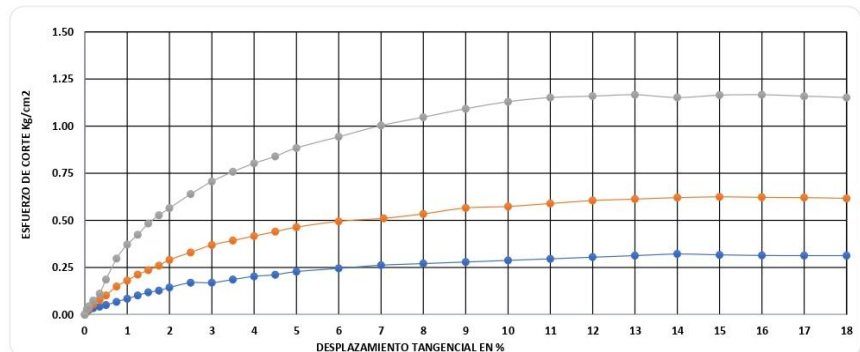
GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

TESIS : "PROPUESTA DE AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN PARA EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CLINICA
PILKO, AMARILIS-HUANUCO-2023."
SOLICITA : YULIANA ENRIQUE TRUJILLO.
UBICACIÓN : CLINICA PILKO, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO.
FECHA : JUNIO DEL 2026.

Estado : Remoldeado
clasificación : SM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



$\phi = 26.8^\circ$
 $c = 0.050 \text{ Kg/cm}^2$

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
+51 982 008 201



CAPACIDAD DE CARGA - Cimentación Rectangular

EXPLORACIÓN:

C-03

Cota de Superficie (m):

Fecha: JUNIO DEL 2026.

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	26.8	grados
Cohesión (c)	0.05	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	General	(Suelo medianamente denso)
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	26.8	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.05	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.84	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.84	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.60	m
Incremento de base (Δb)	0.20	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	1.80	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	1.00	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	50.0	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SM	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 23.533$$

$$N_q = 12.870$$

$$N_\gamma = 8.981$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = tg^2(45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)tg\phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.547$$

$$S_q = 1.504$$

$$S_\gamma = 0.600$$

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_\gamma = 1 + \frac{B}{L} tg\phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_\gamma = 1.000$$

$$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$$

$$i_\gamma = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 0.379$$

$$K_p = 2.639$$

$$K_o = 0.550$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación sugerida Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	q _d (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	
-1.80	1.80	1.6	1.00	1.00	7.38	2.46	Zapata Cuadrada
-1.80	1.80	1.8	1.00	1.00	7.48	2.49	
-1.80	1.80	2.0	1.00	1.00	7.58	2.53	
-2.80	2.80	1.6	1.00	1.00	10.94	3.65	
-2.80	2.80	1.8	1.00	1.00	11.04	3.68	
-2.80	2.80	2.0	1.00	1.00	11.14	3.71	
-3.80	3.80	1.6	1.00	1.00	14.50	4.83	
-3.80	3.80	1.8	1.00	1.00	14.60	4.87	
-3.80	3.80	2.0	1.00	1.00	14.70	4.90	
-4.80	4.80	1.6	1.00	1.00	18.06	6.02	
-4.80	4.80	1.8	1.00	1.00	18.16	6.05	
-4.80	4.80	2.0	1.00	1.00	18.26	6.09	
-5.80	5.80	1.6	1.00	1.00	21.62	7.21	
-5.80	5.80	1.8	1.00	1.00	21.72	7.24	
-5.80	5.80	2.0	1.00	1.00	21.82	7.27	

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)

Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)

Pillico Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.

Naun Salvador Salazar

Técnico de Ensayos de Laboratorio

G.- ASENTAMIENTO (S)

Presión por carga admisible
Relación de Poisson
Módulo de Elasticidad
Asentamiento permisible
Ancho de la cimentación
Factor de forma

q_{adm} = 2.46 Kg/cm²
 μ = 0.15
 E_s = 1,700 Kg/cm²
 $S_{(max)}$ = 2.54 cm
 B = 1.60 m
 I_f = 0.93 m/m

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}}$$

Df (m)	B (m)	qadm (kg/cm2)	Si (m)	Si (cm)
1.80	1.60	2.46	0.002	0.21
2.80	1.60	3.65	0.003	0.31

GEO ESTRUCTURAS S.A.C.
Naun Salvador Salazar
Técnico de Ensayos de Laboratorio



ANEXO N°7 MEMORIA TOPOGRAFICA

MEMORIA DESCRIPTIVA TOPOGRÁFICO

1. GENERALIDADES

El presente informe topográfico tiene como finalidad describir, analizar y representar las características físicas y geométricas del terreno correspondiente a la Clínica Pillko, ubicada en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

El trabajo comprende la delimitación perimétrica y la determinación precisa de la ubicación del predio, a través de técnicas de levantamiento topográfico, empleando equipos e instrumentos adecuados para garantizar la exactitud de los datos obtenidos.

El desarrollo del informe incluye las etapas de recolección de datos de campo, procesamiento de la información, elaboración de plano.

2. OBJETIVOS

- El presente trabajo tiene como objetivo realizar el levantamiento topográfico del área correspondiente a la Clínica Pillko, con la finalidad de obtener información precisa sobre las características geométricas y altimétricas del terreno, que sirva como base para el desarrollo de estudios.
- Las actividades comprendieron la obtención de datos e información de campo, mediante el uso de instrumentos topográficos adecuados para la medición de coordenadas, distancias y cotas, garantizando la exactitud y confiabilidad de los resultados.

- Posteriormente, se efectuó el procesamiento, verificación y ajuste de la información levantada, aplicando los procedimientos técnicos necesarios para generar planos topográficos y modelos digitales representativos del área estudiada.

3. METAS

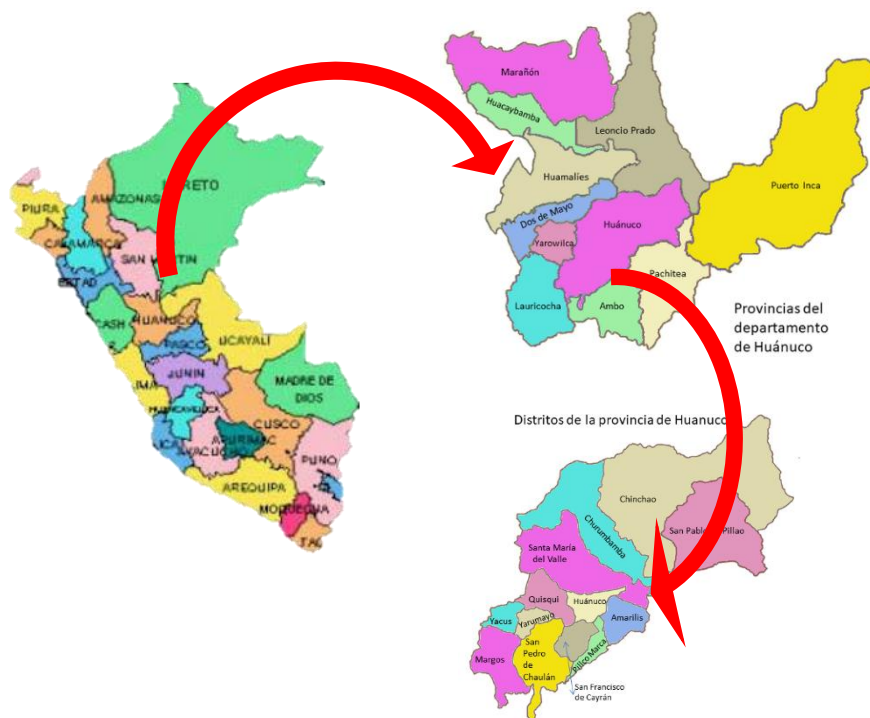
- Elaboración del plano de ubicación
- Trazo y medición del área perimétrico

4. UBICACIÓN

Distrito : Amarilis

Provincia : Huánuco

Departamento : Huánuco



COLINDANTES

Norte : Jr. Los eucaliptos, con una longitud de 17.50 ml.

Sur : Calle sin nombre, con una longitud de 17.50 ml.

Este : Calle sin nombre, con una longitud de 25.00 ml.

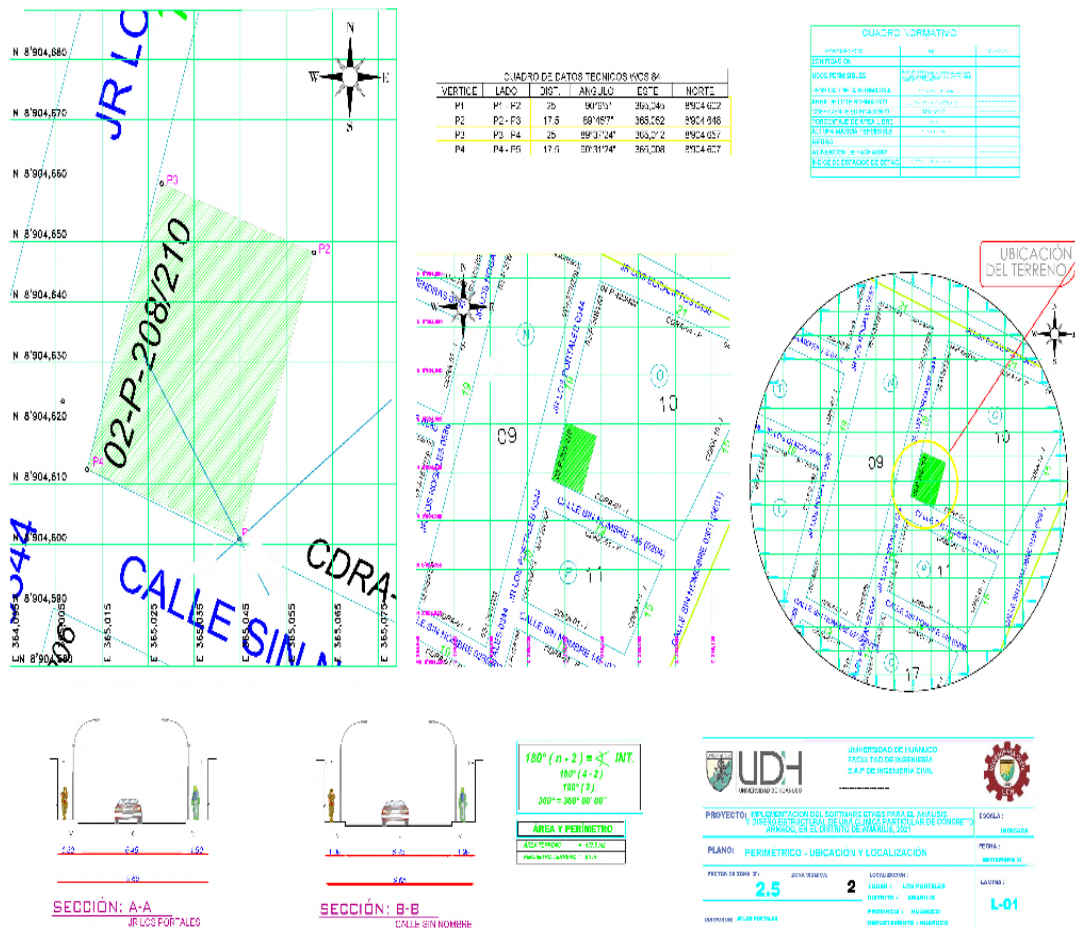
Oeste : Jr. Los portales, con una longitud de 25.00 ml.

COORDENADAS UTM WGS54

VERTICE	LADO	CUADRO DE DATOS TECNICOS WGS 84			
		DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	25.00	90°1'85"	365045.29	8904500
P2	P2-P3	17.50	89°15'07"	365061.79	8904649
P3	P3-P4	25.00	99°03'24"	365027.01	8904658
P4	P4-P5	17.50	90°31'24"	365793.83	8904156

Perímetro : 85.00 ml

Área : 437.50 m2



5. CARACTERISTICAS DEL PREDIO

El terreno presenta una topografía predominantemente plana, sin desniveles significativos ni irregularidades notables.

Durante la inspección de campo se verificó que la superficie se encuentra cubierta por vegetación baja y maleza, producto de la falta de limpieza y mantenimiento.

A pesar de su condición plana, se recomienda realizar un ligero movimiento de tierras con el fin de regularizar cotas y optimizar la nivelación general del predio, previo a cualquier intervención constructiva o urbanística.

6. ACCESOS

Al terreno se accede por la ruta más común es a través de la Carretera Central y la Vía Colectora, que conectan la zona con el centro de Huánuco.

7. SERVICIOS

El predio carece actualmente de los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica. No obstante, al encontrarse dentro de un sector urbano, su dotación resulta técnicamente viable, ya que las infraestructuras de conexión se ubican en las inmediaciones del terreno.

Las redes principales de agua y alcantarillado se localizan sobre las vías cercanas, y la línea de suministro eléctrico se extiende en el entorno próximo, lo cual facilita la factibilidad de instalación mediante los trámites pertinentes ante las entidades competentes.

8. RECURSO MATERIALES

- Un (01) GPS MAP GARMIN
- Un (01) estación total
- Un (01) trípode
- Un (01) CAMARA FOTOGRÁFICA

9. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento topográfico del área perteneciente a la Clínica Pillko, situada en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, desarrollándose el trabajo conforme a los protocolos y procedimientos técnicos vigentes para garantizar resultados precisos y confiables.
- Durante la fase de campo se utilizaron instrumentos topográficos de alta precisión, entre ellos estación total, receptores GPS, trípode, cámara fotográfica y otros implementos auxiliares, los cuales posibilitaron la obtención de datos exactos y consistentes.
- Se comprobó que todos los equipos empleados contaban con la debida calibración y se encontraban en óptimas condiciones de funcionamiento, asegurando de esta manera la fiabilidad de las mediciones y la calidad técnica de la información obtenida.

10. ANEXOS

- Certificado de calibración
- Plano de ubicación

Nº 0276 -0220

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Lima, 16 de Marzo del 2023

1-2

Cliente: PANGEA JSV INGENIERIA & SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
Instrumento: ESTACION TOTAL
Fecha de emisión: 16/03/2023
Próxima calibración: 17/03/2024
Marca: TOPCON
Modelo: GTP-7500
Serie: LJ0054

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEGUN FABRICANTE			
Precisión del EDM		Compensador centralizado de cuadruple eje:	
0m - 500m :	2mm + 2ppm	dos ejes:	colimación Hz
>500m :	3mm + 2ppm	dos ejes:	índice vertical
Abertura libre del objetivo:	40mm	Resolución nivel electrónico:	1"
Telescopio imagen directa:	30x	Plomada Laser:	
Lectura mínima	1"/5"	Precisión	1,5mm a 1.5m de altura
Precisión angular	5"	Diámetro	2,5mm a 1.5m de altura

AJUSTE DEL EQUIPO

ESTADO VISIBLE DEL EQUIPO		PANEL DE CONTROL		MECÁNICA DEL EQUIPO		BASE NIVELANTE	
Color	OK	Leyenda de teclado	OK	Rotación horizontal	OK	Nivel esférico	OK
Limpieza	OK	Condición física	OK	Rotación EDM	OK	Tornillos nivelantes	OK
Estado físico/mecánico	OK	Funciones de teclado	OK			Condición física/mecánica	OK

REVISIÓN			
Puntero laser	OK	Doble centro	OK
Plomada laser	OK	Error vertical	OK
Perpendicularidad	OK	Error horizontal	OK

PATRÓN DE MEDIDAS ANGULARES			
Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 00"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot-Der	270° 00' 00"
Ángulo de elevación	60° 00' 00"	Depresión	120° 00' 00"

VALORES ANGULARES INICIALES LEIDOS EN EL INSTRUMENTO			
Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 02"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot	270° 00' 28"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 02"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	179° 59' 57"

EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA REVISADO, CALIBRADO, AJUSTADO Y VERIFICADO. SE TOMÓ COMO REFERENCIA EL ESTÁNDAR DE LA NORMA ISO 17123 "OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENT", POR LA CUAL SE GARANTIZA SU CORRECTO Y NORMAL FUNCIONAMIENTO.

VALORES ANGULARES A CORREGIR	
Ángulo Hz	00° 00' 02"
Vertical V	00° 00' 028"
Muñones V	00° 00' 02"
Muñones Hz	00° 00' 03"

PRECISIÓN ANGULAR

	Grados °	Minutos '	Segundos "
+	00°	00'	05"
-	00°	00'	05"

VALORES ANGULARES FINALES LEIDOS EN EL INSTRUMENTO			
Ángulo Hz	00° 00' 00"	Rot-Der	180° 00' 01"
Ángulo V	90° 00' 00"	Rot	270° 00' 01"
Muñones V	60° 00' 00"	Rot	300° 00' 01"
Muñones Hz	00° 00' 00"	Rot	180° 00' 01"

DESVIACIÓN ANGULAR FINAL

Δ	+ 01"
Δ	+ 01"
Δ	+ 01"
Δ	+ 01"



REVISIÓN DE DISTANCIÓMETRO

Distancia inicial (m)	Distancia patrón (m)	Error a Corregir (mm)	Distancia Final (m)	Desviación Final
60,370	60,370	+0	60,370	0 mm
120,011	120,012	+1	120,012	-0 mm
200,936	200,937	+1	200,936	-1 mm

CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO

Temperatura: 26°C con variación +/- 1°C
 Presión atmosférica: 751 mmHg con variación de +/- 0.5 mmHg
 Humedad relativa: 68%

OBSERVACIONES: Por medio de la presente certificamos que el producto descrito ha sido verificado y cumple con las especificaciones establecidas por el fabricante detallado en el manual de usuario. Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones ambientales en que fueron ejecutadas las mediciones.

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACIÓN

Equipo utilizado como patrón:

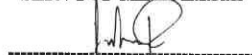
Set de Colimadores. Marca Sanzhun W550-4; Serie N° MM1404
 Teodolito Mecánico WILD-T1A, Serie N°95453.
 Nivel Automático Topcon AT-B2, Serie N°90837.
 Micrómetro de placas paralelas Sokkia OM5, con Serie N° 7001660.

Colimador SANZHUN W550-4; con Telescopios de 32x cuyo retículo esta enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de 1", consta de 04 tubos cada uno con doble retículo en plataforma fija, con distancia de enfoque infinito, distancia focal de 550mm, apertura efectiva de 55mm y 3° de campo de visión, es revisado periodicamente con un Teodolito WILD-T1A precisión 1", con método de lectura directa-inversa y refrendado con un Nivel Automático Topcon Modelo AT-B2 de 32x con Micrómetro de Placas Paralelas de Precisión 0.5mm nivelación doble de 1km.

NOTA:

- 1.- ANTES DE SALIR DE OFICINA ESTE EQUIPO HA SIDO REVISADO, SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO Y FUNCIONAMIENTO.
- 2.- EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL TRANSPORTE DEL INSTRUMENTO Y USO DEL CERTIFICADO.
- 3.- SERVITOPMEZA E.I.R.L. NO SE RESPONSABILIZA DE LOS PERJUICIOS QUE PUEDA OCASIONAR EL USO INADECUADO DEL INSTRUMENTO VERIFICADO
- 4.- SERVITOPMEZA E.I.R.L. NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR MALA MANIPULACION Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO DEL INSTRUMENTO. EL CLIENTE ES RESPONSABLE DEL CUIDADO Y USO ADECUADO DEL EQUIPO.

SERVITOPMEZA E.I.R.L

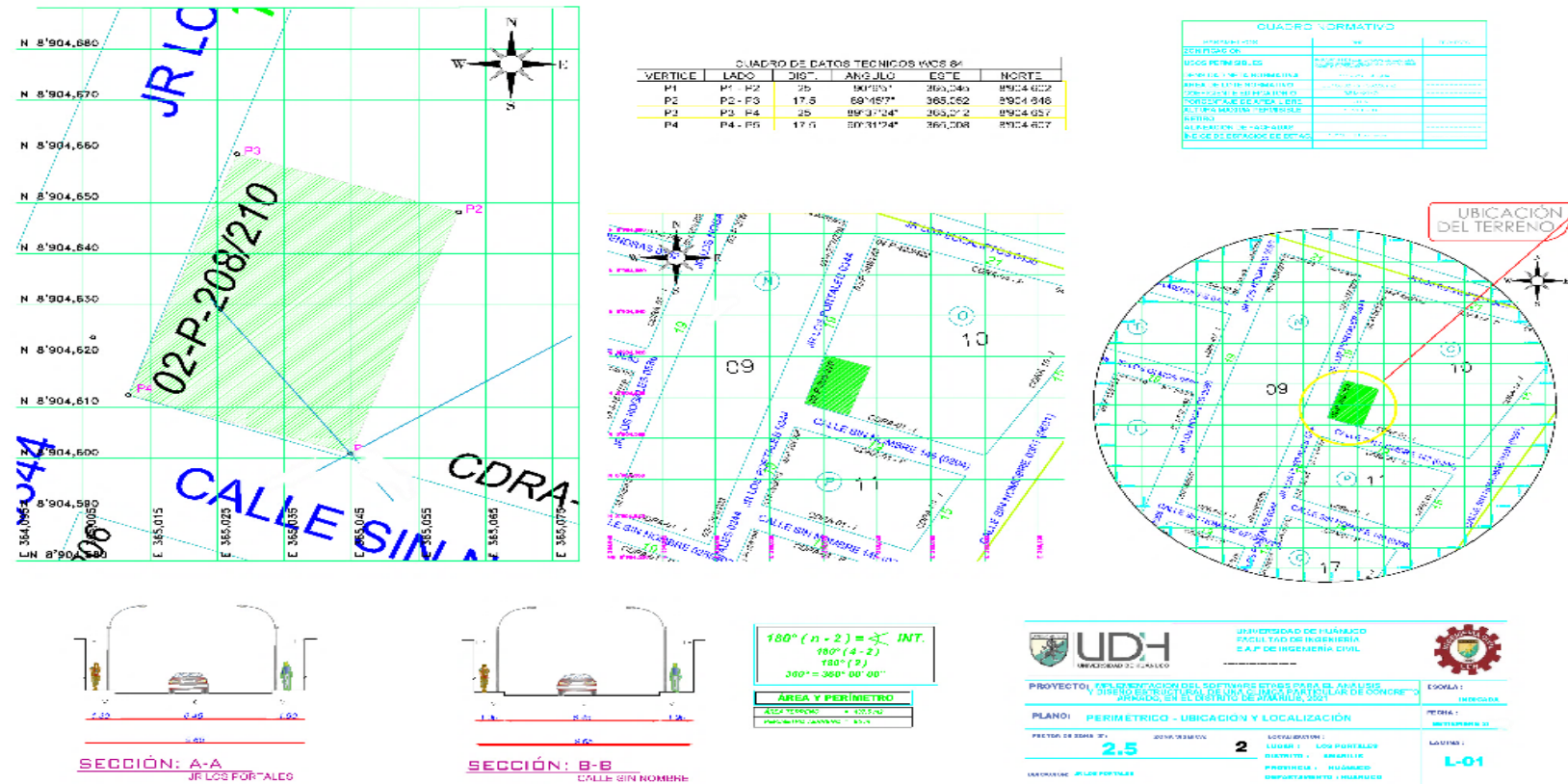


JOSUE MEZA ROJAS

Gerente



Plano de ubicación



ANEXO N°8: VISTAS FOTOGRAFICAS

Figura 53

Levantamiento topográfico del terreno



Figura 54

Identificación de los vértices del terreno



Figura 55
Medición del área de terreno



Figura 56
Herramienta topográfica (estación total) empleado

