

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Comparación del análisis estructural y sísmico de una
edificación de 4 pisos con robot estructural de un sistema
aporticado y albañilería confinada, Huánuco - 2025”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Espinoza Crespo, Jean Piero

ASESOR: Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45565090

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22516875

Grado/Título: Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0003-2705-4300

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Felipe Matias, Elbio Fernando	Master en ingeniería civil con mención en ingeniería vial	80037356	0009-0006-3387-9498
2	Mays Aquino, Ronald Gunter	Maestro en diseño y construcción de obras viales	41567508	0009-0009-5573-0880
3	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día lunes 29 de setiembre de 2025, 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. ELBIO FENANDO FELIPE MATIAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. RONALD GÜNTER MAYS AQUINO | SECRETARIO |
| ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1918-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADOY ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2025", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Jean Piero ESPINOZA CRESPO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 18:13 horas del día 29 del mes de setiembre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. ELBIO FENANDO FELIPE MATIAS
DNI: 80037356
ORCID: 0009-0006-3387-9498

PRESIDENTE

MG. RONALD GÜNTER MAYS AQUINO
DNI: 41567508
ORCID: 0009-0009-5573-0880

SECRETARIO (A)

MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JEAN PIERO ESPINOZA CRESPO, de la investigación titulada "Comparación del análisis estructural y sísmico de una edificación de 4 pisos con robot estructural de un sistema aporticado y albañilería confinada, Huánuco - 2025", con asesor(a) YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2196-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % 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, 10 de octubre 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

45. Espinoza Crespo, Jean Piero.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%



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

A mi mamá, Cesi, por ser mi luz y mi ejemplo. Su amor y esfuerzo han sido la base de todo lo que soy.

A mi papá, Napoleón, que desde el cielo me guía. Su recuerdo y enseñanzas me han dado fuerza para seguir.

A mi hermana, Raisa, por estar siempre, celebrando mis logros y animándome en las caídas.

A mi querida mascota Calesi, que con su compañía me recuerda que la felicidad está en lo simple.

Este logro es de todos ustedes, con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesora de tesis, Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, por estar siempre ahí, orientándome y dándome ánimos. Su apoyo y sus consejos marcaron la diferencia para que este trabajo llegara a buen puerto.

También doy las gracias a los docentes del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco. Con sus enseñanzas y su confianza en mí, hicieron posible que hoy cumpla este objetivo que tanto soñé.

A mi universidad, por brindarme las herramientas y oportunidades necesarias para seguir creciendo como profesional.

A todos aquellos que, de una u otra manera, han contribuido a la realización de esta tesis, mi más profundo agradecimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I.....	15
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	19
1.5. LIMITACIONES.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN APORTICADO	26
2.2.2. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	27
2.2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN	28
2.2.4. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN	30
2.2.5. CARACTERÍSTICA DE LAS ESTRUCTURAS APORTICADAS FRENTE A ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA.....	32
2.2.6. EFECTOS DEL TIPO DE SUELO EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICACIONES.....	33
2.2.7. ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES Y LATERALES..	33
2.2.8. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES....	35
2.2.9. APLICACIÓN SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. HIPÓTESIS.....	39
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	39
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	40
2.5. VARIABLES	40
2.5.1. VARIABLE 1	40
2.5.2. VARIABLE 2	40
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.1. ENFOQUE.....	42

3.1.2. ALCANCE O NIVEL	43
3.1.3. DISEÑO.....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.2.1. POBLACIÓN.....	44
3.2.2. MUESTRA.....	44
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	46
3.6. ASPECTOS ÉTICOS	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADOS.....	47
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS	47
4.1.1 PLANO DE ESTRUCTURA	47
4.1.2 ALBAÑILERIA CONFINADA	49
4.1.3 PORTICOS.....	97
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES	121
CAPITULO V.....	124
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	124
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	124
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES.....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
ANEXOS.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fórmulas para el módulo de elasticidad y cortante para albañilería	51
Tabla 2 Predimensionamiento de espesor de muro.....	55
Tabla 3 Suma de áreas de los muros en dirección X en el plano xy.....	56
Tabla 4 Suma de áreas de los muros en dirección Y en el plano xy.....	57
Tabla 5 Suma de áreas de los ductos.....	58
Tabla 6 Cálculo del área techada	58
Tabla 7 Factores Z, U, S y N.....	58
Tabla 8 Densidad de muros en X.....	59
Tabla 9 Densidad de muros en Y.....	59
Tabla 10 Análisis sísmico estático de albañilería.....	68
Tabla 11 Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en X para albañilería ..	70
Tabla 12 Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en Y para albañilería ..	70
Tabla 13 Cálculo de efectos de torsión.....	72
Tabla 14 Control de fisuración en muros X.....	77
Tabla 15 Control de fisuración en muros Y.....	79
Tabla 16 Verificación de resistencia al corte de los muros en X.....	81
Tabla 17 Verificación de resistencia al corte de los muros en Y.....	82
Tabla 18 Desplazamientos debido a sismos reducidos y sin reducción en albañilería	83
Tabla 19 Verificación de cumplimiento de distorsiones en albañilería	85
Tabla 20 Cálculo de acero longitudinal de columnas de la edificación de albañilería	93
Tabla 21 Cálculo de acero transversal de columnas de la edificación de albañilería	94
Tabla 22 Cálculo de acero longitudinal de vigas de la edificación de albañilería	95
Tabla 23 Cálculo de acero transversal de vigas de la edificación de albañilería	95
Tabla 24 Cálculo de la longitud total de acero de 3/8"	96
Tabla 25 Cálculo de la longitud total de acero de 6mm"	96
Tabla 26 Cálculo del precio del acero de columnas y vigas en albañilería ..	97

Tabla 27	Metrado de cargas del sistema de pórticos.....	103
Tabla 28	Pesos por piso de la edificación.....	105
Tabla 29	Peso sísmico por piso de la edificación	105
Tabla 30	Comparación del metrado manual con el metrado del robot.....	106
Tabla 31	Análisis sísmico estático en pórticos.....	106
Tabla 32	Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en X para pórticos	107
Tabla 33	Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en Y para pórticos	108
Tabla 34	Desplazamientos debido a sismos reducidos y sin reducción en pórticos	110
Tabla 35	Desplazamientos con el sismo en X	112
Tabla 36	Verificación de cumplimiento de distorsiones en pórticos.....	112
Tabla 37	Cálculo de acero longitudinal de columnas de la edificación de pórticos	117
Tabla 38	Cálculo de acero transversal de columnas de la edificación de pórticos	118
Tabla 39	Cálculo de acero longitudinal de vigas de la edificación de pórticos	118
Tabla 40	Cálculo de acero transversal de vigas de la edificación de pórticos	119
Tabla 41	Cálculo de la longitud total de acero de 5/8".....	119
Tabla 42	Cálculo de la longitud total de acero de 3/8"	120
Tabla 43	Cálculo del precio del acero de columnas y vigas en el sistema de pórticos	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planos para el modelado en albañilería.....	47
Figura 2 Planos para el modelado en pórticos.....	48
Figura 3 Fachada de la edificación.	48
Figura 4 Configuración del material de albañilería.....	52
Figura 5 Configuración del material del concreto.....	52
Figura 6 Secciones de elementos.....	53
Figura 7 Secciones de muros y losa.....	54
Figura 8 Plano adaptado a la albañilería.....	56
Figura 9 Plano de ubicación de ductos.....	57
Figura 10 Exportación del plano como base.....	60
Figura 11 Modelado del primer piso de albañilería.....	61
Figura 12 Modelado de las vigas.....	61
Figura 13 Colocación de brazos rígidos.....	62
Figura 14 Modelado de los muros.....	63
Figura 15 Modelado de la escalera.....	63
Figura 16 Modelado de la losa aligerada.....	64
Figura 17 Creación de diafragma.....	65
Figura 18 Colocación del lecho elástico.....	66
Figura 19 Colocación de carga muerta.....	67
Figura 20 Colocación de carga viva.....	67
Figura 21 Colocación de cargas de sismo en X.....	73
Figura 22 Colocación de cargas de sismo en Y.....	73
Figura 23 Colocación del torsor.....	74
Figura 24 Vista de combinaciones de carga.....	74
Figura 25 Selección de los muros portantes.....	76
Figura 26 Datos de cortantes en X en los muros en la dirección X.....	76
Figura 27 Datos de momentos en Y en los muros en la dirección X.....	77
Figura 28 Desplazamientos con el sismo en X.....	83
Figura 29 Desplazamientos con el sismo en Y.....	84
Figura 30 Distorsiones máximas entre pisos en albañilería.....	85
Figura 31 Plano estructural de vigas en una luz de 4.90m.....	86
Figura 32 Sección de vigas.....	87

Figura 33	Vista 3D de la viga	87
Figura 34	Longitud total de la viga	87
Figura 35	Plano estructural de columnas rectangulares	88
Figura 36	Sección de columnas rectangulares	88
Figura 37	Plano estructural de columnas en T	89
Figura 38	Sección de columnas en T	89
Figura 39	Vista de sección de columnas en T	90
Figura 40	Vista 3D de columna en T	90
Figura 41	Vista 3D de columna rectangular	91
Figura 42	Vista de sección de columnas rectangulares	91
Figura 43	Sección de columnas en L	92
Figura 44	Plano estructural de columnas en L	92
Figura 45	Vista de vigas	93
Figura 46	Notación de aceros del programa	93
Figura 47	Predimensionamiento de vigas y columnas	98
Figura 48	Sección de columna y vigas	98
Figura 49	Modelo 3D del primer piso	99
Figura 50	Modelado de la losa con diafragma	100
Figura 51	Colocación de cargas	101
Figura 52	Colocación de carga muerta	101
Figura 53	Colocación de la fuerza sísmica en cada uno de los pisos	108
Figura 54	Vista de las fuerzas sísmicas en cada uno de los niveles en X	109
Figura 55	Vista de las fuerzas sísmicas en cada uno de los niveles en Y	109
Figura 56	Vista de las combinaciones de carga	110
Figura 57	Desplazamientos con el sismo en X	111
Figura 58	Desplazamientos con el sismo en Y	111
Figura 59	Distorsiones máximas entre pisos en pórticos	113
Figura 60	Plano estructural de columnas	114
Figura 61	Sección de columnas	114
Figura 62	Plano estructural de vigas en una luz de 3.10 m	115
Figura 63	Sección de vigas	115
Figura 64	Vista 3D de la columna	116
Figura 65	Vista de la sección de estribos de columna	116
Figura 66	Vista de la viga	117

Figura 67 Vista de la sección de estribos de viga117

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar las diferencias en el comportamiento estructural entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos bajo cargas de sismo en Huánuco – 2024. Para ello, se realizó un análisis estructural comparativo utilizando un modelo computacional que permitió evaluar el desplazamiento máximo, las fuerzas estáticas equivalentes, la cantidad de acero empleado y el costo del acero en cada sistema.

Los resultados indican que existe una diferencia significativa en el desplazamiento máximo, siendo de 0,00523 cm para el sistema aporticado y 0,0004 cm para el de albañilería confinada. En cuanto a las fuerzas estáticas equivalentes, no se halló una diferencia estadísticamente significativa, aunque el sistema de albañilería confinada presentó una fuerza máxima de 31,89 toneladas frente a las 12,60 toneladas del sistema aporticado. Respecto a la cantidad de acero, tampoco se encontró una diferencia significativa, pese a que el sistema de albañilería confinada utilizó 268,58 varillas de 6 mm y 421,2 de 3/8", mientras que el aporticado empleó 343,36 varillas de 5/8" y 378,68 de 3/8". Finalmente, se evidenció una diferencia significativa en el costo del acero entre ambos sistemas, con S/ 11,773.86 en albañilería confinada y S/ 30,530 en el sistema aporticado.

En conclusión, el sistema de albañilería confinada mostró un menor desplazamiento máximo y un menor costo de acero en comparación con el sistema aporticado, lo que sugiere una mayor eficiencia estructural y económica para edificaciones de este tipo. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de acero ni en las fuerzas estáticas equivalentes, los resultados evidencian que el sistema de albañilería confinada puede ser una alternativa más económica sin comprometer la estabilidad estructural bajo cargas sísmicas.

Palabras clave: Análisis estructural, albañilería confinada, comportamiento sísmico, diseño sismorresistente y sistema aporticado.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the differences in structural behavior between a frame system and a confined masonry system in a four-story building under earthquake loads in Huánuco (2024). To this end, a comparative structural analysis was performed using a computational model that allowed for the evaluation of the maximum displacement, equivalent static forces, the amount of steel used, and the cost of steel in each system.

The results indicate a significant difference in maximum displacement, with 0.00523 cm for the frame system and 0.0004 cm for the confined masonry system. Regarding the equivalent static forces, no statistically significant differences were found, although the confined masonry system presented a maximum force of 31.89 tons compared to 12.60 tons for the frame system. Regarding the amount of steel, no significant difference was found either, although the confined masonry system used 268.58 6 mm rods and 421.2 3/8" rods, while the frame system used 343.36 5/8" rods and 378.68 3/8" rods.

Finally, a significant difference in the cost of steel was evident between the two systems, with S/ 11,773.86 for confined masonry and S/ 30,530 for the frame system. In conclusion, the confined masonry system showed a lower maximum displacement and a lower steel cost compared to the frame system, suggesting greater structural and economic efficiency for buildings of this type. Although no significant differences were found in the amount of steel or equivalent static forces, the results show that the confined masonry system can be a more economical alternative without compromising structural stability under seismic loads.

Keywords: Structural analysis, confined masonry, seismic behavior, earthquake-resistant design, and moment-resisting frame system.

INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional, la sismicidad en el Perú representa un desafío constante para la ingeniería estructural, dado que el país se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo. La búsqueda de edificaciones más seguras y eficientes ha impulsado la aplicación de normativas como la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, la cual define criterios para reducir daños estructurales y proteger la vida de las personas. En la ciudad de Huánuco, el crecimiento urbano ha generado un aumento en la construcción de edificaciones de varios niveles, lo que exige un análisis más detallado sobre la resistencia de los diferentes sistemas estructurales frente a eventos sísmicos. En este contexto, la comparación entre sistemas aporticados y de albañilería confinada se vuelve relevante para optimizar el diseño estructural en función de la seguridad y el costo de los materiales.

La presente investigación tiene como objetivo determinar las diferencias en el comportamiento estructural entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos sometida a cargas sísmicas en Huánuco – 2024. Para ello, se llevó a cabo un análisis comparativo utilizando un modelo computacional con Robot Structural, evaluando el desplazamiento máximo, las fuerzas estáticas equivalentes, la cantidad de acero empleado y el costo del material. Además, se aplicaron pruebas de hipótesis para validar la significancia de las diferencias encontradas en cada variable, proporcionando así un respaldo cuantitativo a los hallazgos obtenidos.

Este estudio aporta información valiosa para la toma de decisiones en el diseño estructural de edificaciones en zonas sísmicas, permitiendo identificar cuál de los dos sistemas ofrece un mejor desempeño tanto en términos de seguridad como de eficiencia económica. Los resultados obtenidos servirán como referencia para ingenieros, constructores y entidades reguladoras en la planificación y optimización de edificaciones en Huánuco y otras regiones con características sísmicas similares.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En muchas partes del mundo, la ingeniería estructural enfrenta retos cada vez mayores frente a fenómenos naturales como los terremotos. En lugares con alta actividad sísmica en Japón, Chile y México se han adoptado innovaciones tecnológicas y normas estrictas con el objetivo de garantizar que las construcciones sean más seguras. Entre estas innovaciones destacan el uso de herramientas como el Building Information Modeling (BIM) y programas de análisis estructural, como Robot Structural Analysis, que permiten comprender con mayor detalle cómo se comportan las estructuras, optimizar su diseño y administrar mejor los recursos, lo que ayuda a las ciudades a responder de manera más eficaz ante emergencias (Cruz García, 2022). En este contexto, comparar sistemas constructivos como los marcos aporticados y la albañilería confinada es fundamental para encontrar soluciones que ofrezcan un equilibrio adecuado entre la seguridad frente a los sismos y los costos de construcción.

En el Perú, la ubicación geográfica dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico una de las zonas con mayor actividad sísmica a nivel mundial convierte la resistencia sísmica de las edificaciones en una necesidad prioritaria. Para ello, el Estado ha establecido normativas como la E.030 Diseño Sismorresistente y ha impulsado estándares mínimos de seguridad mediante instituciones como el CISMID. No obstante, el tipo de sistema estructural empleado en el país presenta notables diferencias entre áreas urbanas y rurales. En ciudades como Lima predominan las edificaciones con sistemas aporticados, mientras que en zonas con menor desarrollo económico es más habitual la albañilería confinada, por ser más económica y sencilla de construir (Flores y Nieto, 2022). Esta diversidad plantea la necesidad de evaluar cuál sistema resulta más eficiente en términos estructurales y económicos según el contexto geográfico y socioeconómico.

A nivel regional, en departamentos como Huánuco, predomina la autoconstrucción con sistemas de albañilería confinada. A pesar de la existencia de normativas técnicas como la E.030 y la E.070, su aplicación efectiva es limitada por la falta de supervisión técnica y el uso de materiales de baja calidad (Evaristo Dávila, 2022). El acelerado crecimiento urbano de Huánuco ha impulsado la construcción de edificaciones de mayor altura, muchas de ellas sin el debido diseño estructural, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a eventos sísmicos. Esto hace urgente la evaluación de sistemas estructurales alternativos que permitan mejorar la seguridad estructural sin elevar significativamente los costos.

La presente investigación se enfocará en el Centro Poblado de Yanag – Pillco Marca, una zona con presencia significativa de edificaciones de albañilería confinada de hasta cuatro pisos. Según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), el tipo de suelo predominante en la zona es GC (grava arcillosa), lo cual influye en el comportamiento sísmico de las estructuras.

En ese sentido, el propósito de esta investigación es comparar el comportamiento estructural y económico de los sistemas aporticado y de albañilería confinada en edificaciones de 4 pisos en Huánuco, utilizando herramientas BIM como Robot Structural Analysis. Se analizarán aspectos como la resistencia sísmica, el consumo de acero y los costos asociados, con el objetivo de determinar cuál sistema ofrece un mejor rendimiento integral en el contexto local. Esta comparación permitirá ofrecer recomendaciones técnicas fundamentadas para ingenieros, constructores y autoridades, contribuyendo al desarrollo de edificaciones más seguras, económicas y sostenibles en Huánuco y otras regiones con condiciones similares.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cómo se compara el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción

albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco - 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuál es la diferencia en el desplazamiento máximo entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?

PE2: ¿Cómo varía las fuerzas estáticas equivalentes entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?

PE3: ¿Qué diferencias existen en la cantidad de acero empleado para un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?

PE4: ¿Cómo se compara el costo del acero utilizado en el sistema aporticado frente al sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar la comparación del comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar la diferencia en el desplazamiento máximo entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

OE2: Analizar cómo varía las fuerzas estáticas equivalentes entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

OE3: Determinar qué diferencias existen en la cantidad de acero empleado para un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

OE4: Analizar cómo se compara el costo del acero utilizado en el sistema aporticado frente al sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Teóricamente, esta investigación aportará nuevo conocimiento al campo del análisis estructural comparativo entre sistemas constructivos, específicamente en edificaciones de hasta cuatro niveles en zonas de riesgo sísmico moderado. Se busca identificar, mediante simulaciones detalladas, cuál de los dos sistemas estructurales el sistema aporticado de concreto armado o el sistema de albañilería confinada presenta un mejor desempeño ante cargas sísmicas, considerando no solo su resistencia, sino también su eficiencia en términos de desplazamientos, esfuerzos internos y costo de materiales.

La investigación se sustenta teóricamente en la Teoría de la Dinámica Estructural y en los principios del Diseño Sismorresistente, bajo los lineamientos de la norma técnica peruana E.030 (Diseño Sismorresistente) y del análisis modal espectral como método de evaluación del comportamiento estructural frente a sismos.

Además, se incorpora el uso de la herramienta BIM Robot Structural Analysis, lo que contribuye al cuerpo de conocimiento existente sobre el uso de metodologías BIM en el análisis estructural avanzado.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La presente investigación será de gran relevancia en el ámbito de la construcción en Huánuco y otras regiones del Perú, donde las edificaciones autoconstruidas y la falta de asesoría técnica prevalecen. Con este estudio, se podrá identificar cuál de los dos sistemas estructurales el sistema aporticado o el de albañilería confinada ofrece un mejor comportamiento sísmico para edificaciones de cuatro pisos, una altura cada vez más frecuente en áreas urbanas y semiurbanas.

El uso del software BIM Robot Structural Analysis permitirá realizar un análisis detallado de cada sistema, facilitando la comparación entre la cantidad de acero utilizado y su costo, dos factores clave para cualquier proyecto de construcción. Esta investigación ofrecerá a ingenieros, constructores y responsables de proyectos en Huánuco una base técnica y económica para tomar decisiones informadas sobre cuál sistema emplear en función de las condiciones sísmicas locales y los costos asociados, mejorando así la eficiencia de las construcciones y potenciando la seguridad de las edificaciones.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Este estudio adoptará un método comparativo apoyado en el uso de herramientas tecnológicas de última generación para el análisis estructural, entre ellas el software BIM Robot Structural Analysis. Gracias a este recurso, será posible obtener resultados más precisos sobre el desempeño de cada sistema frente a distintas condiciones sísmicas, además de realizar una evaluación cuantitativa del consumo y costo de los materiales.

La investigación seguirá un proceso ordenado que incluirá la modelación de dos edificaciones: una con sistema aporticado y otra construida con albañilería confinada. Ambas serán sometidas a simulaciones que representen diferentes escenarios de carga sísmica. La metodología estará orientada a asegurar la validez y confiabilidad de los resultados, de manera que la información obtenida tenga aplicación

tanto en el ámbito académico como en la práctica profesional de la ingeniería estructural.

1.5. LIMITACIONES

Aunque el estudio incluye un análisis de suelos para determinar parámetros como el coeficiente de balasto, el foco principal está en el análisis estructural de edificios de cuatro pisos. No se consideran aspectos como el proceso constructivo, la incidencia de elementos no estructurales o el desempeño real frente a sismos en campo. Además, al trabajar con simulaciones en BIM Robot Structural Analysis, los resultados dependen de la precisión del modelo, de los supuestos adoptados y de las limitaciones del programa, sin una validación experimental.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Añilema Apugllon (2024), la investigación tuvo como objetivo implementar la metodología BIM en el diseño del proyecto inmobiliario “San Francisco” y comparar su eficiencia con el método tradicional de diseño estructural. La metodología empleada es cuantitativa, aplicada, descriptiva-comparativa y no experimental. Se utilizó REVIT para el modelado tridimensional y Robot Structural Analysis Professional para el análisis estructural, comparando los resultados con los obtenidos mediante el software ETABS. La investigación concluye que la metodología BIM resultó más eficiente y precisa que el método tradicional, cumpliendo con la normativa ecuatoriana (NEC-2015) y mejorando la calidad y seguridad estructural. Los resultados indican que los períodos fundamentales de vibración mostraron una diferencia del 5%, las reacciones en los apoyos variaron en promedio un 3% entre ambos métodos, y los momentos flectores presentaron una diferencia máxima del 4%. Asimismo, la masa modal participante alcanzó el 90% en el modelo BIM y el 88% en el modelo tradicional. Además, se evidenció una reducción del 15% en el tiempo de diseño estructural utilizando la metodología BIM, lo que subraya su potencial en la ingeniería civil como herramienta eficaz, precisa y normativa.

Acosta Portilla (2022), la investigación tuvo como objetivo comparar el modelado de losas tipo Shell y membrana en una edificación de hormigón armado de 4 pisos, evaluando su influencia en el comportamiento estructural mediante un software especializado, bajo normativas sismo-resistentes. La metodología fue cuantitativa, aplicada, descriptiva-comparativa, no experimental y transversal. Se emplearon las normas NEC-2015 y ACI 314-19, y el software ETABS 2018 para el

modelado estructural. Los parámetros analizados incluyeron período de vibración, cortantes, derivas de piso, deflexiones, asentamientos y áreas de acero de refuerzo, cuyos resultados se compararon en tablas. Se estudió una edificación en Salcedo como único caso. Los resultados mostraron que ambos modelados cumplen con los criterios normativos, pero presentaron diferencias cuantitativas: el período de vibración del modelo Shell fue un 7% menor que el modelo membrana, indicando mayor rigidez; los cortantes en la base del edificio variaron hasta un 5% entre ambos modelos; las derivas máximas de piso fueron un 10% menores en el modelo Shell; y las deflexiones registraron diferencias de hasta un 8%, siendo menores con el modelado Shell. Además, el modelado membrana redujo el tiempo de cálculo en aproximadamente un 20% frente al modelo Shell, mostrando mayor eficiencia operativa. Estos resultados evidencian que el modelado Shell es más detallado y preciso en la representación estructural, mientras que el modelado membrana optimiza el tiempo de procesamiento sin comprometer la seguridad estructural.

Bustamente y Jacome (2022) el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento estructural de conexiones viga-columna, tanto con rigidizadores como sin ellos, sometidas a flexión, mediante el análisis por elementos finitos utilizando el software SAP2000. La metodología empleada se basó en un enfoque cuantitativo, siendo de tipo aplicada, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental y transversal. Se utilizó el software SAP2000 para simular una estructura de cinco niveles y cuatro tramos, lo que permitió obtener datos de fuerzas y momentos en cada uno de los elementos de la edificación; la aplicación de cargas vivas y muertas se realizó bajo el método Adaptive Software Development (ASD). Además, se utilizó el software Idea StatiCa para el diseño y análisis de las conexiones internas y de borde, simulando estas conexiones mediante métodos de elementos finitos. La población y muestra del estudio se centraron en una estructura diseñada conforme a la norma nacional NEC 2015 y la norma AISC 360-16, considerando la simulación de conexiones viga-

columna en una edificación específica. La investigación concluyó que las conexiones analizadas, tanto como sin rigidizadores, no presentaron fallas, dado que los esfuerzos equivalentes y las deformaciones plásticas se mantuvieron por debajo de los valores máximos permitidos según las normativas. Para la conexión sin rigidizadores, se obtuvo una tensión equivalente máxima de 225 MPa y una deformación plástica del 0.8%, mientras que, para la conexión con rigidizadores, se registró un esfuerzo equivalente de 223 MPa y una deformación plástica del 0.6%. Estos resultados indican que ambas conexiones cumplen con los requisitos de resistencia estructural.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Pérez y Tequen (2021), en su investigación tuvieron como objetivo analizar y comparar el comportamiento estructural sismorresistente entre el sistema aporticado y el de albañilería confinada en un edificio multifamiliar de cinco niveles, ubicado en la urbanización Gran Marañón, Jaén, Cajamarca. Basado en la arquitectura existente de la edificación, con un área de 214 m², se modelaron ambos sistemas en el software Etabs 2018 siguiendo los principios de diseño sismorresistente de la norma E.030. Los resultados mostraron que, aunque ambos sistemas ofrecen un desempeño estructural adecuado ante sismos, los desplazamientos en el sistema de albañilería confinada están dentro de un margen de seguridad mayor (sin exceder el 20% de lo permitido), mientras que el sistema aporticado alcanza un 50% de los límites normativos, situándose más cerca de los valores máximos permitidos. Además, el sistema aporticado demostró ser más flexible en términos arquitectónicos, permitiendo la reconfiguración de muros para adaptarse a distintos usos. En conclusión, ambos sistemas son viables en cuanto a resistencia sísmica, aunque el sistema aporticado presenta mayores ventajas en adaptabilidad arquitectónica.

Ccapatinta y Sandoval (2021), la investigación tuvo como objetivo comparar ambos sistemas estructurales para una vivienda multifamiliar, utilizando el software ETABS para el diseño y análisis sísmico, bajo los

lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. La metodología empleada fue cuantitativa, aplicada, descriptiva-comparativa y no experimental. Se evaluaron la estructuración, predimensionamiento, costo-beneficio y comportamiento sísmico de cada sistema. Los resultados indicaron que el sistema de albañilería confinada genera un peso sísmico basal aproximado de 18% mayor y cortantes basales hasta un 22% superiores en comparación con el sistema aporticado, lo que conlleva desplazamientos laterales mayores del 15% en el primero. En cuanto a las losas no convencionales utilizadas, ambas estructuras optimizaron recursos al eliminar la necesidad de apuntalamiento en luces menores a 3 metros, reduciendo costos de materiales en un 12% y tiempos de construcción en un 10%. En conclusión, la investigación validó las hipótesis planteadas sobre las diferencias en diseño estructural, análisis sísmico y viabilidad económica, estableciendo que ambos sistemas son viables, aunque el sistema aporticado presenta ventajas en adaptabilidad estructural y una reducción de costos aproximada del 8%, favoreciendo su aplicación en proyectos multifamiliares.

Flores y Nieto (2022), la investigación tuvo como objetivo comparar el comportamiento estructural de ambos sistemas bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Se modelaron los sistemas en ETABS v.16 considerando predimensionamiento y estudio de suelos. Los resultados indicaron que el sistema aporticado presenta una rigidez un 18% mayor que la albañilería confinada y desplazamientos laterales menores en un 22% durante análisis sísmicos dinámicos. Los cortantes basales del sistema aporticado fueron un 15% menores, mientras que la demanda de acero de refuerzo se redujo en un 12% comparado con el sistema confinada. Además, el sistema confinado requirió elementos estructurales más robustos, incrementando su peso estructural en un 20%. En conclusión, el sistema aporticado ofrece mejor respuesta sísmica y eficiencia estructural, con menores demandas de rigidez y material, siendo más favorable para edificaciones multifamiliares.

Campana Ricalde (2021), en su estudio tuvo como objetivo comparar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles y azotea en Anta, Cusco, utilizando los programas ETABS y Robot Structural Analysis bajo las mismas condiciones de carga, materiales y geometría, conforme a la normativa peruana vigente y el código ACI318-1. Se evaluaron parámetros como períodos de vibración, masas participativas, cortantes basales, distorsiones de entrepiso y momentos flectores. Los resultados mostraron diferencias en los períodos de vibración de hasta 44%, mientras que las masas participativas y cortantes basales variaron entre 3% y 13%. Las distorsiones de entrepiso presentaron diferencias de hasta 49%, y los momentos flectores entre 2.66% y 38.33%. En general, ambos programas arrojaron resultados similares, con variaciones que no afectan significativamente el comportamiento estructural. ETABS destacó por su facilidad de uso y rapidez, mientras que Robot ofreció mayor flexibilidad y detalle en el análisis.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Chaupis Adriano (2024) llevó a cabo una investigación con el fin de comparar las versiones 2016 y 2018 de la norma E.030, evaluando de qué manera influyen en la seguridad y el desempeño de las estructuras ante un sismo. Para el estudio, se modeló un auditorio aplicando las especificaciones de cada reglamento y se realizaron simulaciones bajo distintos escenarios sísmicos, considerando factores como la capacidad de disipar energía, la rigidez de la estructura y los límites de deformación. Los hallazgos revelaron que la actualización de 2018 ofrece mejoras importantes en la precisión del análisis sísmico, lo que se traduce en un comportamiento estructural más estable y seguro. Además, esta versión refuerza la necesidad de mantener un control estricto sobre los desplazamientos y de prestar atención al diseño detallado de los elementos estructurales. Si bien estos cambios pueden aumentar los costos de construcción, aportan una mayor resistencia del edificio ante eventos sísmicos de gran magnitud.

Palacios Martel (2024), se realizó un análisis comparativo entre el diseño estructural de un sistema aporticado y uno dual en una vivienda multifamiliar ubicada en Pillco Marca, Huánuco, durante el año 2023. Para el desarrollo del estudio se emplearon tres herramientas principales: AutoCAD, utilizado para la elaboración de la distribución arquitectónica; ETABS v18, para el modelado y análisis estructural; y Microsoft Excel, para cálculos manuales y la presentación de tablas. Los cálculos se efectuaron siguiendo las Normas Técnicas Peruanas. El propósito principal del estudio fue analizar y comparar el desempeño estructural de ambos sistemas. Se trabajó bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y un nivel descriptivo-comparativo. La evaluación se realizó sobre una misma vivienda multifamiliar, analizada en dos configuraciones estructurales distintas. Los resultados mostraron que el sistema aporticado registró valores más altos de periodo y desplazamiento, mientras que el sistema dual, al incorporar muros estructurales o placas, presentó una mayor rigidez y menores deformaciones. Los cálculos permitieron concluir que el sistema dual brinda un mejor desempeño en cuanto a rigidez y respuesta sísmica.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN APORTICADO

El sistema constructivo aporticado es una técnica ampliamente utilizada en edificaciones, especialmente en aquellas que deben soportar cargas significativas y conservar su estabilidad frente a un sismo. Está conformado por pórticos de vigas y columnas dispuestos de forma ortogonal, lo que permite obtener una estructura resistente y estable. En esta configuración, las columnas soportan las cargas verticales y las vigas distribuyen las fuerzas horizontales, garantizando rigidez al conjunto. Una de sus ventajas es la facilidad para adaptarse a diferentes condiciones de carga y a diversas formas arquitectónicas. Las uniones rígidas entre vigas y columnas permiten que la estructura funcione como un solo conjunto, logrando una distribución eficiente de las fuerzas sísmicas y evitando que se concentren tensiones que

comprometan su seguridad (Quipuscoa y Zúñiga, 2020). Esta cualidad resulta fundamental en zonas con alta actividad sísmica, donde la forma en que la edificación responde a los movimientos telúricos es clave para su resistencia. Asimismo, gracias a que sus elementos estructurales pueden absorber parte de la energía liberada por un sismo, este sistema alcanza un nivel de ductilidad que le permite soportar deformaciones sin llegar al colapso (Quipuscoa y Zúñiga, 2020).

Aunque cuenta con varias ventajas, el sistema aporticado también presenta ciertas limitaciones. En construcciones de gran altura, puede ser necesario complementarlo con otros elementos, como muros de corte, para asegurar la estabilidad lateral. Del mismo modo, el diseño de las uniones entre vigas y columnas exige un análisis cuidadoso que garantice un buen desempeño estructural bajo distintas condiciones de carga (Antunez Gallardo, 2023).

La correcta ejecución del sistema es clave para evitar fallos en los elementos críticos y garantizar que la construcción cumpla con los estándares de seguridad establecidos en normativas como el Reglamento Nacional de Construcciones o el Código de Construcciones Estructurales Sismorresistentes (Norma E.030, 2020).

2.2.2. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

El sistema de construcción con albañilería confinada es una técnica muy utilizada en edificaciones de baja y mediana altura, sobre todo en zonas con alta sismicidad. Se basa en la construcción de muros de mampostería, por lo general elaborados con ladrillo o bloques, que se complementan con refuerzos de concreto armado, como columnas y vigas. Estos elementos forman un marco que rodea los muros, aumentando su resistencia frente a cargas sísmicas y disminuyendo la probabilidad de colapso (Apaza Aguilar, 2017).

La integración de muros de mampostería con refuerzos de concreto da lugar a una estructura compacta y resistente, lo que convierte a este

sistema en una opción adecuada para edificaciones residenciales y construcciones de pequeña escala. El empleo de materiales comunes como ladrillos o bloques, combinados con elementos de concreto, facilita su implementación incluso en lugares donde la mano de obra especializada es escasa (Espinosa Cazarín et al., 2014).

Este sistema también tiene la capacidad de absorber y distribuir de manera eficiente tanto cargas verticales como horizontales, característica que lo hace especialmente útil en zonas con actividad sísmica. Sin embargo, su eficacia depende en gran medida de la calidad de los materiales y de la correcta instalación de los elementos de confinamiento (Espinosa Cazarín et al., 2014).

Para garantizar un funcionamiento óptimo, es fundamental aplicar un estricto control de calidad durante la construcción. Las normativas vigentes, como la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), establecen pautas claras para su correcta aplicación, asegurando que las edificaciones construidas con este sistema mantengan un nivel adecuado de seguridad estructural (Norma E.070, 2020).

2.2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN

El comportamiento estructural de una edificación hace referencia a las respuestas y reacciones que presenta cuando se ve sometida a distintas cargas y factores ambientales, como su propio peso, las cargas vivas o eventos extremos tales como sismos y vientos intensos. Comprender este comportamiento es fundamental para asegurar la estabilidad y seguridad de las construcciones, sobre todo en regiones expuestas a fenómenos naturales. Según López Campos (2019), el análisis estructural debe contemplar tanto la respuesta estática como la dinámica de la edificación, ya que ambas inciden directamente en el desempeño global del sistema y en cómo se distribuyen las fuerzas internas y los desplazamientos a lo largo de la estructura.

Los elementos estructurales, columnas, vigas y losas son fundamentales en el comportamiento estructural, ya que trabajan juntas para soportar cargas y conservar la estabilidad. En sistemas como la albañilería confinada o el aporticado, es importante determinar cómo cada elemento contribuye a la rigidez, ductilidad y resistencia de la construcción (López Campos, 2019).

Tal y como señalan Morales Ticse (2021), la forma en que interactúan los materiales y se configura la estructura incide directamente en su capacidad para absorber energía y redistribuir esfuerzos. Esto cobra especial importancia en situaciones sísmicas, donde es esencial que la edificación pueda deformarse sin llegar al colapso.

La rigidez y la ductilidad son propiedades clave para entender el comportamiento estructural. La primera ayuda a mantener los desplazamientos bajo control, lo que favorece el confort de los ocupantes y protege los elementos no estructurales; la segunda permite que la estructura soporte deformaciones significativas antes de llegar a fallar (Rojas Gutierrez, 2022).

El diseño sismorresistente busca optimizar la rigidez y la ductilidad, permitiendo que las estructuras respondan de forma eficiente a cargas imprevistas y reduzcan el riesgo de colapso durante un sismo. La norma peruana E.030 exige niveles mínimos en ambas propiedades para absorber y disipar la energía sísmica, disminuyendo la probabilidad de daños en la estructura (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

El modelado y análisis computacional han impulsado el estudio del comportamiento estructural, especialmente con herramientas como Etabs y SAP2000, que simulan el desempeño de las edificaciones ante distintas cargas y escenarios sísmicos. Investigaciones recientes señalan que su uso permite identificar zonas críticas y optimizar diseños,

mejorando la seguridad y eficiencia de las estructuras (López Campos, 2019).

2.2.4. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN

El comportamiento sísmico de una edificación describe cómo reacciona su estructura ante las fuerzas generadas por un terremoto, lo que se refleja en los desplazamientos, deformaciones y esfuerzos que soportan sus componentes. Su respuesta frente a un sismo está determinada por factores como la configuración estructural, la rigidez, la ductilidad y las propiedades de los materiales. Según Chávez y Ascencios (2015), el diseño sísmico debe contemplar tanto las fuerzas horizontales originadas por el movimiento del suelo como la capacidad de la estructura para disipar energía mediante deformaciones controladas, aspecto esencial para reducir el riesgo de colapso.

Durante un evento sísmico, las aceleraciones que experimenta la estructura generan fuerzas inerciales en sus elementos, cuya magnitud depende de la masa, la rigidez, la intensidad del sismo y las características del suelo donde se ubica (González Drigo et al., 2021). El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú exige que las construcciones cuenten con la rigidez y resistencia suficientes para mantener los desplazamientos laterales dentro de límites que no comprometan la integridad de sus componentes estructurales y no estructurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), con el fin de evitar daños graves y proteger a los ocupantes.

La ductilidad es un factor clave en el diseño sismorresistente, pues permite que la estructura soporte deformaciones significativas sin perder su capacidad portante (Machaca Quispe, 2018). Durante un sismo, es necesario que ciertos elementos se deformen plásticamente para disipar energía sin que la edificación colapse. Severino y Ramírez (2023) señalan que una estructura con buena ductilidad puede redistribuir esfuerzos y resistir deformaciones considerables, lo que disminuye el riesgo de fallas críticas en zonas sísmicas.

El comportamiento sísmico también está condicionado por la configuración estructural y la distribución de masa y rigidez. Irregularidades en altura, forma o rigidez como la ubicación puntual de muros de cortante pueden generar concentraciones de esfuerzo y aumentar la vulnerabilidad ante un sismo (Chávez y Ascencios, 2015).

La interacción entre el suelo y la estructura juega un papel determinante. El tipo de suelo puede amplificar o atenuar las ondas sísmicas, afectando directamente la respuesta del edificio. Investigaciones evidencian que las construcciones sobre suelos blandos tienden a presentar mayores desplazamientos y efectos de resonancia más marcados que aquellas asentadas sobre suelos rígidos (González Drigo et al., 2021).

DESPLAZAMIENTO MÁXIMO (DERIVAS)

Es un parámetro clave en el análisis estructural y sismorresistente, se refiere a la mayor deformación lateral que sufre una estructura durante un sismo, es decir, el movimiento horizontal relativo entre dos pisos consecutivos. La deriva es fundamental para evaluar cómo responde la estructura a las fuerzas laterales, ya que un desplazamiento excesivo puede causar daños graves o incluso colapsos (Chávez y Ascencios, 2015).

Machaca Quispe (2018) menciona que la deriva se expresa generalmente como una relación adimensional, que es el desplazamiento lateral máximo de un piso dividido entre la altura del entrepiso considerado. Matemáticamente, la deriva en un nivel i se puede definir como la diferencia entre los desplazamientos horizontales del nivel i y el nivel inmediatamente inferior $i-1$, dividida entre la altura del piso h_i , es decir:

$$Deriva_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h_i}$$

donde Δ_i y Δ_{i-1} son los desplazamientos horizontales máximos en los niveles i e $i-1$ respectivamente.

2.2.5. CARACTERÍSTICA DE LAS ESTRUCTURAS APORTICADAS FRENTE A ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

El comportamiento sísmico de las edificaciones está profundamente influenciado por el sistema estructural utilizado. Las estructuras aporticadas, que se componen principalmente de columnas y vigas de concreto armado, presentan una alta capacidad de resistencia frente a cargas sísmicas debido a su rigidez inherente. Estas estructuras, diseñadas para resistir grandes esfuerzos de compresión y flexión, cuentan con una buena capacidad para disipar energía sísmica. Sin embargo, su principal desafío es poder deformarse plásticamente sin perder estabilidad, por lo que es fundamental prestar especial atención a la ductilidad y a la capacidad de absorción de energía, especialmente en elementos como los núcleos de las columnas (Aguilar Leonardo, 2022).

Por otro lado, las edificaciones de albañilería confinada, que combinan muros de ladrillo o bloques con refuerzos de concreto armado o acero en esquinas y entrepisos, presentan un comportamiento distinto frente a los sismos. Aunque los muros ofrecen buena resistencia a la compresión, las fuerzas laterales pueden afectar la estabilidad si el confinamiento no es el adecuado. Este tipo de estructuras suele ser más propenso a fisuras y pérdida de estabilidad en los muros, especialmente cuando no cuentan con un refuerzo correcto (Vargas y Terrazos, 2016).

En general, las estructuras de albañilería tienen menor capacidad para resistir un terremoto que las aporticadas, debido a su menor flexibilidad y ductilidad. Por eso, comparar ambos sistemas es clave para decidir cuál es más adecuado en zonas sísmicas.

2.2.6. EFECTOS DEL TIPO DE SUELO EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE EDIFICACIONES

El tipo de suelo influye mucho en cómo responde una edificación a un sismo. La interacción entre el suelo y la estructura puede amplificar o atenuar las vibraciones, afectando la seguridad del edificio. Los suelos blandos, como los arcillosos o con alta humedad, incrementan las ondas sísmicas al no disipar adecuadamente la energía, transmitiendo vibraciones más intensas a la construcción (Morales, 2013).

En cambio, los suelos duros, como los rocosos, logran disipar mejor la energía sísmica, reduciendo las vibraciones. Esto hace que las edificaciones sobre este tipo de terreno presenten menor movimiento durante un sismo, disminuyendo así el riesgo de daños estructurales (Laura Cansaya, 2024).

Por ello, realizar una evaluación geotécnica previa es clave para el diseño sísmico, ya que permite anticipar el comportamiento de la edificación ante un terremoto y aplicar medidas como aisladores sísmicos o cimentaciones profundas para mejorar su estabilidad (Vargas y Terrazos, 2016).

2.2.7. ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES Y LATERALES

El análisis de las cargas verticales y laterales es un aspecto esencial en el diseño estructural, ya que garantiza que una edificación pueda sostener tanto su propio peso como las fuerzas externas que actúan sobre ella. Las cargas verticales incluyen el peso de elementos como vigas, columnas y losas, además de las cargas permanentes, como acabados y mobiliario. En cuanto a las cargas laterales, como las provocadas por sismos o viento, estas generan desplazamientos horizontales que pueden comprometer la estabilidad del edificio (Lituma y Cañizares, 2021).

Al estudiar las cargas verticales y laterales, es fundamental evaluar tanto la resistencia como la rigidez de la estructura. En el caso de las

cargas gravitacionales, se requiere que los elementos estructurales sean capaces de soportar esfuerzos de compresión y tensión sin fallar. Frente a las cargas laterales, la rigidez resulta clave para limitar los desplazamientos y resguardar la seguridad de la estructura y de quienes la ocupan (Ramón Zamora, 2020).

FUERZAS ESTATICAS EQUIVALENTES

El método de fuerzas estáticas equivalentes es una técnica sencilla y ampliamente utilizada para evaluar cómo afectan los sismos a las edificaciones. Aunque el movimiento real de un sismo es complejo y dinámico, este procedimiento lo transforma en una carga horizontal equivalente, lo que facilita tanto el análisis como el diseño, sobre todo en construcciones regulares y de poca altura (Lituma y Cañizares, 2021).

Para aplicarlo, se calcula una fuerza sísmica total a partir del peso sísmico del edificio y un coeficiente sísmico específico. Esa fuerza se reparte entre los distintos niveles de la edificación, considerando la altura de cada piso respecto al terreno. Esta distribución simula el comportamiento dinámico aproximado del edificio durante un sismo. El procedimiento está normado por reglamentos de diseño sísmico, como el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (Norma E.030, 2018).

La fuerza sísmica total base V , también conocida como cortante basal, se determina mediante la siguiente expresión general:

$$V = C \cdot W$$

Donde:

V : es el cortante sísmico en la base de la estructura,

C : es el coeficiente sísmico de diseño, el cual depende del nivel de amenaza sísmica del sitio, el tipo de suelo, el periodo fundamental de vibración de la estructura y los factores de comportamiento estructural.

W: es el peso sísmico total de la edificación, incluyendo el peso propio, elementos no estructurales fijos, y una fracción de las cargas vivas según lo indicado por la norma.

Una vez calculado el cortante sísmico total, este se distribuye en los distintos niveles.

2.2.8. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES

Las propiedades de los materiales estructurales son fundamentales en el análisis y diseño de edificaciones, ya que determinan su comportamiento frente a diversas cargas y condiciones ambientales. Los materiales más utilizados en la construcción, como el concreto, el acero y la madera, poseen características específicas que influyen en su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Estas propiedades deben ser comprendidas en profundidad para garantizar la seguridad y estabilidad de cualquier estructura (Barroso y Ibáñez, 2014).

El concreto es uno de los materiales más usados en construcción gracias a su resistencia a la compresión, lo que lo convierte en una opción ideal para soportar cargas verticales. Sin embargo, es débil ante esfuerzos de tracción, por lo que se combina con acero para mejorar su desempeño. Sus propiedades resistencia, durabilidad y trabajabilidad dependen de la calidad de sus componentes: cemento, agua, agregados y aditivos (Abanto, 2017).

El acero destaca por su resistencia y capacidad de deformarse sin fracturarse, cualidad esencial en el diseño sismorresistente, pues le permite disipar energía durante un sismo sin colapsar. Además, posee alta resistencia a la compresión y a la tracción, lo que lo hace útil para diversas estructuras como edificios, puentes y torres (Eishüttenleute, 2021).

2.2.9. APLICACIÓN SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS

Robot Structural Analysis es una herramienta muy utilizada en ingeniería civil para modelar, analizar y diseñar estructuras de diversa complejidad. Permite simular cargas estáticas, dinámicas y sísmicas, lo que resulta fundamental para evaluar de forma precisa el comportamiento estructural en distintos escenarios. Además, ofrece la posibilidad de trabajar con varios materiales, lo que facilita optimizar el diseño en términos de costo y seguridad (Jaturawit Sirimaha, 2020).

Este software sobresale en el análisis de estructuras tridimensionales mediante el método de elementos finitos, dividiendo la estructura en partes más pequeñas para calcular esfuerzos, deformaciones y desplazamientos. Este enfoque es esencial para comprender cómo responde cada componente ante cargas, especialmente las de tipo sísmico. También permite realizar estudios modales y espectrales para anticipar el comportamiento estructural durante un terremoto (Marsh, 2016).

Está pensado para integrarse con programas como Revit y AutoCAD, lo que agiliza el flujo de trabajo y mejora la coordinación entre disciplinas. La metodología BIM (Building Information Modeling) facilita que arquitectos, ingenieros y otros profesionales trabajen sobre un mismo modelo, favoreciendo decisiones de diseño más coherentes con la arquitectura y las instalaciones. Su capacidad para generar modelos 3D detallados lo convierte en un apoyo clave en la optimización del diseño y la documentación de proyectos (Nawari y Kuenstle, 2015).

Incluye una amplia gama de normas internacionales, lo que permite desarrollar diseños estructurales acordes a diferentes reglamentos, como la ACI 318-19 o la norma peruana E.030. Esto lo hace útil en proyectos que deben cumplir con requisitos técnicos de distintos países. Asimismo, la posibilidad de generar informes claros y completos contribuye a una mejor toma de decisiones en la etapa de diseño (Alvarado y Aguilar, 2021).

Se trata de una herramienta versátil que combina análisis avanzado, integración con entornos BIM y compatibilidad con normativas internacionales. Su aplicación adecuada ayuda a optimizar diseños, reforzar la seguridad y aumentar la eficiencia en diversos proyectos de construcción (Wanqing y Yacine, 2018).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Análisis sísmico: Evalúa cómo una estructura reacciona frente a un terremoto. Se usan modelos matemáticos para predecir su comportamiento considerando la aceleración del suelo, la rigidez y la masa del edificio (Tomás Celigüeta, 2022).

Carga sísmica: Fuerza que produce el movimiento del suelo durante un sismo y que actúa sobre la estructura. Es dinámica y depende de la magnitud, la distancia al epicentro y las condiciones del terreno (Aguilar Leonardo, 2022).

Coefficiente de seguridad estructural: Factor usado en el diseño estructural para asegurar que los elementos soporten cargas superiores a las previstas. Su aplicación es esencial para mantener la estabilidad y prolongar la vida útil (Laura Cansaya, 2024).

Conexiones rígidas: Unen elementos estructurales sin permitir desplazamientos. Transmiten esfuerzos como momentos flectores y fuerzas de corte, aumentando la rigidez del sistema (Steelframly, 2020).

Deformaciones: Las deformaciones son los cambios en la forma de un material o estructura cuando se aplican cargas externas. Pueden ser temporales o permanentes y dependen de la rigidez y resistencia del material. Analizarlas es fundamental para garantizar que la estructura se mantenga segura y funcional, evitando fallas (Morales, 2013).

Ductilidad estructural: Capacidad de una estructura para deformarse de forma controlada sin perder resistencia. Es fundamental en el diseño sismorresistente porque permite que el edificio absorba y disipe la energía del sismo sin colapsar. En sistemas aporricados, la ductilidad se logra con conexiones flexibles y refuerzos detallados, mientras que en la albañilería

confinada depende del confinamiento correcto de los muros (Vargas y Terrazos, 2016).

Durabilidad: Capacidad de una estructura o material para conservar su función y propiedades durante mucho tiempo, a pesar de las condiciones de uso y el ambiente. Garantizarla requiere elegir bien los materiales y realizar mantenimientos periódicos (Cortés, 2022).

Elementos estructurales: Partes que forman la estructura de un edificio o infraestructura y tienen la función de soportar y transmitir las cargas hacia los cimientos. Estos incluyen vigas, columnas, losas y muros, que trabajan juntos para asegurar la estabilidad y resistencia del conjunto. (Martínez Juan, 2016).

Inercia estructural: Propiedad geométrica de los elementos que indica su resistencia a la flexión. Un mayor momento de inercia significa más rigidez y menos deformación frente a cargas externas, afectando así el comportamiento sísmico del edificio (Rupay et. al, 2023).

Mampostería: Sistema constructivo que usa unidades como ladrillos o bloques de concreto, unidas con mortero. Es común por su bajo costo y facilidad, pero en zonas sísmicas debe reforzarse o complementarse, pues su comportamiento frente a cargas sísmicas suele ser frágil (Torices, 2022).

Modelación 3D: Herramienta tecnológica que representa estructuras y elementos arquitectónicos en tres dimensiones, facilitando su visualización y el análisis de su comportamiento bajo distintas condiciones. (Arcux, 2020).

Módulo de elasticidad: Propiedad que mide la capacidad de un material para deformarse bajo carga y luego recuperar su forma. Un valor alto indica rigidez, mientras que uno bajo refleja mayor flexibilidad. (Ruiz Sanchez, 2021).

Nodo estructural: Punto donde se conectan dos o más elementos, como una viga con una columna. Su diseño afecta cómo se transmiten los esfuerzos y la estabilidad de toda la estructura (Rupay et al., 2023).

Normativa E.030: Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú establece los requisitos mínimos para diseñar y construir edificaciones seguras frente a sismos. Esta norma asegura que las construcciones en zonas sísmicas tengan un buen comportamiento estructural, protegiendo vidas, reduciendo daños materiales y manteniendo su funcionamiento (Norma E.030 Diseño Sismorresistente, 2020).

Normativa E.070: La Norma Técnica E.070 "Albañilería" regula el uso de la mampostería en edificaciones dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones en Perú. Define las especificaciones para el diseño y construcción de muros portantes y no portantes considerando factores como resistencia, estabilidad y durabilidad. Esta normativa es esencial para asegurar que las construcciones de mampostería ofrezcan un rendimiento adecuado, especialmente en contextos donde pueden estar expuestas a cargas sísmicas (Norma E.070 Albañilería, 2020).

Rigidez: La rigidez es una propiedad mecánica que describe la capacidad de una estructura o elemento de resistir deformaciones bajo la acción de cargas. Una estructura rígida experimenta menores desplazamientos cuando se le aplica una fuerza, mientras que una estructura menos rígida presenta mayores deformaciones (Riddell y Hidalgo, 2016).

Sismorresistente: Una edificación sismorresistente es aquella diseñada y construida para soportar los efectos de un sismo minimizando los daños estructurales y protegiendo la vida de los ocupantes. Esto se logra a través de un diseño adecuado que incorpora materiales y configuraciones estructurales que permiten a la estructura absorber y disipar las fuerzas sísmicas sin colapsar (Bozzo y Barbat, 2020).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: Existen diferencias significativas en el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporricado y un

sistema de construcción de albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.

H0: No existen diferencias significativas en el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción de albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HE1: Existe una diferencia en el desplazamiento máximo entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

HE2: Existe una diferencia entre las fuerzas estáticas equivalentes entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

HE3: Existe una diferencia en la cantidad de acero empleado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

HE4: Existe una diferencia en el costo del acero utilizado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE 1

Sistema estructural (aporticado/albañilería confinada).

2.5.2. VARIABLE 2

Comparación del análisis estructural

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND. DE MEDIDA
Variable 1: Sistema estructural (aporticado/albañilería confinada).	Se entiende por sistema estructural al conjunto de elementos resistentes que conforman la edificación, diseñados para soportar cargas verticales y horizontales.	Se considerarán dos tipologías estructurales: (1) sistema aporticado, compuesto por vigas y columnas; (2) sistema de albañilería confinada, conformado por muros portantes y elementos de confinamiento (vigas, columnas rectangulares y columnas en L y T).	-Tipología estructural.	- Aporticado (vigas y columnas)	Cualitativa (tipo de sistema)
				- Albañilería confinada (muros portantes + confinamiento)	
Variable 2: Comparación del análisis estructural	La comparación estructural consiste en evaluar diferencias en el desempeño entre los sistemas considerados frente a cargas gravitacionales y sísmicas.	A partir del modelamiento estructural en Robot Structural Analysis, se evaluará el comportamiento de cada sistema en una vivienda de 4 niveles en Huánuco, considerando cargas sísmicas según E.030.	- Desplazamiento máximo	-Desplazamiento máximo bajo carga sísmica.	Mm
			- Fuerzas estáticas equivalentes	- Fuerzas internas y cortantes.	KN
			- Cantidad de acero	- Periodo fundamental de vibración.	Seg.
			- Costo del acero	- Peso de acero y ladrillo empleado en vigas y columnas.	Adimensional
			- Cargas de sismo	- Costo por tonelada de acero en función de su cantidad.	Tn S/.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada es un tipo de investigación cuyo objetivo principal es generar conocimiento que pueda ser utilizado para resolver problemas específicos del mundo real. A diferencia de la investigación básica, que busca ampliar el conocimiento sin un fin práctico inmediato, la investigación aplicada se enfoca en la utilidad práctica de los resultados para mejorar situaciones concretas en áreas como la ingeniería, la medicina, la educación o los negocios (Zapata y Lombana, 2023).

Mi investigación será aplicada, ya que se enfocará en resolver un problema práctico relacionado con la ingeniería estructural en la ciudad de Huánuco. El objetivo principal será determinar cuál de los dos sistemas estructurales aporticado o albañilería confinada es más eficiente y seguro para edificaciones de cuatro pisos, considerando el comportamiento sísmico, el uso de acero y el costo de este material. Los resultados que obtenga se podrán aplicar directamente en proyectos de construcción locales, optimizando el uso de recursos y mejorando la seguridad de las construcciones ante eventos sísmicos.

3.1.1. ENFOQUE

La investigación cuantitativa se enfoca en recopilar datos numéricos para responder preguntas. Utiliza métodos como encuestas, experimentos o simulaciones para medir aspectos y encontrar relaciones. Los resultados se presentan con cifras y se analizan con herramientas estadísticas para obtener conclusiones claras (Naupas et al., 2023).

La investigación será cuantitativa, ya que recopilaré y analizaré datos numéricos sobre el comportamiento estructural de los sistemas que modelaré. Para ello, usaré el software BIM Robot Structural Analysis

para simular y comparar las respuestas sísmicas de los sistemas aporticado y de albañilería confinada (aporticado y albañilería confinada).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel descriptivo–comparativo tiene como propósito presentar de manera detallada las particularidades de los objetos de estudio, limitándose a mostrar cómo se manifiestan en la realidad sin profundizar en las causas que los originan. A diferencia de los enfoques explicativos, este nivel se centra en organizar y contrastar información, permitiendo resaltar similitudes y diferencias entre dos o más variables o fenómenos (Ñaupas Paitán et al., 2019).

La investigación será de nivel descriptivo-comparativo, porque no solo se describirán las características de los sistemas estructurales (aporticado y albañilería confinada), sino que también se establecerá una comparación entre ellos en cuanto a su desempeño estructural, comportamiento sísmico, uso de acero y costos, con el fin de destacar las ventajas y limitaciones de cada sistema.

3.1.3. DISEÑO

El diseño no experimental es un tipo de investigación donde el investigador no modifica las variables, sino que observa y analiza los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural. Es común en estudios descriptivos, correlacionales o comparativos, cuyo objetivo es describir o analizar relaciones sin intervenir en el contexto (Ñaupas Paitán et al., 2019).

El diseño de la investigación será no experimental, ya que no intervendré directamente en las variables ni manipularé los sistemas estructurales en un entorno real. En su lugar, utilizaré simulaciones en el software BIM Robot Structural Analysis para modelar el comportamiento sísmico y estructural de las edificaciones.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En el contexto de la investigación, la población se refiere al conjunto total de individuos, elementos o eventos que cumplen con ciertas características que se desean estudiar. La población incluye a todos los posibles sujetos de interés para el investigador, y de ella se extrae una muestra cuando no es posible o práctico analizarla en su totalidad (Jiménez, 2024).

La población de esta investigación está constituida por la vivienda de cuatro pisos construida en Huánuco, utilizando sistemas estructurales aporticado y de albañilería confinada. Esta edificación comparte características similares en cuanto a tipología constructiva, uso residencial, condiciones geotécnicas del terreno, normativa vigente (E.030, E.050, etc.), y prácticas constructivas locales, lo que permite considerar un comportamiento estructural comparable.

3.2.2. MUESTRA

La muestra no probabilística es un tipo de muestra en la que los elementos se seleccionan sin un procedimiento aleatorio, lo que significa que no todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Este tipo de muestra se utiliza cuando el investigador selecciona sujetos en función de ciertos criterios específicos, como la accesibilidad o el juicio experto (Barbosa et al., 2020).

Para esta investigación, la muestra está constituida por los elementos estructurales de la vivienda de cuatro niveles analizada. Para el sistema de albañilería confinada, la muestra incluye los muros portantes y los elementos de confinamiento (vigas, columnas rectangulares y columnas en secciones L y T). En el caso del sistema aporticado, la muestra corresponde a las columnas y vigas que conforman el marco estructural.

De esta manera, se delimitan los componentes que serán objeto de evaluación y comparación, permitiendo analizar con detalle el comportamiento estructural de cada sistema en términos de rigidez, demanda sísmica y consumo de materiales.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleará un enfoque cuantitativo sustentado en la obtención de datos precisos y verificables sobre el comportamiento estructural y sísmico de una edificación de cuatro pisos, comparando un sistema aporticado y uno de albañilería confinada. Como técnica principal se utilizará el análisis documental, recopilando planos arquitectónicos y estructurales, memorias de cálculo y registros de inspección existentes. Asimismo, se aplicará el levantamiento de información in situ para registrar las características físicas y mecánicas de los materiales, dimensiones de elementos estructurales y estado de conservación. En el análisis estructural y sísmico se empleará la modelación computacional mediante software especializado, el cual permitirá simular la respuesta de cada tipología estructural ante diferentes escenarios sísmicos. Entre los instrumentos de recolección de datos se incluyen fichas técnicas de inspección estructural, cámaras fotográficas para el registro visual, equipos de medición como flexómetros y niveles, así como el propio software de análisis estructural, que actuará como herramienta de procesamiento de la información obtenida.

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se basó en la modelación estructural realizada con el software Robot Structural Analysis 2025, lo que permitió representar con precisión el comportamiento de los sistemas aporticados y de albañilería confinada frente a cargas sísmicas. Este método resultó una opción práctica y repetible frente a los ensayos físicos, permitiendo obtener información confiable en un entorno controlado. Se tomaron como referencia las disposiciones de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente, que establece las condiciones sísmicas y combinaciones de carga, junto con la Norma E.070 de Albañilería, que definió los parámetros mecánicos del

sistema de albañilería confinada; la Norma E.060 de Concreto Armado, que reguló las características del sistema aporticado; y la Norma E.020 de Cargas, que determinó las cargas muertas, vivas y sísmicas.

3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Con los datos obtenidos mediante la modelación en Robot Structural Analysis, se realizará un análisis comparativo entre el sistema aporticado y el de albañilería confinada, evaluando variables técnicas según las normas vigentes (E.030, E.070 y E.060), como los desplazamientos máximos, las fuerzas estáticas equivalentes y la cantidad y costo del acero utilizado. Los resultados se interpretarán mediante análisis cuantitativos y se presentarán en tablas y gráficos para facilitar la comparación directa, permitiendo además valorar la eficiencia estructural y económica de cada sistema y generar conclusiones que sirvan como guía técnica para la toma de decisiones en proyectos de diseño estructural en zonas sísmicas.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

En el desarrollo de la investigación se velará por el cumplimiento de principios éticos que respalden la integridad y confiabilidad del trabajo. La información obtenida será utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos, resguardando la confidencialidad de los datos y reconociendo la autoría de los documentos y planos consultados. Se solicitarán los permisos correspondientes para realizar inspecciones y mediciones en la edificación, asegurando que no se cause daño ni modificación alguna. Los resultados se expondrán de manera objetiva, evitando cualquier alteración que favorezca hipótesis previas. Todo el proceso se llevará a cabo bajo los lineamientos éticos establecidos por la universidad y siguiendo las buenas prácticas de la ingeniería, priorizando la transparencia, el rigor y el respeto hacia los participantes y la comunidad vinculada al estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

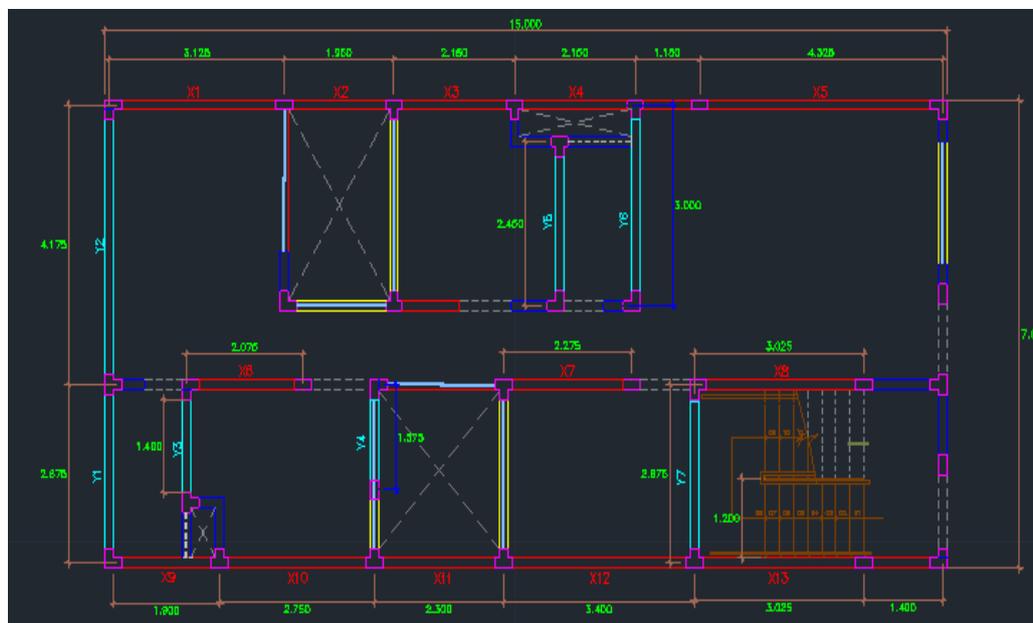
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

4.1.1 PLANO DE ESTRUCTURA

Para empezar con la modelación es necesario primero definir los planos de la edificación, los cuales no serán iguales para cada sistema estructural siendo la figura X para el sistema de albañilería estructural y la figura Y para el sistema de pórticos.

Figura 1

Planos para el modelado en albañilería



Interpretación: El plano mostrado se encuentra modificado para cumplir cierta cantidad de muros de 1.20 m de ancho.

4.1.2 ALBAÑILERÍA CONFINADA

Definición de materiales y secciones

Para comenzar el modelado estructural, es clave definir con precisión las propiedades de los materiales. En este estudio, se usará un concreto con resistencia de 210 kg/cm² para vigas y columnas.

En el sistema de albañilería confinada, se empleará ladrillo de arcilla tipo King Kong industrial, conocido por su alta resistencia y estabilidad. Esta selección asegura un buen desempeño estructural y una construcción eficiente.

Las propiedades de los materiales se establecerán según las Normas Técnicas Peruanas E.060 y E.070, que regulan el concreto armado y la albañilería estructural, garantizando resistencia, durabilidad y seguridad.

Para el modelado, el módulo de elasticidad del concreto se calculará con la fórmula que indica la Norma E.060, basada en la resistencia del material.

La fórmula en Kg/cm² sería:

$$E = 15100x\sqrt{F'c}$$

Entonces

$$F'c = 210 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$E = 218819.788 \frac{Kg}{cm^2}$$

Tras calcular el módulo de elasticidad, se determinará el módulo de corte, un parámetro clave para definir el comportamiento del material en el programa de modelado estructural.

Se considerará un coeficiente de Poisson de 0.15, que indica la relación entre las deformaciones transversales y longitudinales del concreto. Además, se usará un peso específico de 2400 kg/m³, valor

típico del concreto convencional, para representar adecuadamente sus propiedades mecánicas en el modelo.

$$G = \frac{E_c}{2.3}$$

$$G = 95139.034 \frac{Kg}{cm^2}$$

Para los elementos de albañilería, se utilizarán los valores especificados en la Norma Técnica Peruana E.070 de Albañilería. En particular, se empleará el ladrillo de arcilla tipo King Kong industrial, previamente indicado, el cual presenta una resistencia a la compresión en pilas de 65 kg/cm². A partir de esta resistencia, se utilizarán las ecuaciones y parámetros establecidos en la Norma E.070 para calcular tanto el módulo de elasticidad como el módulo de corte de la albañilería.

Como resultado de estos cálculos, se obtienen los valores correspondientes para su implementación en el modelo estructural. Es importante destacar que el material presenta una densidad de 1834.92 Kg /m³.

Se presenta las resistencias de diferentes tipos de albañilería en MPa y kg/cm², según su materia prima (arcilla, sílice-cal y concreto). Se presentan valores de resistencia a la compresión en unidades (fb' f' _ b), pilas (fm' f' _ m) y muretes (VmV _ m). La Rejilla Industrial (21.1 MPa) y el Bloque Tipo P (hasta 8.3 MPa) tienen las mayores resistencias, mientras que el Dédalo muestra los valores más bajos (1.5 MPa en pilas y 1.0 MPa en muretes). Estos datos son esenciales para elegir materiales adecuados en construcción.

Como se puede observar en el inciso 8.3.7 de la norma E.070:

Los valores del módulo de elasticidad (EmE _ m) y el módulo de corte (GmG _ m) para distintos tipos de albañilería. Se establecen coeficientes específicos según el material: 500fm'f' _ m para unidades de arcilla, 600 fm' f' _ m para sílico-calcáreas y 700fm'f' _ m para concreto vibrado. Además, el módulo de corte se define como $G_m = 0.4 E_m G _ m$

= 0.4E _ m para cualquier unidad de albañilería. También se menciona que estos valores pueden determinarse experimentalmente según una norma específica.

Tabla 1

Fórmulas para el módulo de elasticidad y cortante para albañilería

FORMULAS DE LA NORMA E.070	
Unidades de arcilla	$E_m = 500fm$
Para todo tipo de unidad de albañilería	$G = 700fm$

Nota. Norma E.070, 2018.

Interpretación: La tabla muestra las fórmulas a usar para las unidades de albañilería King Kong de arcilla industrial.

Se realiza el modelado con pilas ladrillo King Kong de arcilla industrial el cual tiene una resistencia de 65 Kg/cm².

$$E = 500xf'm$$

$$E = 500x65$$

$$E = 32500 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$G = 0.4xE_m$$

$$G = 13000 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$v = \frac{32500}{2 * 13000} - 1$$

$$v = 0.25$$

Figura 4

Configuración del material de albañilería

The screenshot shows the 'Material Definition' dialog box with the 'Other' tab selected. The 'Name' field is set to 'ALBAÑILERIA' and the 'Description' is 'UNIDADES SOLIDAS TIPO SOGA'. The 'Elasticity' section includes: Young modulus, E: 32.50 (T/cm²); Poisson ratio, ν : 0.25; Shear modulus, G: 13.00 (T/cm²). The 'Resistance' section includes: Design resistance: 0.07 (T/cm²); Reduction factor for shear: 1.73. Other properties include: Specific weight (unit weight): 1.84 (T/m³); Thermal expansion coefficient: 0.000050 (1/°C); Damping ratio: 0.04. Buttons at the bottom are Add, Delete, OK, Cancel, and Help.

Interpretación: En la figura se ve el panel de configuración de propiedades de la albañilería.

Figura 5

Configuración del material del concreto

The screenshot shows the 'Material Definition' dialog box with the 'Concrete' tab selected. The 'Name' field is set to 'Concreto 210 K' and the 'Description' is 'Concreto f'c=210 Kg/cm²'. The 'Elasticity' section includes: Young modulus, E: 218.819.7 (T/cm²); Poisson ratio, ν : 0.15; Shear modulus, G: 95.139034 (T/cm²). The 'Resistance' section includes: Characteristic: 0.21 (T/cm²); Sample: Cylindrical. Other properties include: Specific weight (unit weight): 2.40 (T/m³); Thermal expansion coefficient: 0.000050 (1/°C); Damping ratio: 0.04. Buttons at the bottom are Add, Delete, OK, Cancel, and Help.

Interpretación: En la figura se ve el panel de configuración de propiedades del concreto.

Según la Norma Técnica Peruana E.070 de Albañilería Estructural, un muro portante debe tener una longitud mayor o igual a 1.20 m para ser considerado como un elemento que contribuye a la resistencia frente a fuerzas horizontales.

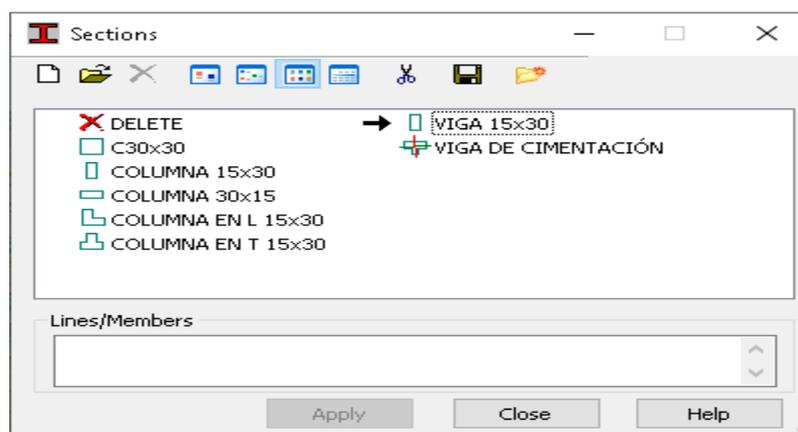
En este tipo de muros, es necesario que estén confinados con elementos de concreto como vigas y columnas, lo que garantiza una mayor estabilidad de la estructura. El confinamiento ayuda a que los muros soporten de manera más efectiva las cargas sísmicas, disminuyendo el riesgo de colapso y mejorando el comportamiento general del edificio.

Para el sistema de albañilería confinada, se plantean muros con secciones rectangulares, en L y en T, ya que estas formas facilitan un confinamiento adecuado y aportan mayor resistencia frente a cargas verticales y horizontales, especialmente durante un sismo.

Estas configuraciones aseguran una mejor conexión entre los muros y los elementos de confinamiento, optimizando el desempeño estructural y aumentando la capacidad de disipar la energía generada por los movimientos sísmicos.

Figura 6

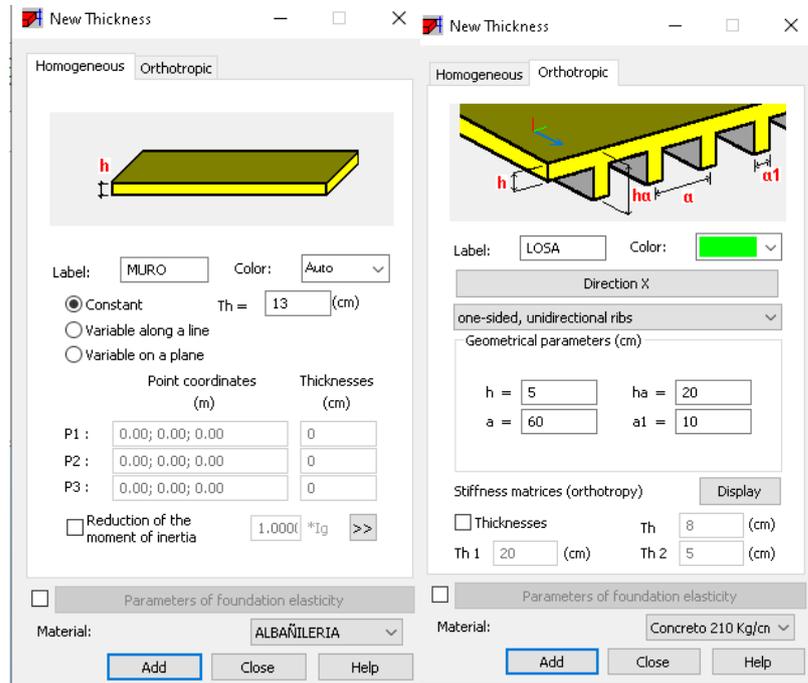
Secciones de elementos



Interpretación: En la figura se ve el panel de configuración de las secciones de las columnas.

Figura 7

Secciones de muros y losa



Interpretación: En la figura se ve el panel de configuración de las secciones de los muros y de las losas aligeradas.

Densidad de muros del sistema de albañilería

Antes de comenzar el modelado estructural, se llevará a cabo un análisis preliminar para evaluar la influencia de los muros en las direcciones X y Y. Este paso es clave para determinar cómo contribuyen a la rigidez total de la estructura y asegurar un comportamiento adecuado frente a cargas sísmicas.

Con este análisis se verificará si la distribución y ubicación de los muros mantienen un equilibrio correcto en ambas direcciones, evitando irregularidades que puedan afectar negativamente la respuesta sísmica del sistema.

Empezamos predimensionando el espesor de los muros según la norma E.070.

a) Espesor efectivo "t". El espesor efectivo mínimo será:

$t \geq h/20$ Para zonas sísmicas 2 y 3

$t \geq h/25$ para zona sísmica 1

Interpretación: formulas según norma E.070 para el predimensionamiento del ancho del muro.

Tabla 2

Predimensionamiento de espesor de muro

Siendo h la altura entre pisos		
h	2.47	m
Siendo la región de Huánuco zona 2		
t	0.1235	m
Espesor a usar	0.13	m

Interpretación: cálculo de espesor a usar.

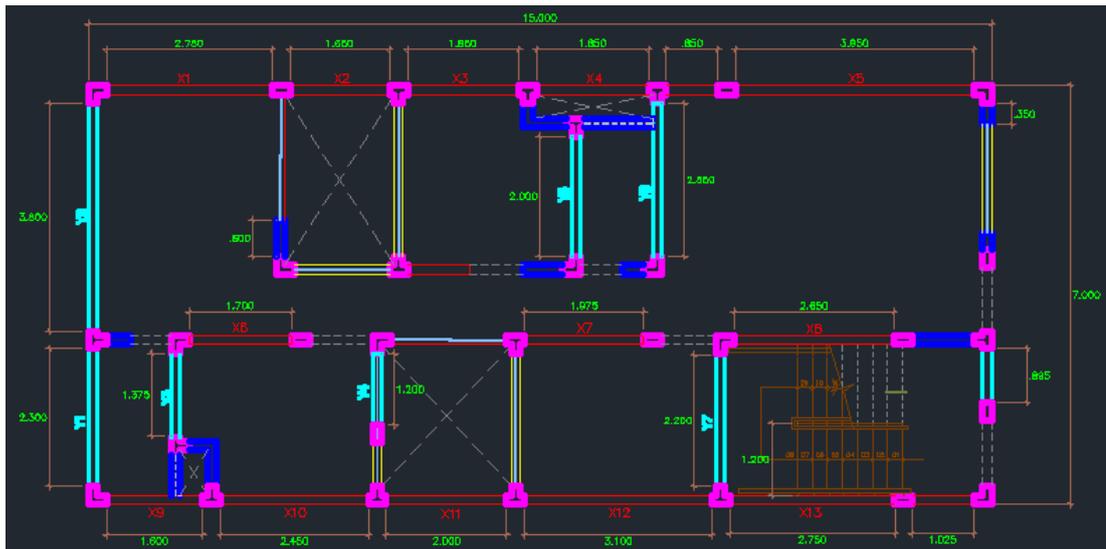
Además, la norma E.070 nos indica que la densidad mínima de muros portantes (ver 6.4) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{AreadeCortedelosMurosReforzados}}{\text{AreadelaplantaTípica}} = \frac{\sum L_i}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Observamos las dimensiones de los muros en el plano.

Figura 8

Plano adaptado a la albañilería



Interpretación: Plano con los muros en X y en Y.

De la cual podemos calcular el área en el plano xy de los muros:

Tabla 3

Suma de áreas de los muros en dirección X en el plano xy

MURO	DIRECCIÓN X-X		Lxt (m ²)
	L (m)	t (m)	
X-1	2.75	0.13	0.3575
X-2	1.65	0.13	0.2145
X-3	1.85	0.13	0.2405
X-4	1.85	0.13	0.2405
X-5	3.95	0.13	0.5135
X-6	1.7	0.13	0.221
X-7	1.975	0.13	0.25675
X-8	2.65	0.13	0.3445
X-9	1.6	0.13	0.208
X-10	2.45	0.13	0.3185
X-11	2	0.13	0.26
X-12	3.1	0.13	0.403
X-13	2.75	0.13	0.3575
TOTAL, Lxt =			3.93575

Interpretación: Calculo del área de corte de los muros en X.

Tabla 4

Suma de áreas de los muros en dirección Y en el plano xy.

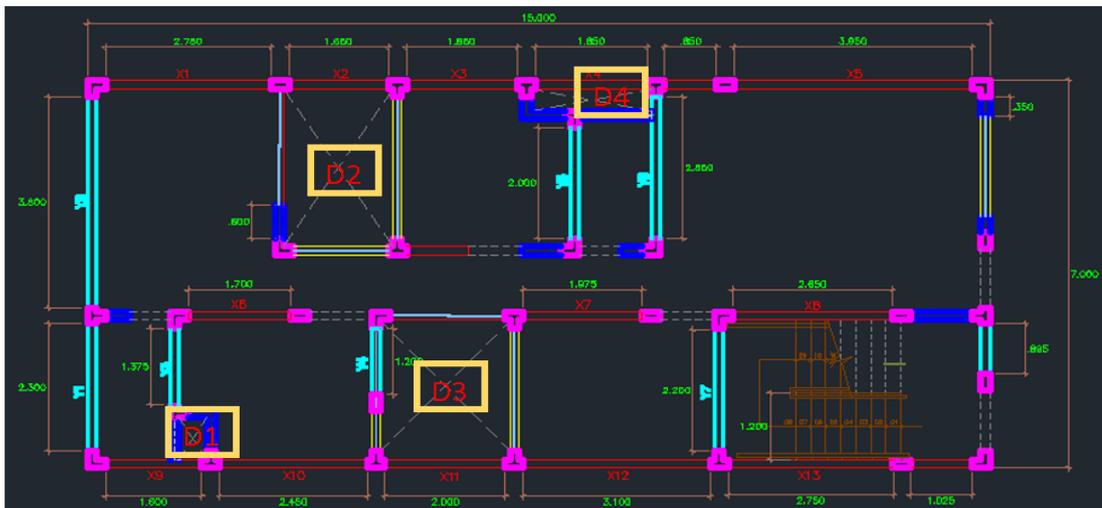
DIRECCIÓN Y-Y			
MURO	L (m)	t (m)	Lxt (m2)
Y-1	2.3	0.13	0.299
Y-2	3.8	0.13	0.494
Y-3	1.375	0.13	0.17875
Y-4	1.2	0.13	0.156
Y-5	2	0.13	0.26
Y-6	2.55	0.13	0.3315
Y-7	2.2	0.13	0.286
TOTAL, Lxt =			2.00525

Interpretación: Calculo del área de corte de los muros en Y.

Además, calcularemos el total de área techada:

Figura 9

Plano de ubicación de ductos



Interpretación: Plano con la especificación de los ductos.

Tabla 5*Suma de áreas de los ductos*

DUCTO	ÁREA LIBRE
1	0.3375
2	5.16
3	5.13
4	0.8
TOTAL	11.4275

Interpretación: Se procede a hacer el cálculo del área libre de los 4 ductos de la vivienda.

Tabla 6*Cálculo del área techada*

ÁREA DEL TERRENO (m2)	103.155
ÁREA TECHADA (m2)	91.7275
NÚMERO DE PISOS	4

Interpretación: el cálculo del área techada será el área del terreno menos el área del terreno.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.030 de Diseño Sismorresistente, se pueden establecer los parámetros necesarios para calcular la densidad mínima de muros requerida para garantizar un adecuado desempeño estructural frente a eventos sísmicos.

La selección de estos parámetros se detallará en el proceso de análisis sísmico, donde se evaluará el cumplimiento de los requisitos normativos y se determinará si la distribución de muros es suficiente para proporcionar estabilidad y resistencia a la estructura.

Tabla 7*Factores Z, U, S y N*

FACTORES DE LA REGIÓN	
Factor de zona	0.25
Factor de uso	1

Factor de suelo	1.2
Número de pisos	4

Interpretación: Los valores usados para los factores fueron calculados a partir de la zona 2 en la que se encuentra la región de Huánuco.

Calculamos el mínimo de densidad de muros:

ZUSN	=	0.02142857
56		

Interpretación: Calculamos la multiplicación de los parámetros anteriores entre 56.

Tabla 8

Densidad de muros en X

DENSIDAD DE MUROS EN X-X							
$\frac{\sum L * t}{At}$	=	3.93575	=	0.04290698	>	0.02142857	SI CUMPLE
		91.7275					

Interpretación: Se calcula mediante el área total de corte de los muros en dirección X entre el área techada.

Tabla 9

Densidad de muros en Y

DENSIDAD DE MUROS EN Y-Y							
$\frac{\sum L * t}{At}$	=	2.00525	=	0.021860947	>	0.02142857	SI CUMPLE
		91.7275					

Interpretación: Se calcula mediante el área total de corte de los muros en dirección Y entre el área techada.

Como se observa en los resultados, la incidencia de los muros cumple con los criterios establecidos para ambos casos analizados.

Esto garantiza un correcto comportamiento estructural, el cual deberá reflejarse en el análisis sísmico.

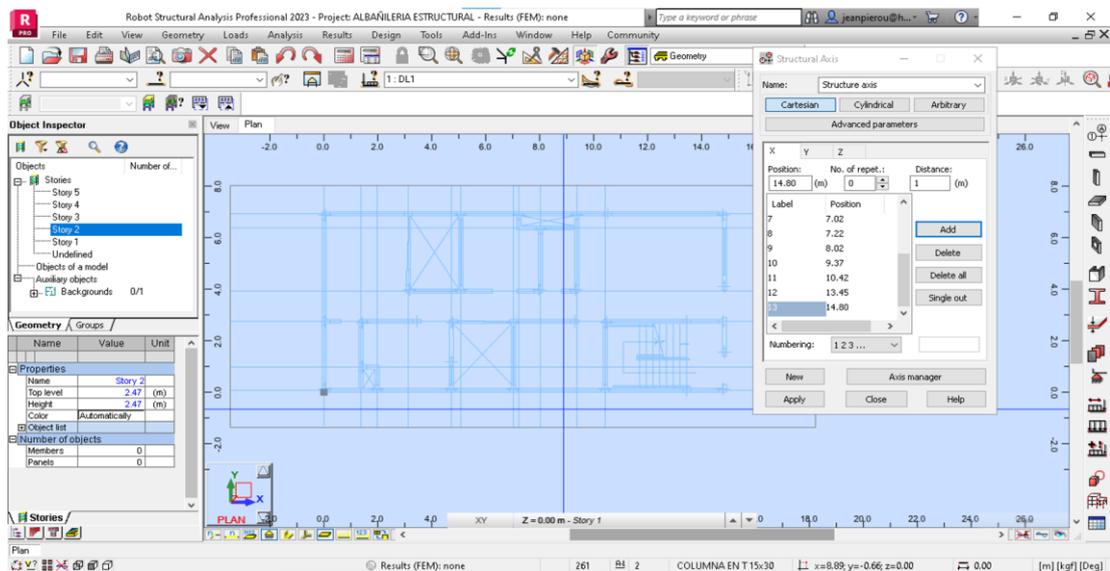
Proceso de modelación

Para comenzar el modelado de la albañilería estructural, es fundamental tener en cuenta las excentricidades de las columnas. Primero, se realizará un análisis en AutoCAD para identificar y marcar los centros de gravedad de cada columna. Esto servirá como referencia para ubicar correctamente los ejes estructurales en Robot Structural Analysis.

El siguiente paso será traer el plano de AutoCAD a Robot Structural Analysis, lo que ayuda a ubicar correctamente los elementos desde el primer piso y asegura que el modelo sea más preciso.

Figura 10

Exportación del plano como base



El modelado estructural sigue con las columnas, que se diseñarán con un empotramiento de 1,50 m en la cimentación para asegurar que queden bien conectadas a la base. Luego se crearán las vigas de cimentación, cuidando que su colocación distribuya correctamente las cargas.

A continuación, se utilizará la herramienta de copiado de pisos en Robot Structural Analysis, lo que permitirá replicar la geometría del primer nivel en el segundo. Solo será necesario ajustar las secciones de las vigas para que el diseño se adapte al nuevo piso.

Figura 11

Modelado del primer piso de albañilería

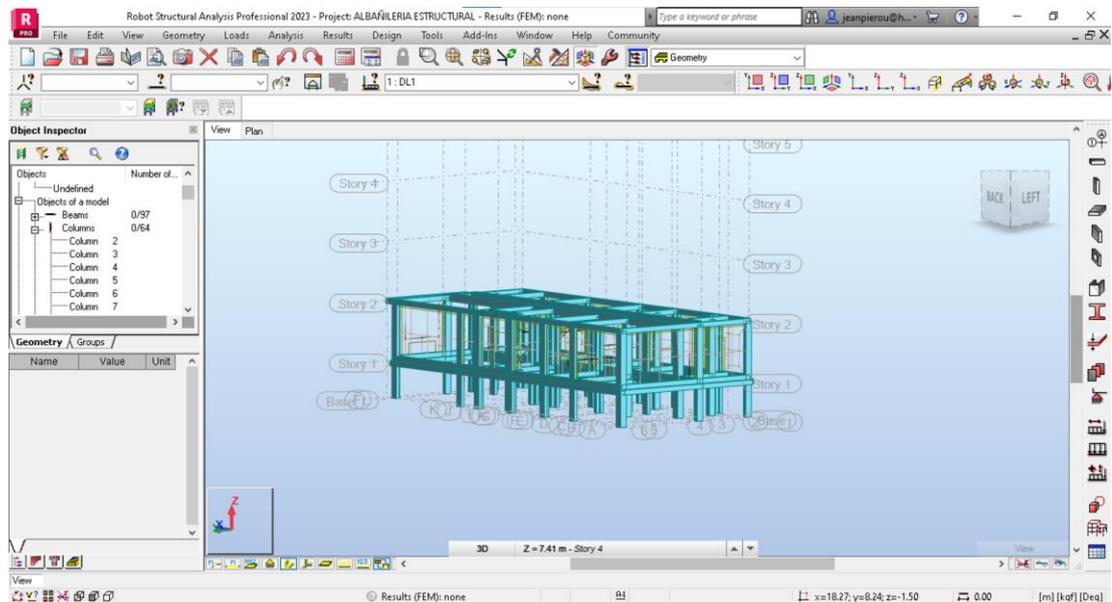
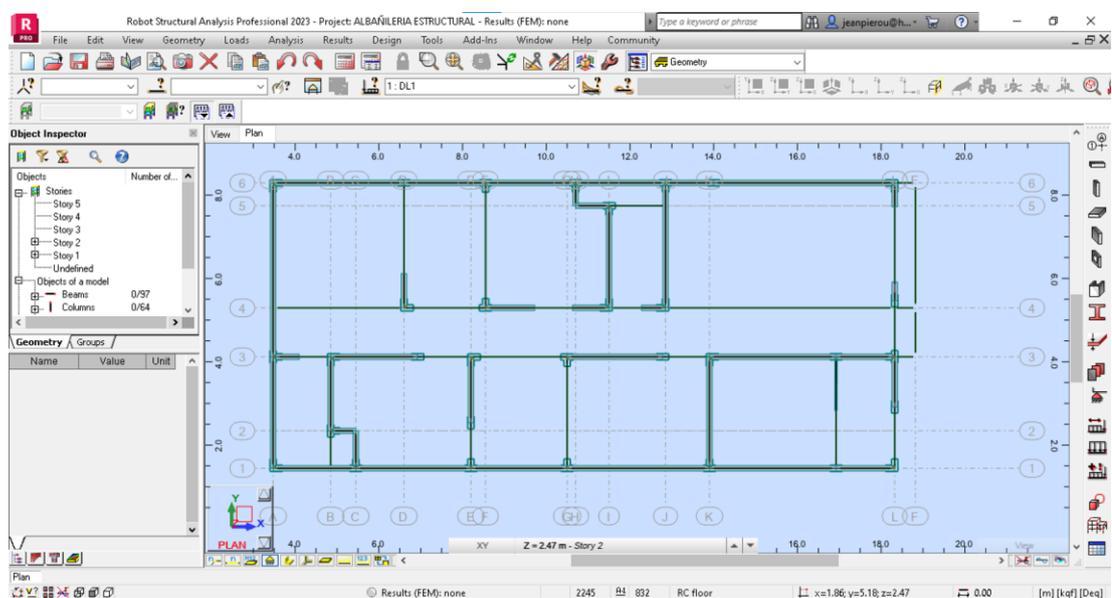


Figura 12

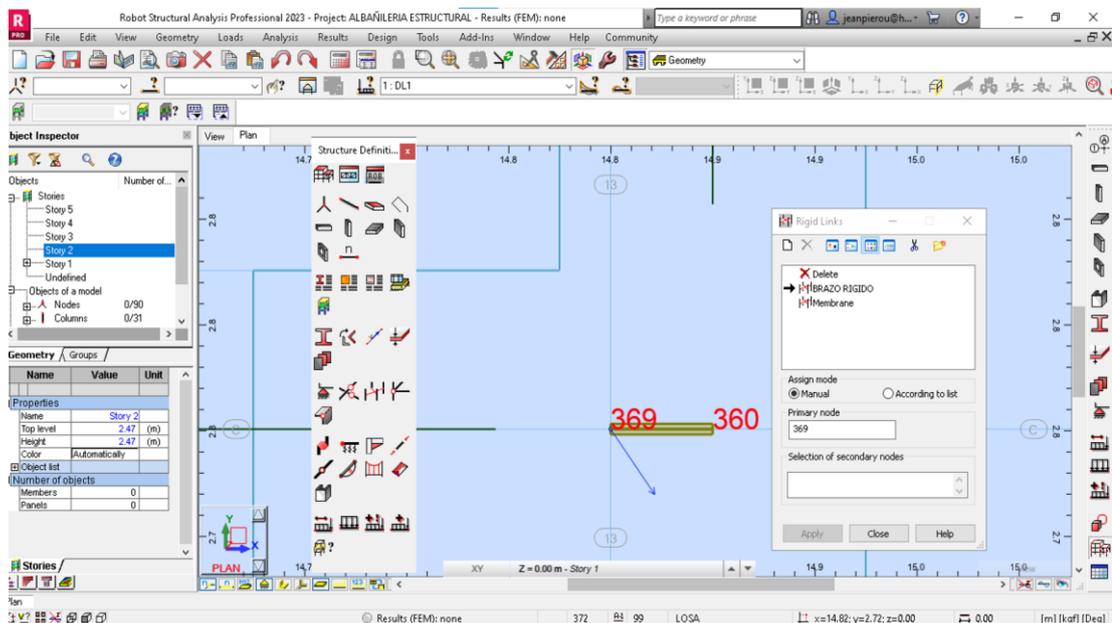
Modelado de las vigas



Se conectarán las vigas que no coinciden exactamente con el centro de las columnas usando un brazo rígido, configurado mediante la opción de "Uniones Rígidas" del programa. Esta configuración permite que las cargas se transmitan correctamente y asegura que la conexión entre los elementos sea adecuada, haciendo que el modelo refleje con mayor precisión el comportamiento real de la estructura. De esta manera, los esfuerzos en las vigas se trasladan correctamente a las columnas, garantizando un desempeño eficiente frente a cargas gravitacionales y sísmicas. Además, contribuye a mejorar la estabilidad general del edificio y a reducir concentraciones de esfuerzos indeseadas.

Figura 13

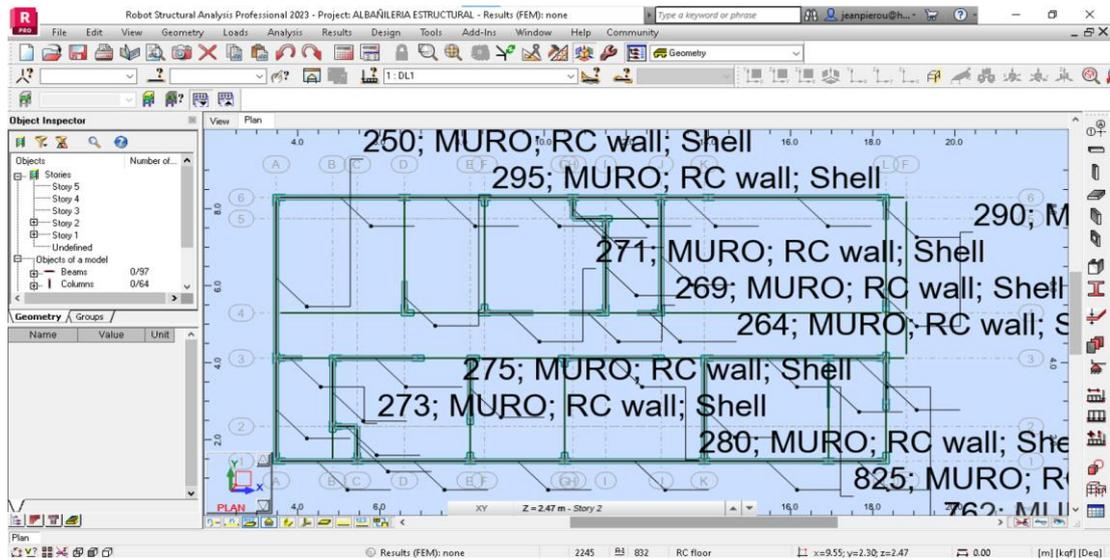
Colocación de brazos rígidos



A continuación, se modelarán los muros utilizando el material y la sección previamente definidos, representándolos en el software como láminas o elementos tipo "shell". Esta forma de modelarlos permite reflejar con mayor precisión su comportamiento frente a cargas verticales y laterales, asegurando que la rigidez y resistencia de los muros se reproduzcan correctamente en el modelo estructural.

Figura 14

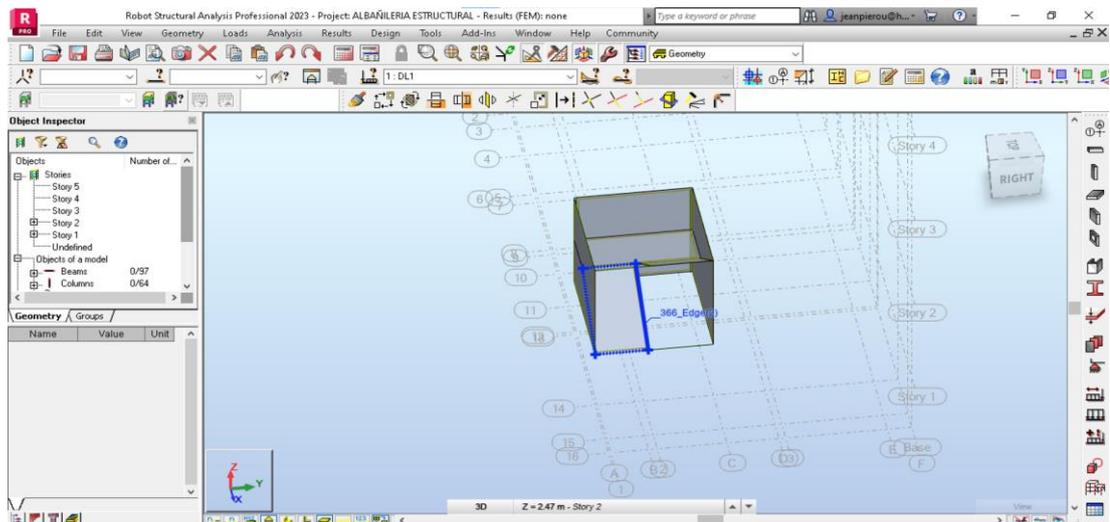
Modelado de los muros



Se procede a modelar la escalera aislando los elementos a su alrededor para mayor practicidad.

Figura 15

Modelado de la escalera

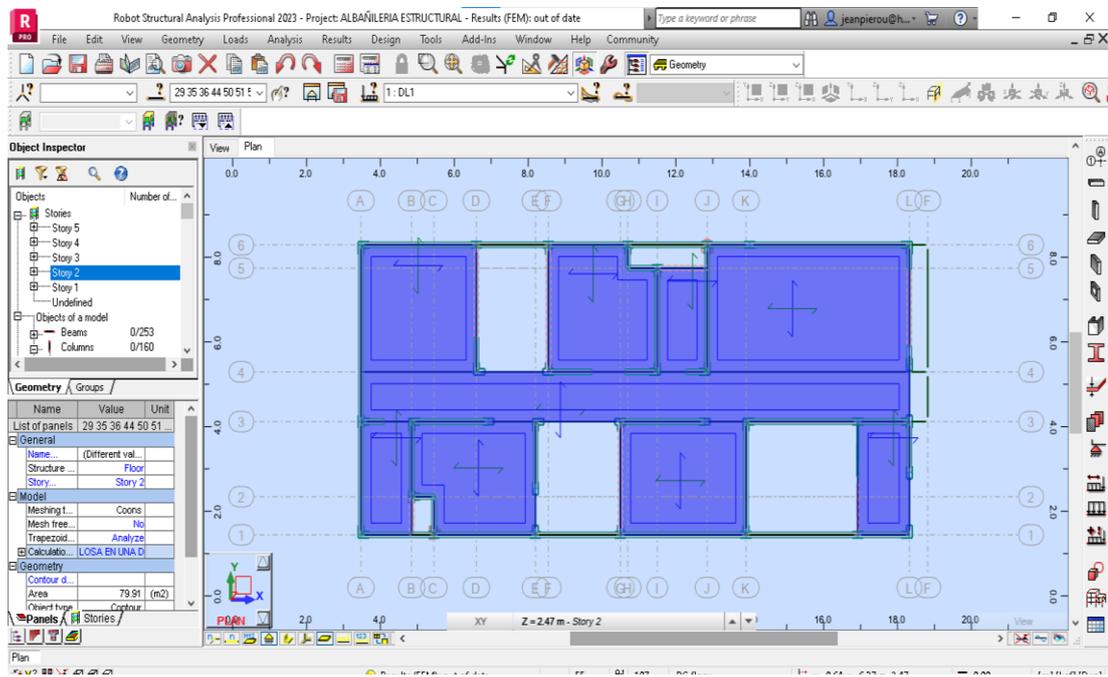


Se verifica la dirección de la losa para asegurarse de que su comportamiento estructural sea principalmente unidireccional. Luego, se modela la losa, completando cada paño y definiendo sus esquinas para asegurar una conexión adecuada con los elementos estructurales cercanos.

Este procedimiento optimiza la distribución de cargas y mejora la eficiencia del análisis estructural.

Figura 16

Modelado de la losa aligerada



Repetiendo este procedimiento en cada nivel, duplicando las plantas y asegurando la correcta configuración de los elementos estructurales, se completa el modelado de la estructura.

En esta etapa también se incorpora el volado, integrándolo adecuadamente con la edificación para garantizar estabilidad y continuidad estructural. Así se obtiene el modelo final, listo para el análisis estructural y sísmico.

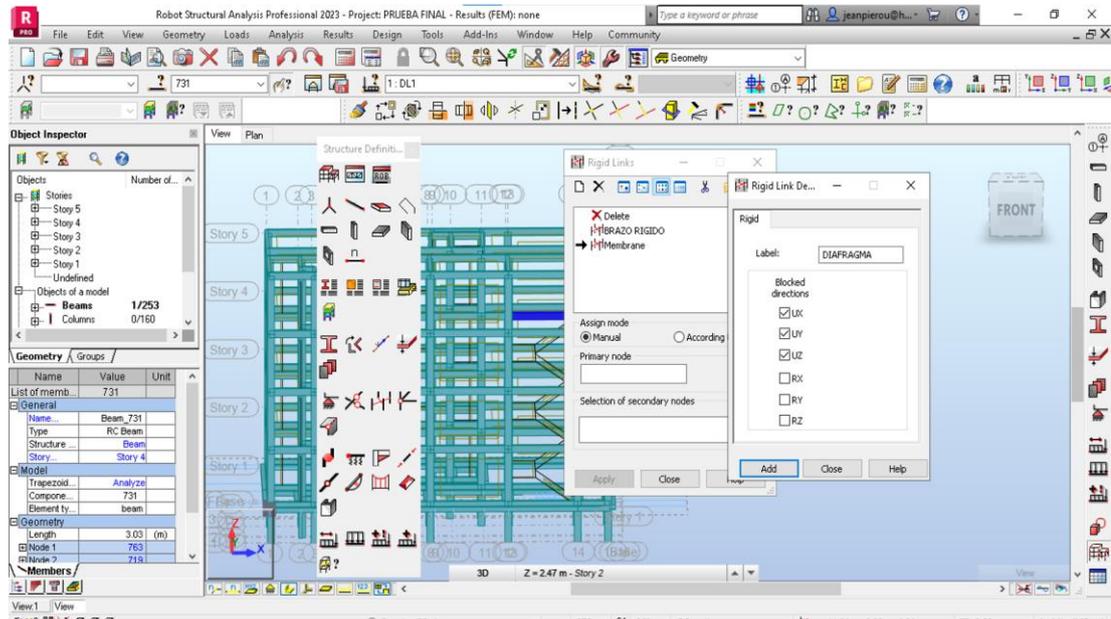
Luego, se creará y asignará una membrana llamada “diafragma”, que será el punto donde se aplican las fuerzas horizontales generadas por el sismo.

Este diafragma rígido distribuye de forma uniforme las cargas sísmicas hacia los distintos elementos estructurales, asegurando que el edificio responda adecuadamente ante un sismo. Su correcta implementación es

clave para que los pisos funcionen como una unidad integrada, minimizando deformaciones diferenciales y mejorando la estabilidad general de la estructura.

Figura 17

Creación de diafragma



Continuando con el proceso de modelado, se procederá a definir el coeficiente de balastro para la cimentación, específicamente para el cemento corrido, el cual será modelado como un lecho elástico.

El valor del coeficiente de balastro (K) se calculará utilizando la ecuación correspondiente y considerando un suelo gravoso-arcilloso en condición drenada, con un módulo de poisson de 0.3, de acuerdo con la investigación realizada.

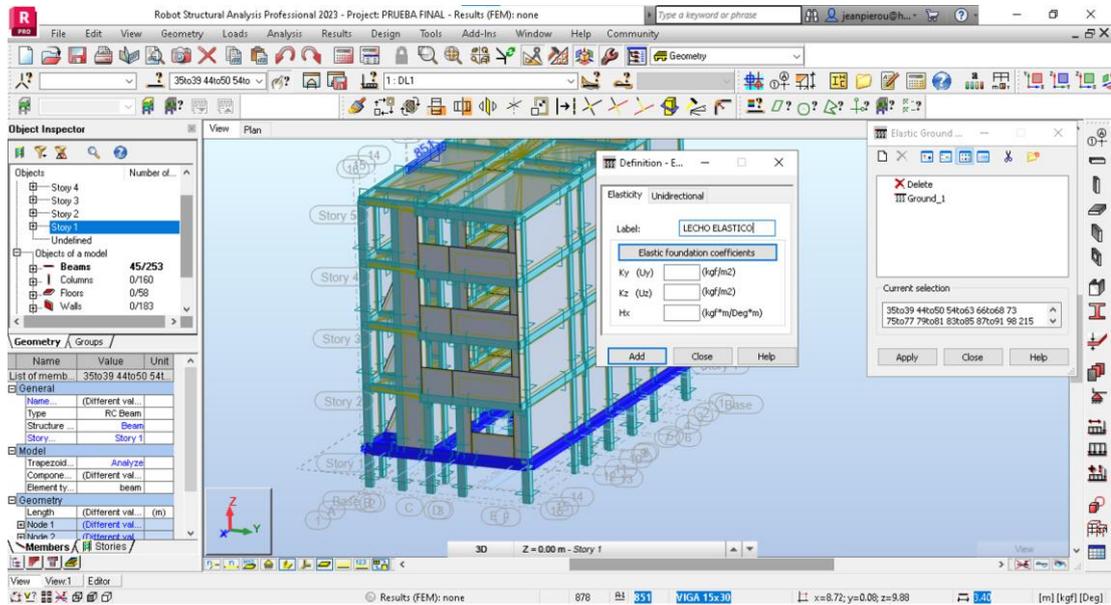
A partir de estos parámetros, se obtiene un K de balastro de 164.835 kPa. No obstante, para ajustar el comportamiento del modelo, se aplicará una reducción del 0.8% a este valor.

Finalmente, este lecho elástico se implementará en toda la cimentación del cemento corrido, asegurando una distribución realista de las cargas y una

mejor representación del contacto suelo-estructura dentro del análisis estructural.

Figura 18

Colocación del lecho elástico



Colocación de cargas gravitacionales

Para la asignación de las cargas gravitacionales, se crearon diferentes tipos de carga en el software de modelado estructural. Estas incluyen:

Carga muerta: Compuesta por el peso propio de la estructura, el cual se obtiene considerando la suma del peso total de columnas, vigas y muros. Además, se incorporó el peso de las losas, así como cargas adicionales por tabiquería y acabados, con el fin de obtener un análisis más preciso.

Carga viva: Se estableció de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.020 de Cargas, la cual indica que, para edificaciones de uso residencial, la carga viva debe ser de 200 kg/m^2 (o $0.2 \text{ toneladas/m}^2$).

Tabla 10

Cargas vivas mínimas repartidas

Ocupación o Uso	Cargas repartidas KPa (Kgf/m ²)
Viviendas	2,0 (200)

Nota. NTP E.020

Figura 19

Colocación de carga muerta

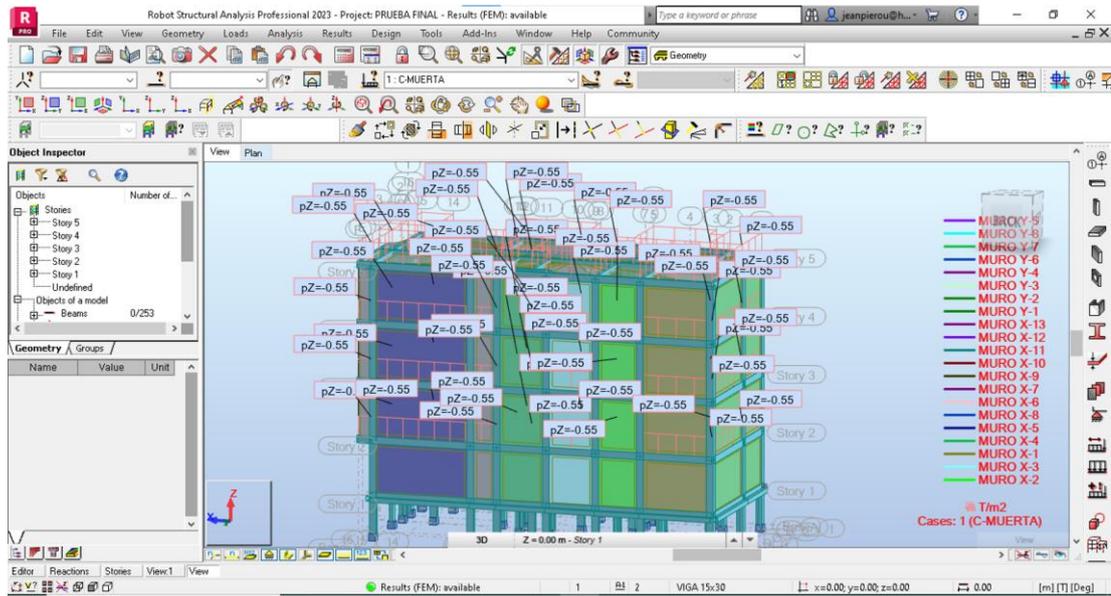
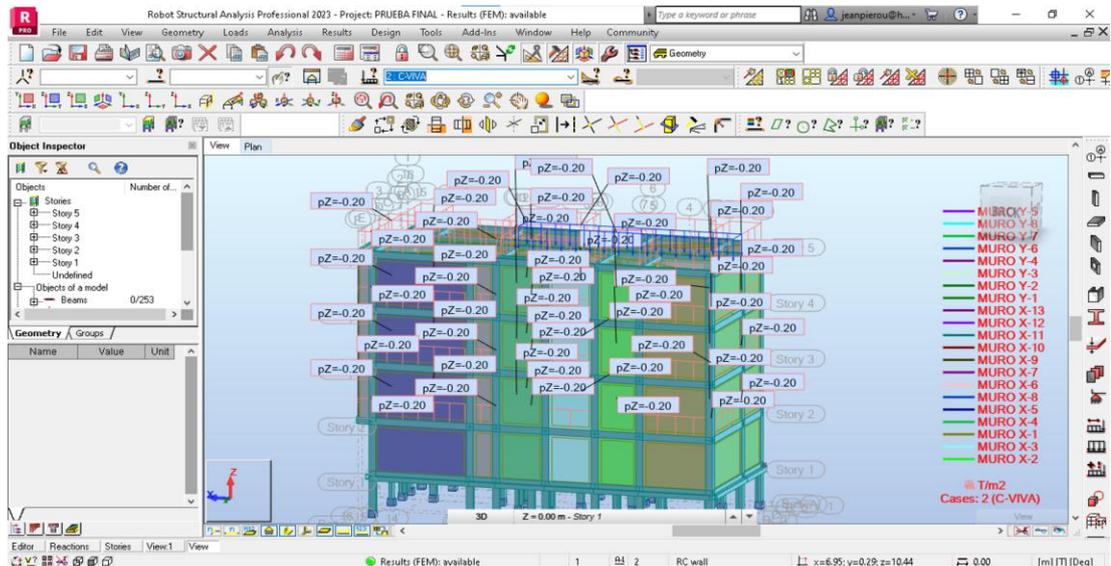


Figura 20

Colocación de carga viva



Análisis sísmico

Se procedió al cálculo de todos los parámetros necesarios para el análisis sísmico estático.

Estos parámetros fueron utilizados en la fórmula de cortante basal según la Norma E.030, con el objetivo de determinar la fuerza sísmica que actuará sobre la estructura.

Para este análisis, se utilizó Robot Structural Analysis, el cual permitió calcular el peso sísmico de la edificación, obteniendo un valor de 317.3688 toneladas.

A partir de este peso sísmico y aplicando la metodología normativa, se obtuvo un valor de fuerza cortante basal de 79.34 toneladas para toda la edificación.

En los cuadros siguientes, se presenta el cálculo de la distribución de la fuerza cortante en cada nivel de la estructura, considerando la rigidez y la distribución de masas en cada piso.

Tabla 11

Análisis sísmico estático de albañilería

ANALISIS SISMICO ESTATICO			
Z	Factor de zona	0.25	Zona 2
U	Factor de uso o importancia	1	Vivienda
S	Factor de amplificación del suelo	1.2	Suelo intermedio (S2)
Tp	Periodo que define la plataforma del factor C (s)	0.6	Tp en función de (S2)
Tx	Periodo natural en la dirección X (s)	0.165	Tx=(h/60)
Ty	Periodo natural en la dirección Y (s)	0.165	Ty=(h/60)
Cx	Factor de amplificación sísmica en X	2.5	Tp < Tx
Cy	Factor de amplificación sísmica en Y	2.5	Tp < Ty
R0(X)	Coficiente básico de reducción	3	ALBAÑILERIA
R0(Y)	Coficiente básico de reducción	3	ALBAÑILERIA
Ia(X)	Factor de irregularidad en planta en X	1	Masa o Peso Irreg.
IP(X)	Factor de irregularidad en planta en Y	1	Torsional

Ia(Y)	Factor de irregularidad en altura en X	1	Masa o Peso
IP(Y)	Factor de irregularidad en altura en Y	1	Irreg. Torsional
Rx	Coefficiente de reducción sísmica en X	3	
Ry	Coefficiente de reducción sísmica en Y	3	
P	Peso sísmico de la edificación (Tn)	317.36887	Tn
Vx	Fuerza cortante en la base - dirección X	79.3422175	Tn
Vy	Fuerza cortante en la base - dirección Y	79.3422175	Tn

Interpretación: La tabla de estos parámetros se realizó a partir de la norma E.030.

Según la Norma E.030, las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel de la estructura se calculan utilizando la siguiente ecuación:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

Donde:

F_i = Fuerza sísmica en el nivel i

α_i = Coeficiente de distribución de fuerzas

V = Cortante sísmico total (79.34 toneladas en este caso)

El coeficiente de distribución de fuerzas α_i se obtiene como un porcentaje basado en la siguiente expresión:

$$\alpha_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum(W \cdot h)}$$

Donde:

W_i = Peso sísmico del nivel i

h_i = Altura del nivel i

$\sum(W \cdot h)$ = Suma total de los productos peso-altura de todos los niveles

Este cálculo se realiza para ambas direcciones, X y Y, asegurando que la distribución de fuerzas sea precisa y cumpla con los criterios normativos.

En los cuadros siguientes, se presenta el cálculo detallado de α_i para cada nivel, junto con la distribución de fuerzas sísmicas en la estructura.

Dado que el período fundamental de la estructura es menor a 0.5 segundos, según la Norma E.030, se debe adoptar un coeficiente de distribución sísmica (K) igual a 1.

Tabla 12

Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en X para albañilería

k 1 Tx<0.5								
FUERZAS EQUIVALENTES ESTATICAS EN LA DIRECCIÓN X								
NIVE L	Hei (m)	Hi (m)	MASA tonf-s2/m	Pi (Tn)	Pi * (Hi)^k (Tn-m)	%	Fi (Tn)	Vi (Tn)
4	2.47	9.88	12.323139	120.8	1194.393	0.401	31.888561	31.888561
			7	9	2	9	4	4
3	2.47	7.41	12.271151	120.3	892.0158	0.300	23.815524	55.704086
			9	8	2	2	6	
2	2.47	4.94	12.271151	120.3	594.6772	0.200	15.877016	71.581102
			9	8	1	1	4	4
1	2.47	2.47	11.996941	117.6	290.6943	0.097	7.7611150	79.342217
			9	9	8	8	5	5
				479.3	2971.780	1	79.342217	
				4	5		5	

Interpretación: Se calcula la fuerza equivalente en la dirección en X y se calcula el “alfa” mediante la fórmula antes mencionada, en el cuadro se usó el signo “%” para representar este “alfa”.

Tabla 13

Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en Y para albañilería

k 1 Ty<0.5								
FUERZAS EQUIVALENTES ESTATICAS EN LA DIRECCIÓN Y								
NIVE L	Hei (m)	Hi (m)	MASA tonf-s2/m	Pi (Tn)	Pi * (Hi)^k (Tn-m)	%	Fi (Tn)	Vi (Tn)
4	2.47	9.88	12.32313	120.8	1194.393	0.401	31.88856	31.88856
			97	9	2	9	14	14
3	2.47	7.41	12.27115	120.3	892.0158	0.300	23.81552	55.70408
			19	8	2	2	46	6
2	2.47	4.94	12.27115	120.3	594.6772	0.200	15.87701	71.58110
			19	8	1	1	64	24

1	2.47	2.47	11.99694	117.6	290.6943	0.097	7.761115	79.34221
			19	9		8	05	75
				479.3	2971.780	1	79.34221	
				4	5		75	

Interpretación: Se calcula la fuerza equivalente en la dirección en Y y se calcula el “alfa” mediante la fórmula antes mencionada, en el cuadro se usó el signo “%” para representar este “alfa”.

En este análisis, también se considerarán las fuerzas accidentales y los efectos de torsión, tal como lo establece la Norma E.030.

La norma indica que los centros de masa deben desplazarse mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo, cuyo valor es:

$$e = 0.05xL$$

Donde:

e = Excentricidad accidental

L= Dimensión del edificio en la dirección perpendicular al sismo

El procedimiento consiste en:

Calcular las dimensiones del edificio en ambas direcciones.

Multiplicar la dimensión correspondiente por 0.05 para obtener la excentricidad accidental.

Multiplicar esta excentricidad por la fuerza sísmica en cada piso para obtener el momento de torsión, el cual será considerado en el análisis estructural.

Tabla 14

Cálculo de efectos de torsión

EFECTOS DE TORSIÓN						
NIVEL	Lx	Ly	ex	ey	Mtx	Mty
4	15.42	6.85	0.771	0.3425	24.5860809	10.9218323
3	15.42	6.85	0.771	0.3425	18.3617695	8.15681718
2	15.42	6.85	0.771	0.3425	12.2411796	5.43787812
1	15.42	6.85	0.771	0.3425	5.98381971	2.65818191

Interpretación: Se calculo la excentricidad denominada e_x y e_y para luego multiplicarlos por la fuerza debido al sismo para obtener el efecto de torsión en X y en Y.

Colocación de fuerzas sísmicas

Luego de completar el análisis sísmico, se procederá a la aplicación de las fuerzas sísmicas en el modelo estructural.

Para ello, se crearán diferentes tipos de carga, correspondientes a:

- Sismo en dirección X
- Sismo en dirección Y
- Torsión accidental

El procedimiento consiste en:

- Crear los casos de carga sísmica en el software de análisis estructural.
- Añadir las cargas sísmicas correspondientes en cada caso.
- Aplicar las fuerzas sísmicas en el nudo central del diafragma, asegurando que se distribuyan correctamente en la estructura.

Este método garantiza que las fuerzas sísmicas sean consideradas de manera precisa en el análisis estructural, permitiendo evaluar el comportamiento global de la edificación bajo carga sísmica.

Figura 21

Colocación de cargas de sismo en X

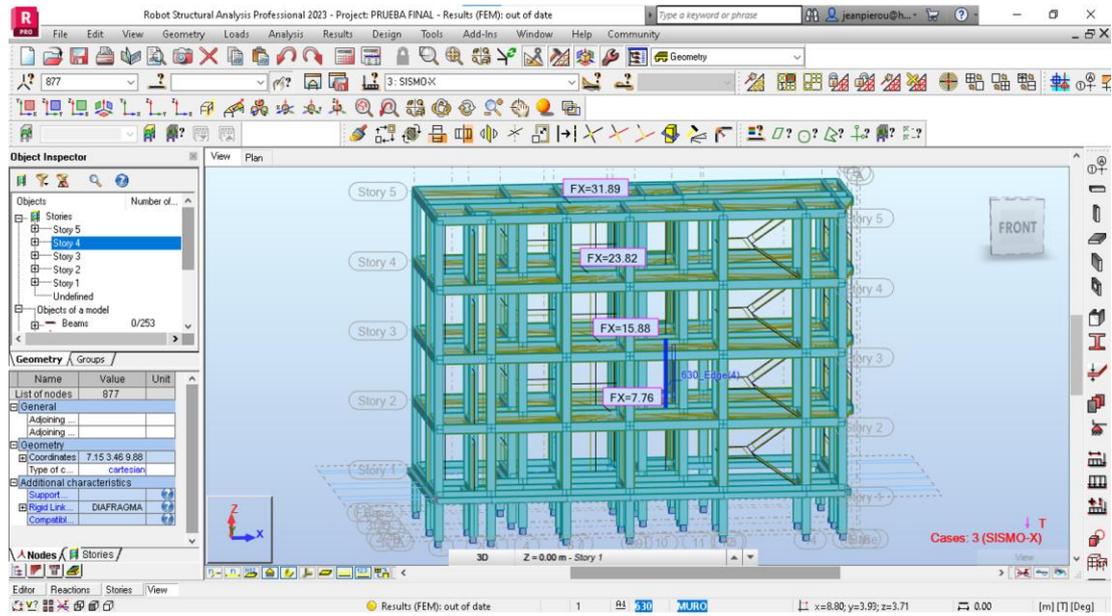


Figura 22

Colocación de cargas de sismo en Y

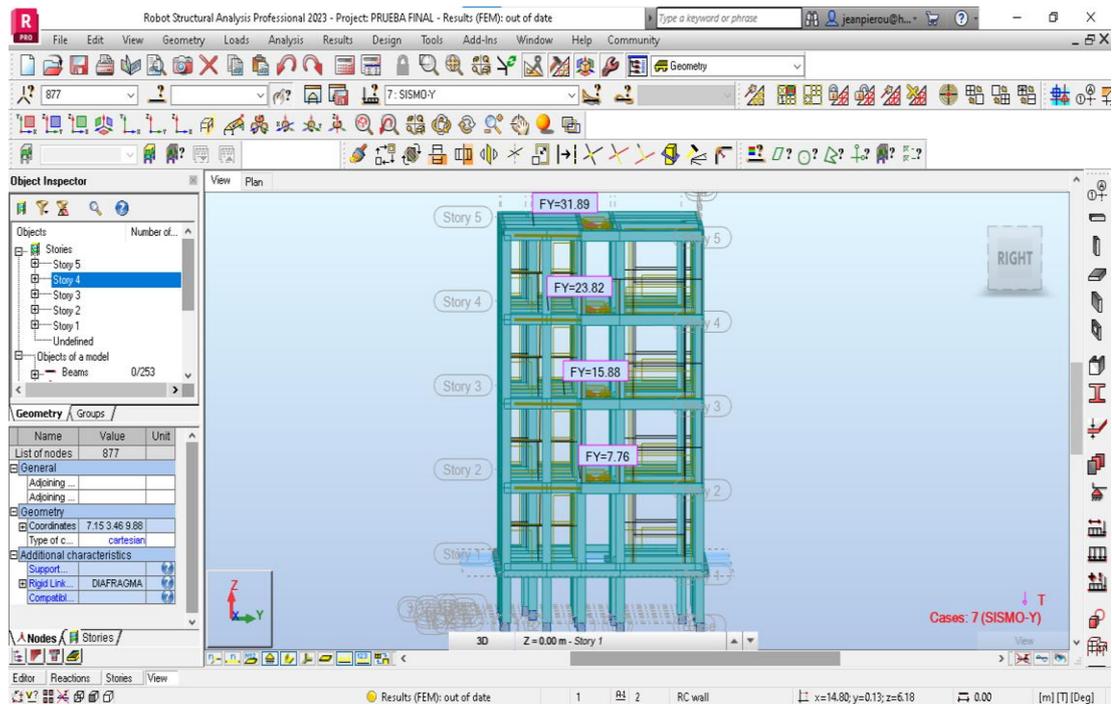
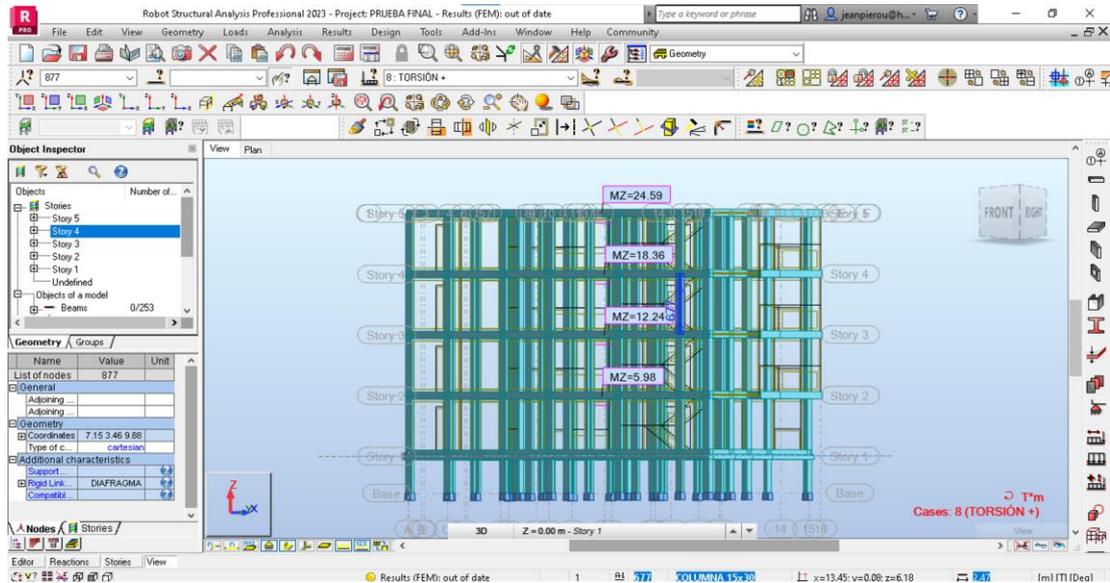


Figura 23

Colocación del torsor

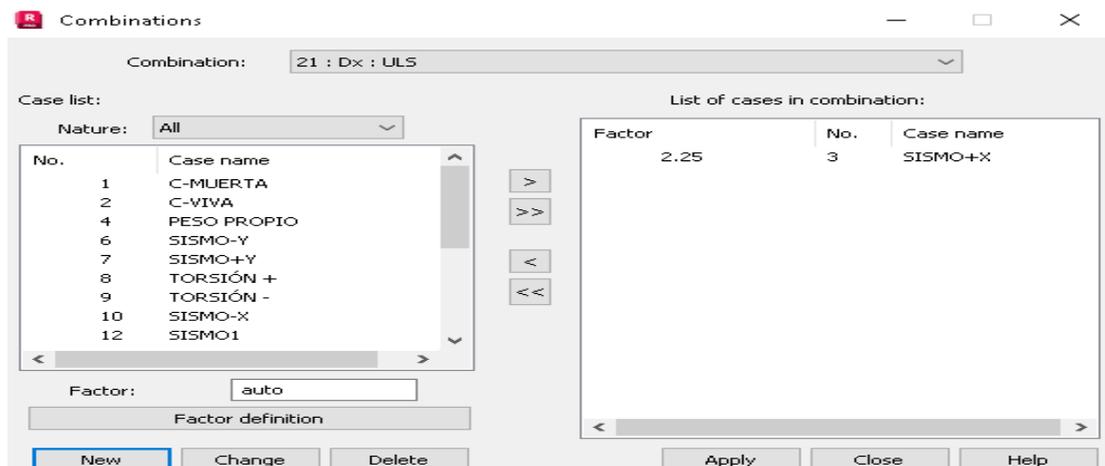


Simulación para combinaciones de carga

Para las combinaciones de carga en el análisis de albañilería, se consideraron los casos de sismo en las direcciones X y Y, además de su respectiva torsión. Posteriormente, para la evaluación de distorsiones, se identificará el caso más crítico, el cual incluirá la combinación de todas las cargas, garantizando así un análisis estructural completo y preciso.

Figura 24

Vista de combinaciones de carga



Interpretación: Los casos analizados se establecieron mediante combinaciones manuales para evaluar el efecto del sismo en las direcciones X (DX) y Y (DY), utilizando sus dimensiones reales. Esto permitió calcular la distorsión sin aplicar reducciones al sismo, asegurando un análisis más preciso del comportamiento estructural.

Verificación de fisuración de muros

Para evaluar la fisuración de los muros estructurales, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Definir y clasificar los muros cortantes dentro del modelo estructural.
- Subdividir los muros en secciones adecuadas para un análisis más detallado.
- Observar las fuerzas cortantes y los momentos generados en cada muro bajo la acción sísmica.
- Realizar la verificación de fisuración, comparando la fuerza cortante producida por el sismo con la fuerza cortante de agrietamiento diagonal.

La condición que debe cumplirse, según normativa, es:

$$V_e \leq 0.55xV_m$$

Donde:

V_e = Fuerza cortante generada por el sismo

V_m = Fuerza cortante de agrietamiento diagonal

Si esta condición se satisface, se considera que los muros tienen un comportamiento adecuado frente a cargas sísmicas moderadas. En caso contrario, será necesario reforzar los muros o ajustar el diseño estructural.

Figura 25

Selección de los muros portantes

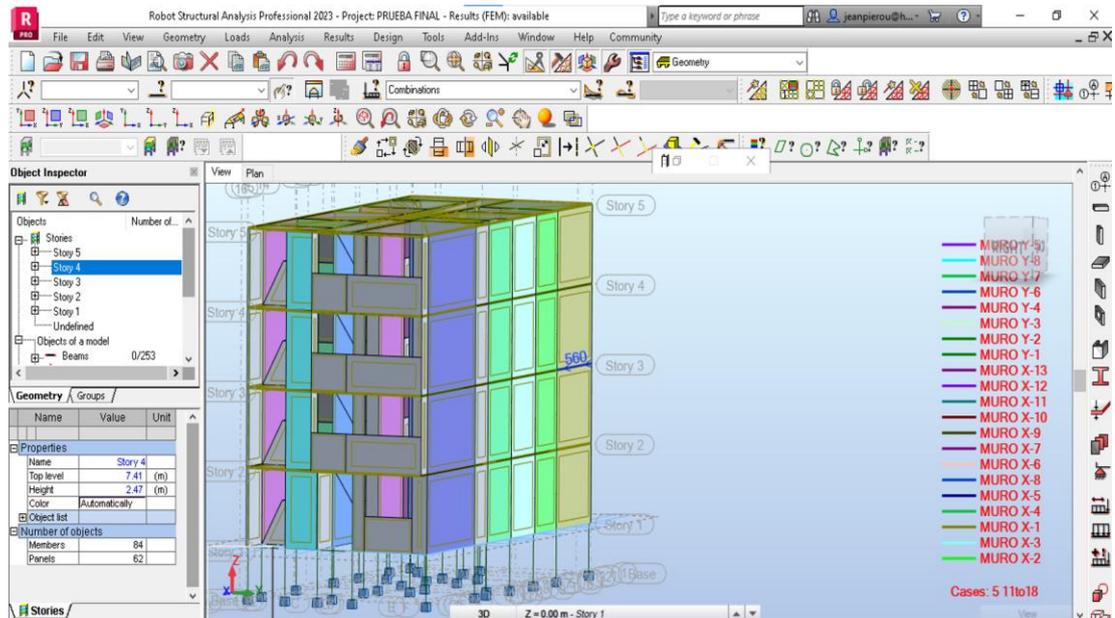


Figura 26

Datos de cortantes en X en los muros en la dirección X

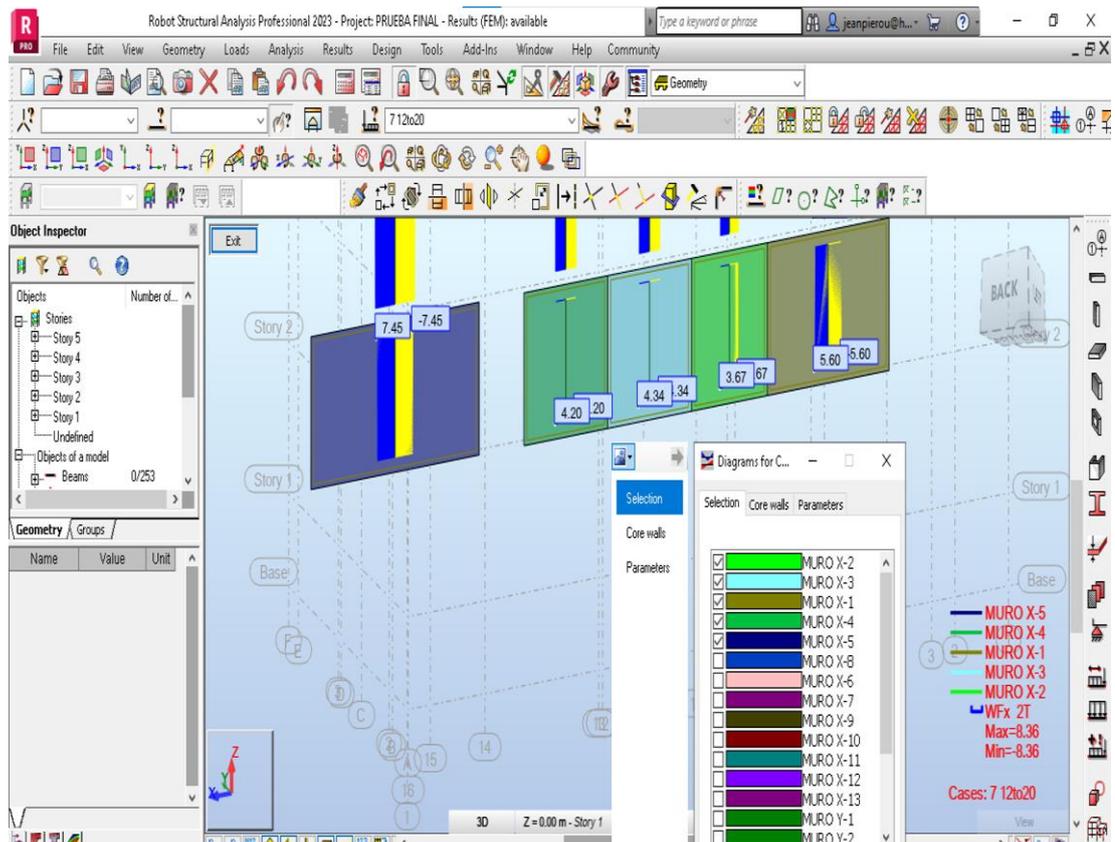


Figura 27

Datos de momentos en Y en los muros en la dirección X

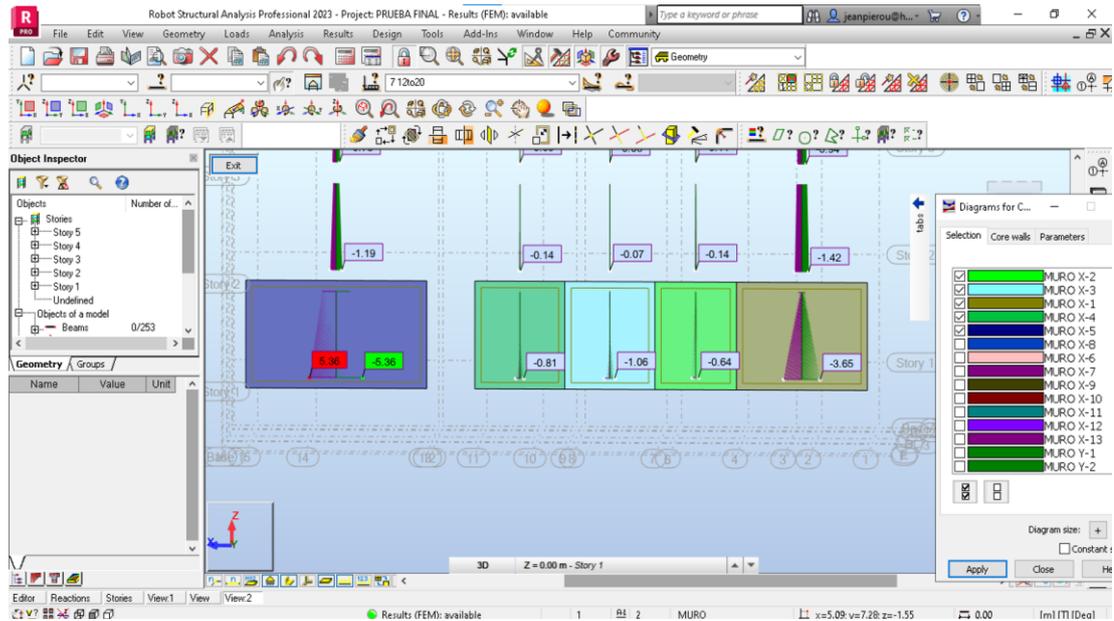


Tabla 15

Control de fisuración en muros X

CONTROL DE FISURACIÓN													
MURO	V _m	V _e (RO BOT)	M _e (RO BOT)	V _e (SISMO MODE RADO)	M _e (SISMO MODE RADO)	L (m)	alfa CALCULO	ADO PTAR Alfa	t (m)	P _g (RO BOT)	V _m	0.55 *V _m	VERIFICACIÓN
X-1	81	5.6	3.65	2.8	1.825	3.1	4.80219178	1	0.1	5.96	17.85	9.818	SÍ CUMPLE
X-2	81	3.67	0.64	1.835	0.32	1.5	11.1820313	1	0.1	5.41	11.51	6.331	SÍ CUMPLE
X-3	81	4.34	1.06	2.17	0.53	2.1	8.80283019	1	0.1	6.04	12.71	6.99	SÍ CUMPLE
X-4	81	4.2	0.81	2.1	0.405	2.1	11.1481481	1	0.1	5.76	12.64	6.955	SÍ CUMPLE
X-5	81	7.45	5.36	3.725	2.68	4.3	6.00447761	1	0.1	5.07	23.91	13.15	SÍ CUMPLE
X-6	81	5.42	3.73	2.71	1.865	2.0	3.02241287	1	0.1	4.63	12.02	6.609	SÍ CUMPLE
X-7	81	5.3	3.08	2.65	1.54	2.2	3.90616883	1	0.1	4.68	13.03	7.165	SÍ CUMPLE
X-8	81	8.01	1.93	4.005	0.965	3.0	12.575285	1	0.1	5.57	17.23	9.479	SÍ CUMPLE

X-9	8	3.68	1.31	1.84	0.655	1.	5.5621	1	0.	4.07	11.	6.24	SÍ
	1					9	374		1		36	8	CUMPL
						8			3				E
X-10	8	5.49	1.94	2.745	0.97	2.	7.7822	1	0.	4.56	15.	8.54	SÍ
	1					7	1649		1		53		CUMPL
						5			3				E
X-11	8	4.3	1.32	2.15	0.66	2.	7.4924	1	0.	4.74	13.	7.26	SÍ
	1					3	2424		1		2		CUMPL
									3				E
X-12	8	6.27	3.18	3.135	1.59	3.	6.7037	1	0.	4.85	19.	10.4	SÍ
	1					4	7358		1		02	6	CUMPL
									3				E
X-13	8	5.49	2.63	2.745	1.315	3.	6.3249	1	0.	4.13	16.	9.29	SÍ
	1					0	8099		1		9	7	CUMPL
						3			3				E

Interpretación: Verificamos la fisuración en los muros en la dirección en X, se calcula el “alfa” es la multiplicación de la cortante reducido a la mitad (sismo moderado) por la longitud entre el momento reducido a la mitad (sismo moderado), para el caso particular los “alfas” calculados son mucho mayores a 1, el cual es el valor máximo del “alpha”, se optará por el valor 1 para calcular al V_m y multiplicando por el 0.55 este valor calculado tendrá que ser mayor que el calculado en la cortante original (“ V_e ”) para que pueda cumplir la verificación, esto significará que el muro es capaz de soportar el sismo en esta dirección.

Tabla 16

Control de fisuración en muros Y

CONTROL DE FISURACIÓN													
MUR O	V' m	Ve (ROBOT) (Ton)	Me (ROBOT) (Ton/m)	Ve (SISMO MODERAD O)	Me (SISMO MODERAD O)	L (m)	alfa CALCULAD O	ADOPTA R Alfa	t (m)	Pg (ROBOT) (Ton)	Vm	0.55*V m	VERIFICACIÓ N
Y-1	81	3.81	5.73	1.905	2.865	2.6 8	1.78198953	1	0.1 3	5.26	15.3 2	8.426	SÍ CUMPLE
Y-2	81	6.07	2.58	3.035	1.29	4.1 8	9.83434109	1	0.1 3	6.03	23.3 9	12.87	SÍ CUMPLE
Y-3	81	3.6	1.25	1.8	0.625	1.7 8	5.1264	1	0.1 3	2.92	10.0 4	5.524	SÍ CUMPLE
Y-4	81	2.86	1.2	1.43	0.6	1.5 8	3.76566667	1	0.1 3	3.56	9.13 8	5.026	SÍ CUMPLE
Y-5	81	3.63	2.1	1.815	1.05	2.4 5	4.235	1	0.1 3	4.83	14.0 1	7.706	SÍ CUMPLE
Y-6	81	4.16	2.56	2.08	1.28	3	4.875	1	0.1 3	6.14	17.2 1	9.464	SÍ CUMPLE
Y-7	81	3.83	2.18	1.915	1.09	2.6 8	4.70844037	1	0.1 3	2.86	14.7 7	8.122	SÍ CUMPLE
Y-8	81	0	0	0	0	1.2	0	1	0.1 3	-0.07	6.30 2	3.466	SÍ CUMPLE

Nota. Verificamos la fisuración en los muros en la dirección en Y, se calcula el “alfa” es la multiplicación de la cortante por la longitud entre el momento, para el caso particular los “alfas” calculados son mucho mayores a 1, el cual es el valor máximo del “alpha”, se optará por el valor 1 para calcular al Vm y multiplicando por el 0.55 este valor calculado tendrá que ser mayor que el calculado en la cortante original (“Ve”) para que pueda cumplir la verificación, esto significará que el muro es capaz de soportar el sismo en esta dirección

Verificación de resistencia al corte

Para evaluar la resistencia al corte en ambas direcciones, X e Y, se seguirá el mismo procedimiento que en la verificación de fisuración, pero en este caso se considerará un sismo severo.

Diferencias con el Análisis de Fisuración

- No se aplicará reducción a la cortante y al momento obtenidos del software de análisis estructural.
- Se utilizarán valores completos de cortante y momento.
- Se asumirá un coeficiente $\alpha=1$ debido a la mayor exigencia estructural en un evento sísmico severo.

Criterio de Verificación

Para que la estructura tenga un comportamiento adecuado, se debe cumplir esta condición tanto en la dirección X como en la dirección Y.

Resultados:

Luego de realizar los cálculos, se observa que la condición se cumple en ambas direcciones (X e Y), asegurando que la estructura puede resistir la acción de un sismo severo sin comprometer su estabilidad.

Tabla 17

Verificación de resistencia al corte de los muros en X

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA AL CORTE DIR-X											
MURO	V'm (Ton/m)	Ve (ROBOT) (Ton)	Me (ROBOT) (Ton/m)	L (m)	alfa CALCULADO	ADOPTAR Alfa	t (m)	Pg (ROBOT) (Ton)	Vm	Vp (Cortante de todo el piso (ROBOT)	VERIFICACIÓN
X-1	81	5.6	3.65	3.13	4.80219178	1	0.13	5.96	17.8503		
X-2	81	3.67	0.64	1.95	11.1820313	1	0.13	5.41	11.5111		
X-3	81	4.34	1.06	2.15	8.80283019	1	0.13	6.04	12.709		
X-4	81	4.2	0.81	2.15	11.1481481	1	0.13	5.76	12.6446		
X-5	81	7.45	5.36	4.32	6.00447761	1	0.13	5.07	23.9109		
X-6	81	5.42	3.73	2.08	3.02241287	1	0.13	4.63	12.0161		
X-7	81	5.3	3.08	2.27	3.90616883	1	0.13	4.68	13.028	71.45	SÍ CUMPLE
X-8	81	8.01	1.93	3.03	12.575285	1	0.13	5.57	17.2341		
X-9	81	3.68	1.31	1.98	5.5621374	1	0.13	4.07	11.3608		
X-10	81	5.49	1.94	2.75	7.78221649	1	0.13	4.56	15.5276		
X-11	81	4.3	1.32	2.3	7.49242424	1	0.13	4.74	13.1997		
X-12	81	6.27	3.18	3.4	6.70377358	1	0.13	4.85	19.0165		
X-13	81	5.49	2.63	3.03	6.32498099	1	0.13	4.13	16.9029		
									TOTAL	196.911	

Nota. El procedimiento es el mismo que en la verificación de fisuración sin aplicar la reducción para sismo moderado en la dirección X.

Tabla 18

Verificación de resistencia al corte de los muros en Y

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA AL CORTE DIR-Y											
MURO	V'm (Ton/m)	Ve (ROBOT) (Ton)	Me (ROBOT) (Ton/m)	L (m)	alfa CALCULADO	ADOPTAR Alfa	t (m)	Pg (ROBOT) (Ton)	Vm	Vp (Cortante de todo el piso (ROBOT)	VERIFICACIÓN
Y-1	81	3.81	5.73	2.68	1.78198953	1	0.13	5.26	15.32	35.47	SÍ CUMPLE
Y-2	81	6.07	2.58	4.18	9.83434109	1	0.13	6.03	23.3946		
Y-3	81	3.6	1.25	1.78	5.1264	1	0.13	2.92	10.0433		
Y-4	81	2.86	1.2	1.58	3.76566667	1	0.13	3.56	9.1375		
Y-5	81	3.63	2.1	2.45	4.235	1	0.13	4.83	14.0102		
Y-6	81	4.16	2.56	3	4.875	1	0.13	6.14	17.2072		
Y-7	81	3.83	2.18	2.68	4.70844037	1	0.13	2.86	14.768		
Y-8	81	0	0	1.2	0	1	0.13	-0.07	6.3019		
TOTAL									110.183		

Nota. El procedimiento es el mismo que en la verificación de fisuración sin aplicar la reducción para sismo moderado en la dirección Y.

Desplazamientos

Para el análisis de desplazamientos, se tomaron las medidas correspondientes a los desplazamientos provocados por el sismo en las direcciones X y Y, incluyendo los casos sin reducción, los cuales fueron calculados mediante la multiplicación de 0.75 por 3. Los resultados obtenidos muestran una distribución de desplazamientos bastante reducida.

Tabla 19

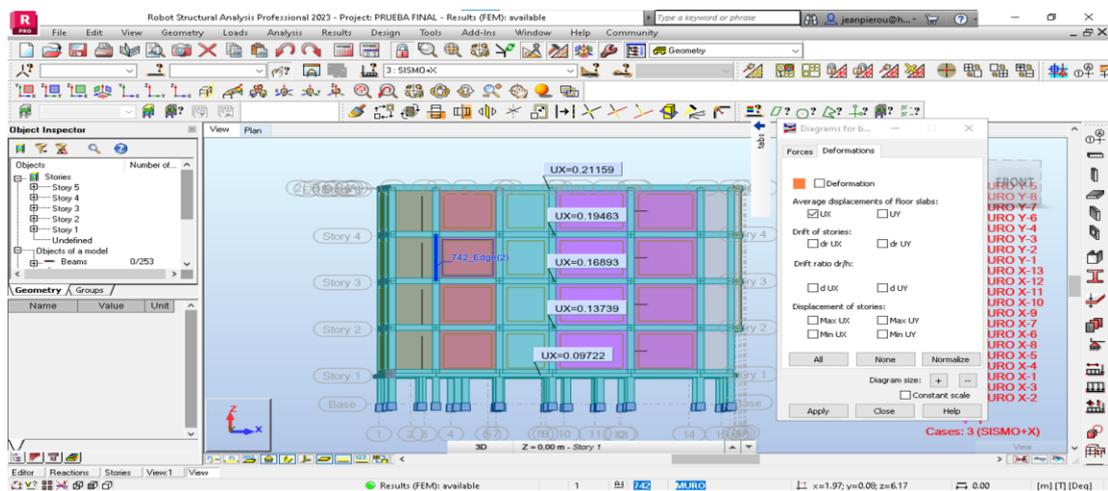
Desplazamientos debido a sismos reducidos y sin reducción en albañilería

DESPLAZAMIENTOS (SISMO ESTATICO)				
NIVEL	SISMO XX (cm)	SISMO YY (cm)	DX (CM)	DY (CM)
4	0.21159 cm	0.09007 cm	0.47609 cm	0.20265 cm
3	0.19463 cm	0.06917 cm	0.43792 cm	0.15562 cm
2	0.16893 cm	0.04976 cm	0.38001 cm	0.11195 cm
1	0.13739 cm	0.03081 cm	0.30914 cm	0.06931 cm

Interpretación: Los desplazamientos que se observan son producto del sismo en X y Y y los sismos DX y Dy son los sismos severos sin las reducciones de las combinaciones.

Figura 28

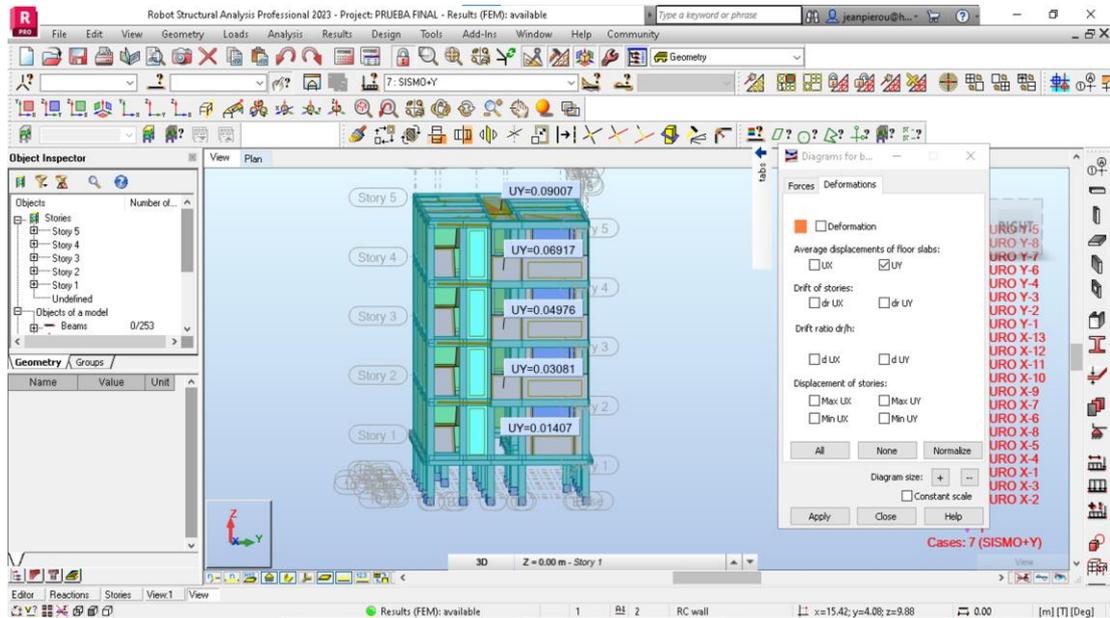
Desplazamientos con el sismo en X



Interpretación: Se observan los desplazamientos en donde el primer desplazamiento es irrelevante debido a que en la realidad no existe un desplazamiento en el piso de la estructura debido a que se moverá con todo el sismo.

Figura 29

Desplazamientos con el sismo en Y



Interpretación: Estos son los desplazamientos relativos de cada nivel y se obtiene mediante la resta del desplazamiento en el último piso con el desplazamiento del piso antecesor.

Para verificar el cumplimiento de la normativa, se consideró el límite máximo de distorsión para albañilería confinada, el cual es de 0.005. La distorsión se define como el desplazamiento relativo entre niveles dividido por la altura de entrepiso. Se utilizó la máxima distorsión calculada por el software de análisis estructural y se comparó con el valor normativo, sin aplicar el factor de reducción.

Los resultados muestran que la distorsión obtenida se encuentra por debajo del límite permitido, lo que indica que la edificación es estructuralmente estable y cumple con los requisitos normativos.

Tabla 20

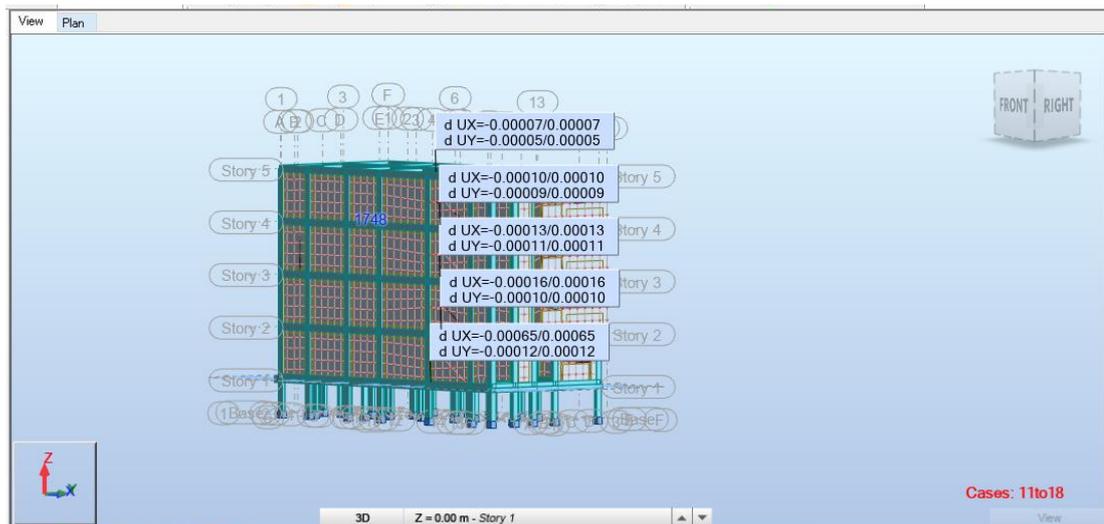
Verificación de cumplimiento de distorsiones en albañilería

NIVEL	MÁXIMA DISTORSIÓN	0.75*R	DISTORSIÓN		ESTADO
			NORMATIVA E.030	CONTROL	
4	0.00007	2.25	0.0002	0.005	CUMPLE
3	0.0001	2.25	0.0002	0.005	CUMPLE
2	0.00013	2.25	0.0003	0.005	CUMPLE
1	0.00016	2.25	0.0004	0.005	CUMPLE

Interpretación: Se verificará la distorsión de la combinación máxima que robot calcula automáticamente, luego se multiplicara por 0.75 de la cual se redujo el factor de carga viva, y luego se verificará que si se cumple la distorsión máxima establecida por la norma.

Figura 30

Distorsiones máximas entre pisos en albañilería



Cantidad de acero

Para determinar la cantidad de acero en vigas y columnas, se utilizó el software Robot Structural, aplicando las cargas sísmicas y de peso previamente definidas en el modelo estructural.

Diseño de Vigas

El análisis arrojó la necesidad de dos barras de refuerzo longitudinal C16 (equivalente a varillas de 5/8") en la parte superior e inferior de la viga. Para los estribos, se estableció una separación de 18 cm con un total de 28 estribos en una luz de 4.9 m, considerando un recubrimiento de 2 cm en cada lado.

Diseño de Columnas

Para una columna rectangular, el diseño estructural indicó la necesidad de cuatro varillas C10 (3/8") y 20 estribos de C6 (6 mm), con un recubrimiento de 2 cm. Para una columna en T, se requirieron ocho varillas C10 (3/8") y 15 estribos de C6, distribuidos de la siguiente manera:

- **Zona inicial y final:** 4 estribos a 12 cm.
- **Zona intermedia:** 7 estribos a 20 cm.
- **Últimos refuerzos:** 4 estribos a 10 cm.

Este diseño garantiza una adecuada resistencia estructural, cumpliendo con las normativas vigentes.

Figura 31

Plano estructural de vigas en una luz de 4.90m

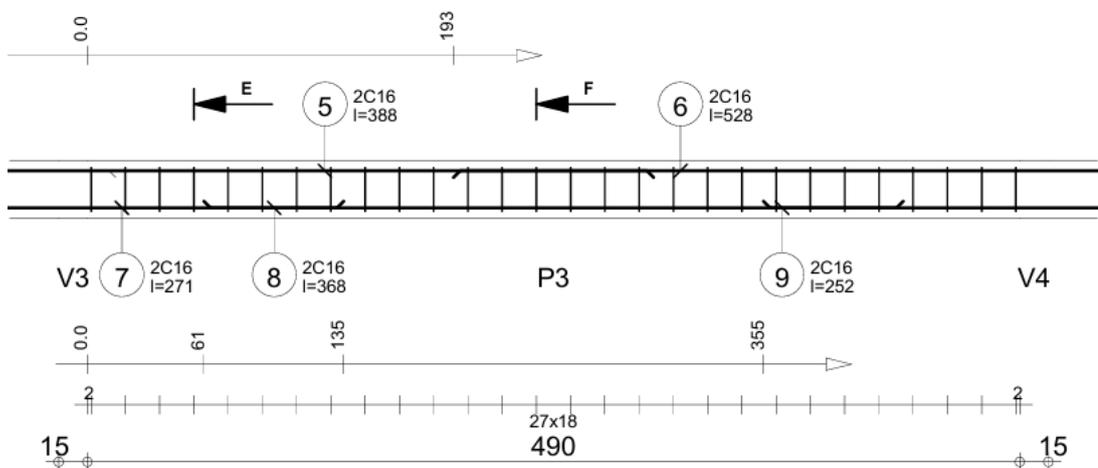


Figura 32

Sección de vigas

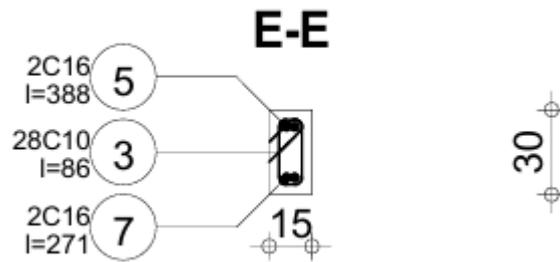


Figura 33

Vista 3D de la viga

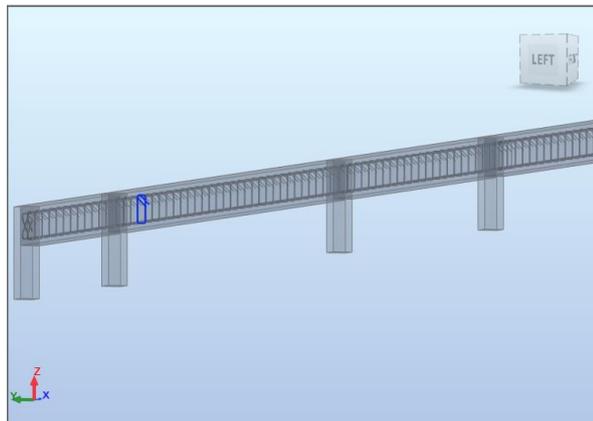


Figura 34

Longitud total de la viga

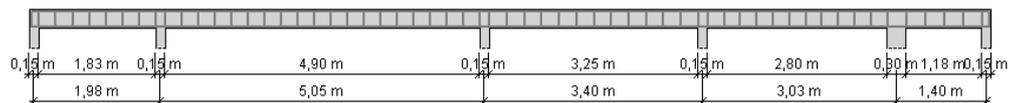


Figura 35

Plano estructural de columnas rectangulares

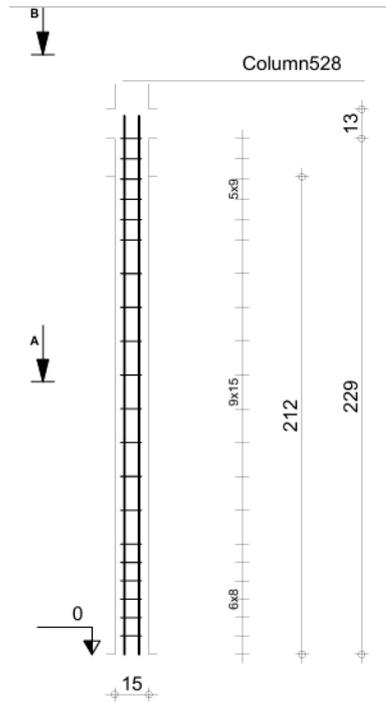


Figura 36

Sección de columnas rectangulares

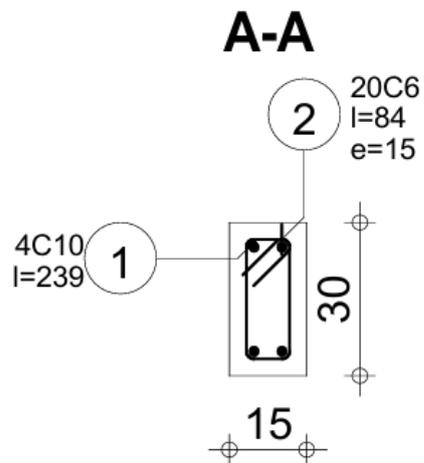


Figura 37

Plano estructural de columnas en T

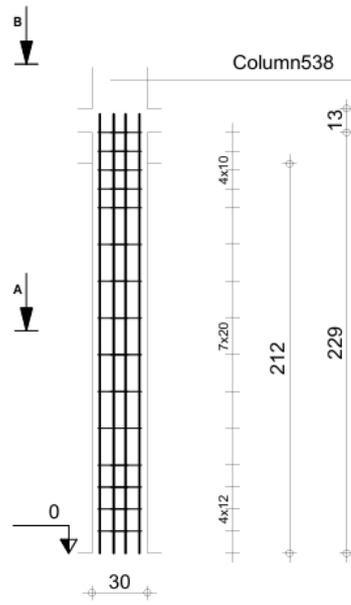


Figura 38

Sección de columnas en T

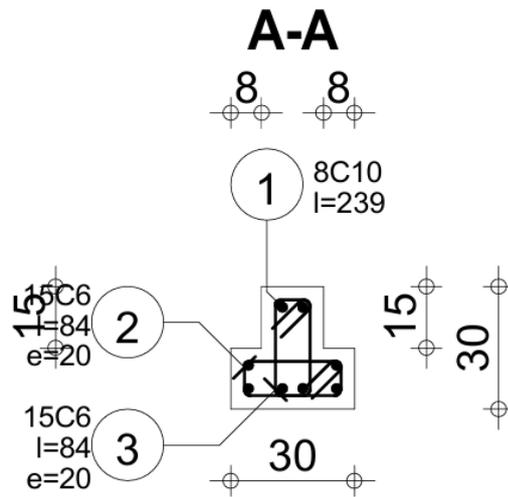


Figura 39

Vista de sección de columnas en T

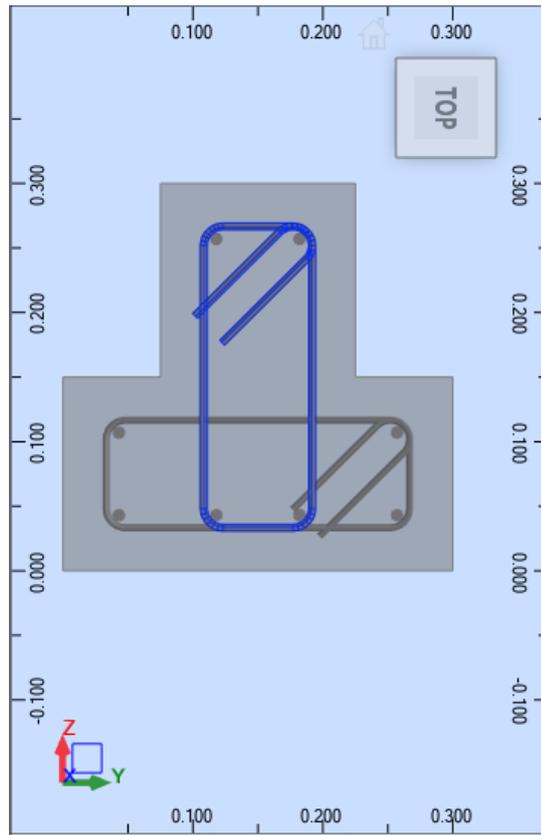


Figura 40

Vista 3D de columna en T

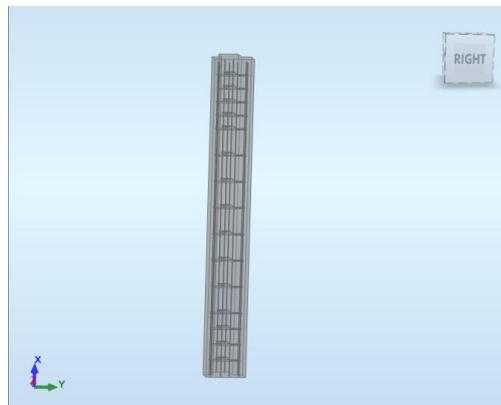


Figura 41

Vista 3D de columna rectangular

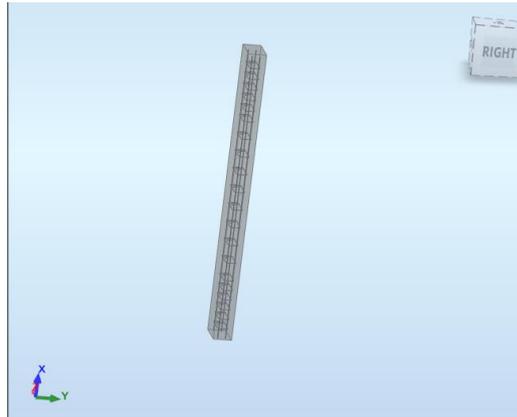
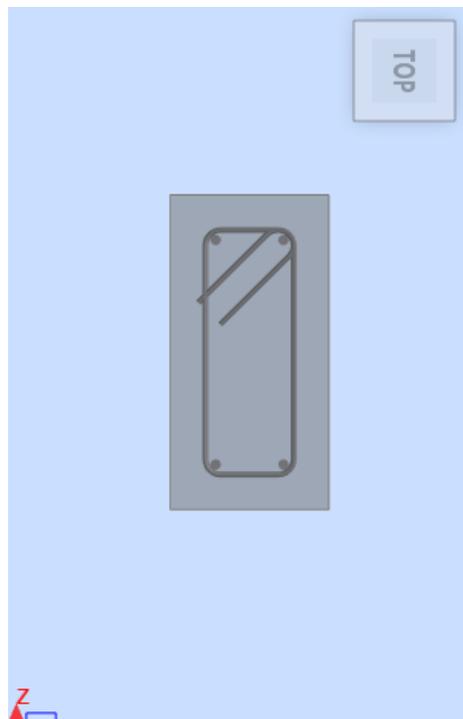


Figura 42

Vista de sección de columnas rectangulares



El mismo procedimiento se aplicará para las columnas con sección en **L**, donde el análisis estructural indicó la necesidad de:

- Refuerzo longitudinal: Siete varillas de 3/8".
- Estribos: 32 unidades de 3/8", incluyendo refuerzos adicionales en las esquinas con el mismo diámetro.

Este diseño sigue los criterios normativos, garantizando estabilidad estructural y un adecuado comportamiento ante cargas sísmicas y gravitacionales.

Figura 43

Sección de columnas en L

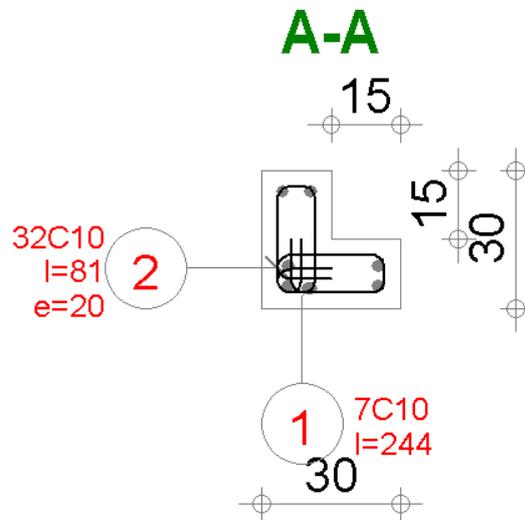


Figura 44

Plano estructural de columnas en L

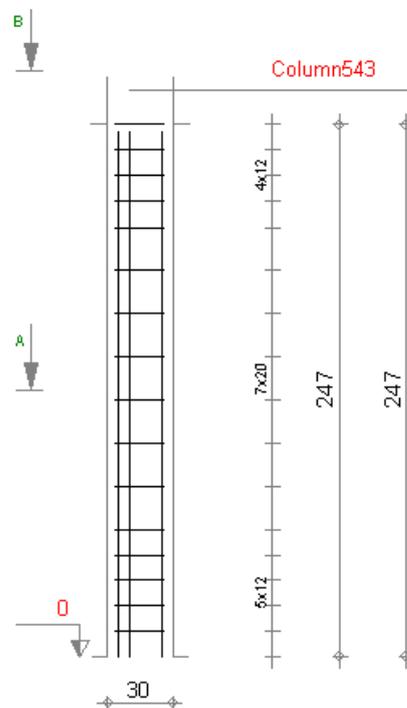


Figura 45

Vista de vigas

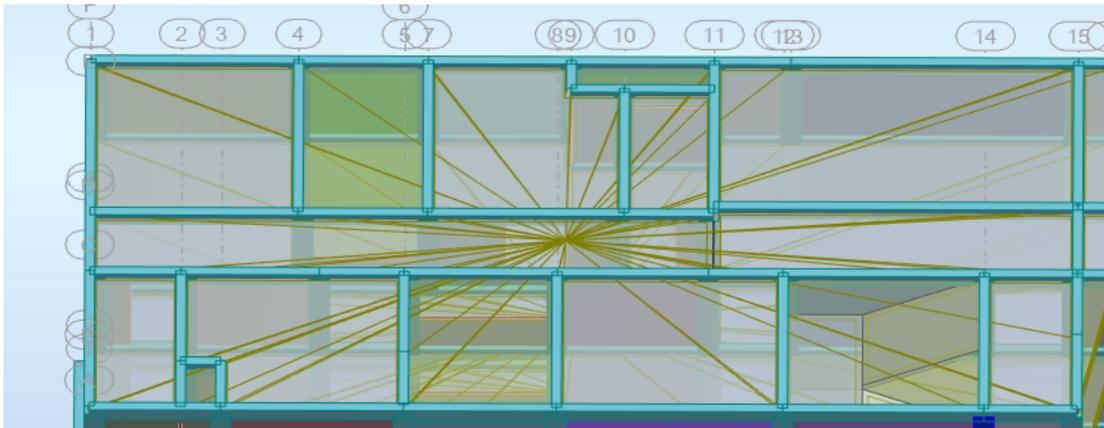


Figura 46

Notación de aceros del programa

	<input checked="" type="checkbox"/>	Name	d (m)	A (mm ²)
1	<input type="checkbox"/>	C6		28
2	<input type="checkbox"/>	C8		50
3	<input checked="" type="checkbox"/>	C10		79
4	<input type="checkbox"/>	C12		113
5	<input checked="" type="checkbox"/>	C16		201
6	<input checked="" type="checkbox"/>	C20		314
7	<input type="checkbox"/>	C25		491
8	<input type="checkbox"/>	C32		804
9	<input type="checkbox"/>	C40		1257
10	<input type="checkbox"/>	C50	0.1	1963

Con los datos de los planos estructurales se realizó la siguiente tabla:

Tabla 21

Cálculo de acero longitudinal de columnas de la edificación de albañilería

ELEMENTO	ACERO LONGITUDINAL
	DIAMETRO
	3/8 "
	# DE COLUMNAS RECTANGULARES
	9
	# DE COLUMNAS EN L
	10
	# DE COLUMNAS EN T
	13
COLUMNAS	# DE ACEROS DE REFUERZO EN C-REC.
	4
	# DE ACEROS DE REFUERZO EN C-EN L
	7
	# DE ACEROS DE REFUERZO EN C-EN T
	8
	ALTURA DE CADA COLUMNA
	2.47 m
	# DE PISOS
	4

ALTURA FINAL POR COLUMNA	9.88
LONGITUD TOTAL DE COLUMNA REC.	355.68
LONGITUD TOTAL DE COLUMNA EN L	691.6
LONGITUD TOTAL DE COLUMNA EN T	1027.52
LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	2074.8
# DE VARILLAS DE 9 m	230.533333≈231

Interpretación: En la tabla se puede observar el metrado de cargas empezando primero con la cantidad de columnas y luego con la cantidad de aceros que tiene cada columna para luego multiplicarlo por la cantidad de pisos y calculando las longitudes correspondientes.

Tabla 22

Cálculo de acero transversal de columnas de la edificación de albañilería

ELEMENTO	ACERO TRANSVERSAL
	DIAMETRO 6 mm
	# DE COLUMNAS RECTANGULARES 9
	# DE COLUMNAS EN L 10
	# DE COLUMNAS EN T 13
	# DE ESTRIBOS EN COLUMNAS RECT. 20
	# DE ESTRIBOS EN COLUMNAS EN L 30
	# DE ESTRIBOS EN COLUMNAS EN T 32
	# DE PISOS 4
	ALTURA DE CADA COLUMNA 2.47 m
	ANCHO DE ESTRIBO 11.00 cm
COLUMNAS	LARGO DE ESTRIBO 26.00 cm
	LARGO DE GANCHO 7.50 cm
	LONGITUD DE ESTRIBO 89.00 cm
	LONGITUD DE ESTRIBO POR COLUMNA REC. 17.8
	LONGITUD DE ESTRIBO POR COLUMNA EN L 26.7
	LONGITUD DE ESTRIBO POR COLUMNA EN T 28.48
	LONGITUD TOTAL POR COLUMNA REC. 71.2
	LONGITUD TOTAL POR COLUMNA EN L 106.8
	LONGITUD TOTAL POR COLUMNA EN T 113.92
	LONGITUD TOTAL EN LA EDIF. 291.92
	# DE VARILLAS DE 9 m 32.4355556≈33

Interpretación: Se realiza el mismo procedimiento observando la cantidad de columnas y la cantidad de estribos que da el programa para calcular la cantidad de los estribos para las columnas.

Tabla 23*Cálculo de acero longitudinal de vigas de la edificación de albañilería*

ELEMENTO	ACERO LONGITUDINAL	
	DIAMETRO	3/8 "
	LONG. DE VIGA LONG. 1	14.7
	LONG. DE VIGA LONG. 2	4.7
	LONG. DE VIGA TRANSV. 1	6.7
	LONG. DE VIGA TRANSV. 2	30.35
	# DE VIGAS LONG. 1	4
	# DE VIGAS LONG. 2	1
	# DE VIGAS TRANSV. 1	2
	# DE VIGAS TRANSV. 2	1
VIGAS	# DE ACEROS DE REFUERZO POR VIGA	4
	# DE PISOS	4
	LONGITUD TOTAL POR VIGA LONG. 1	235.2
	LONGITUD TOTAL POR VIGA LONG. 2	18.8
	LONGITUD TOTAL POR VIGA TRANSV. 1	53.6
	LONGITUD TOTAL POR VIGA TRANSV. 2	121.4
	LONGITUD TOTAL DE VIGAS POR PISO	429
	LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	1716
	# DE VARILLAS DE 9 m	190.66667≈191

Interpretación: En la tabla se puede observar el metrado de cargas de la cantidad de vigas y luego con la cantidad de aceros que tiene cada viga para luego multiplicarlo por la cantidad de pisos y calculando las longitudes correspondientes.

Tabla 24*Cálculo de acero transversal de vigas de la edificación de albañilería*

ELEMENTO	ACERO TRANSVERSAL	
	DIAMETRO	6 mm
	LONG. DE VIGA LONG.	14.7
	LONG. DE VIGA LONG. 2	4.7
	LONG. DE VIGA TRANSV.	6.7
	LONG. DE VIGA TRANSV. 2	30.35
VIGAS	# DE VIGAS LONG.1	4
	# DE VIGAS LONG.2	1
	# DE VIGAS TRANSV. 1	2
	# DE VIGAS TRANSV. 2	1
	# DE ACEROS DE ESTRIBOS EN VIGA LONG. 1	82
	# DE ACEROS DE ESTRIBOS EN VIGA LONG. 2	26

# DE ACEROS DE ESTRIBOS EN VIGA TRANS. 1	37
# DE ACEROS DE ESTRIBOS EN VIGA TRANS. 2	169
ALTURA DE CADA COLUMNA	2.47 m
ANCHO DE ESTRIBO	11.00 cm
LARGO DE ESTRIBO	26.00 cm
LARGO DE GANCHO	7.50 cm
LONGITUD DE ESTRIBO	89.00 cm
# DE PISOS	4
LONGITUD DE ESTRIBO POR VIGA LONG. 1	72.98
LONGITUD DE ESTRIBO POR VIGA LONG. 2	23.14
LONGITUD DE ESTRIBO POR VIGA TRANSV. 1	32.93
LONGITUD DE ESTRIBO POR VIGA TRANSV. 2	150.41
LONGITUD TOTAL POR VIGA LONG.	315.06
LONGITUD TOTAL POR VIGA TRANSV.	216.27
LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	2125.32
# DE VARILLAS DE 9 m	236.14667≈237

Interpretación: Se realiza el mismo procedimiento observando la cantidad de columnas y la cantidad de estribos que da el programa para calcular la cantidad de los estribos para las vigas.

Tabla 25

Cálculo de la longitud total de acero de 3/8"

# DE VARILLAS DE 9 m DE COLUMNAS	231
# DE VARILLAS DE 9 m DE VIGAS	191
TOTAL, DE VARILLAS DE 3/8"	422

Interpretación: En la tabla se observa la cantidad total de varillas de 3/8" producto de la suma de columnas y vigas.

Tabla 26

Cálculo de la longitud total de acero de 6mm"

# DE VARILLAS DE 9 m DE COLUMNAS	33
# DE VARILLAS DE 9 m DE VIGAS	237
TOTAL, DE VARILLAS DE 6mm	270

Interpretación: En la tabla se observa la cantidad total de varillas de 6 mm producto de la suma de columnas y vigas.

Precio total

El resultado de los puntos anteriores obtenemos la cantidad de varillas de 3/8" y de 6 mm a utilizar, además para calcular el importe total se usaron los precios de la empresa SODIMAC.

Tabla 27

Cálculo del precio del acero de columnas y vigas en albañilería

	TOTAL, DE VARILLAS DE 3/8"	TOTAL, DE VARILLAS DE 6 mm
CANTIDAD	270	422
PRECIO	S/ 9.43	S/ 21.94
TOTAL	S/ 2546.10	S/ 9258.68
IMPORTE TOTAL	S/ 11804.78	

Interpretación: La cantidad de acero necesario para este sistema estructural será de 11804.78 soles.

4.1.3 PORTICOS

Definición de materiales y secciones

Para la modelación de la estructura en un sistema estructural de pórticos es necesario definir también el material que, nuevamente, será un concreto 210 Kg/cm², las propiedades del material ya se mencionaron en el modelado anterior.

Para este caso las secciones si serán completamente rectangulares haciendo un proceso más sencillo de modelar.

Predimensionamiento de vigas y columnas

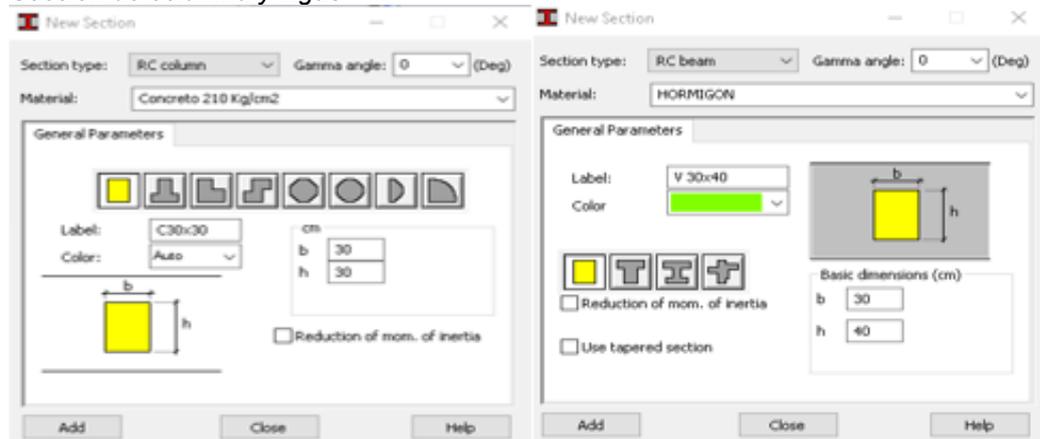
Figura 47

Predimensionamiento de vigas y columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS		
Proyecto:	Comparación del análisis estructural y sísmico de una edificación de 4 pisos de un sistema aporticado y albañilería confinada, Huánuco - 2024	
Columnas:	30x30 cm	
1. ÁREA TOTAL	104 m ²	
Area mínima de columnas	$A_c = 1,5\% (104 \text{ m}^2)$	$A_c = 1,56 \text{ m}^2$
Area por columnas (18 columnas)		
	$A_c = 15600/18$	$A_c = 867 \text{ cm}^2$
Lado de la columna	$L = \sqrt{867}$	$h = 30 \times 30 \text{ cm}$
Vigas:	30 x 40 cm	
2. LUZ MÁS CRÍTICA	3.95 m	
	$h_v = L/10$	$b_v = h_v / 1.5$
	$h_v = 3.95 / 10$	$h_v = 40 \text{ cm}$
Relación de altura y luz	$b_v = 40 / 1.5$	$b_v = 26.7$ aproximando $b_v = 30 \text{ cm}$

Figura 48

Sección de columna y vigas



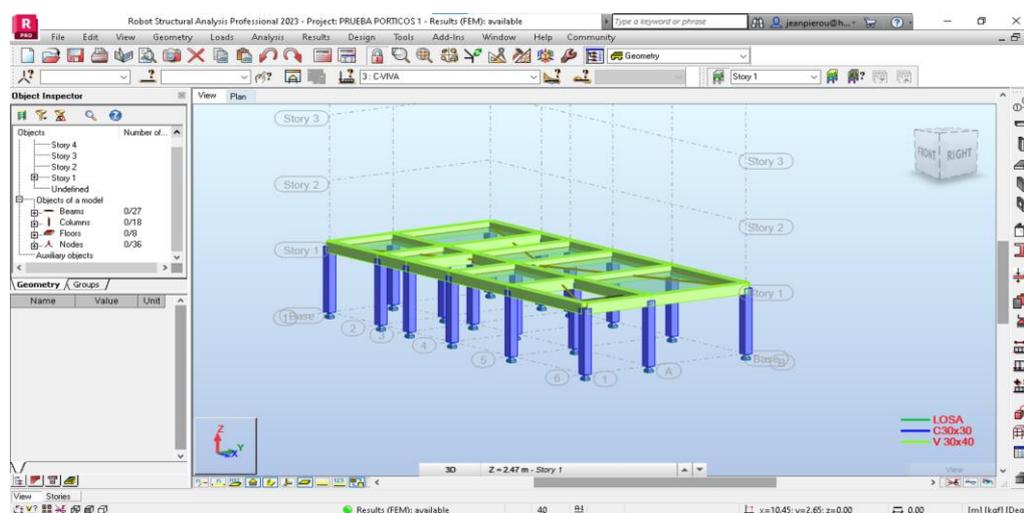
Interpretación: En las figuras X e Y se ve el panel de configuración de las secciones de las columnas y vigas.

Proceso de modelación

El primer paso en la modelación consistió en ubicar los ejes estructurales, que sirven como guía para colocar columnas y otros elementos de la estructura. Los ejes se definieron entre columna y columna según el plano estructural adaptado al sistema de pórticos, respetando las alineaciones y distribuciones de los elementos para mantener coherencia en el diseño. Se emplearon los planos previamente elaborados y se ajustaron las coordenadas dentro del software de modelado, asegurando que las columnas y vigas quedaran ubicadas con precisión. Además, se verificó que los ejes cumplieran con los criterios estructurales y arquitectónicos antes de avanzar con la modelación de columnas y vigas. Este paso es fundamental, ya que los ejes constituyen la base del modelo, garantizando precisión y consistencia en todo el diseño.

Figura 49

Modelo 3D del primer piso

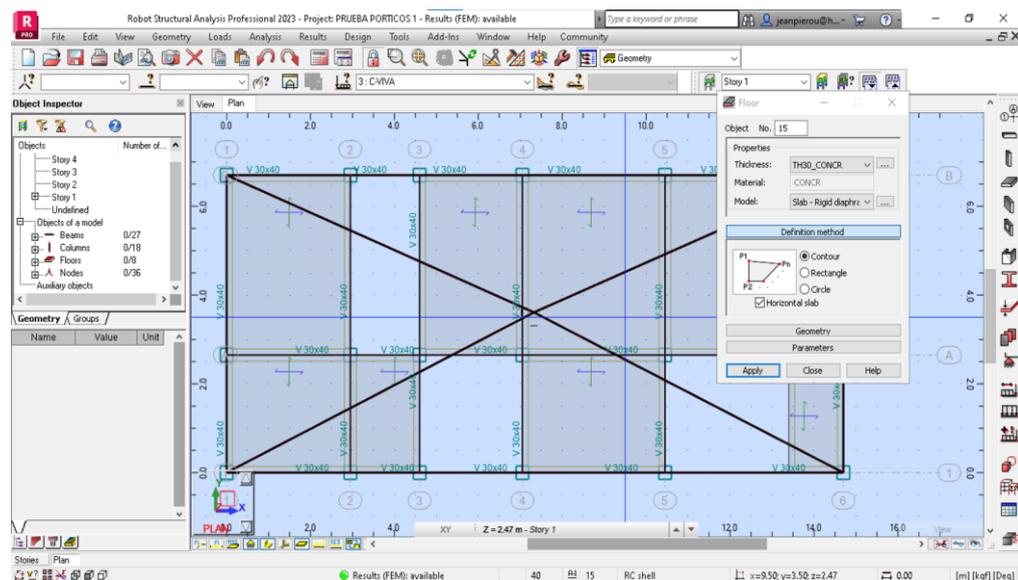


Tras definir los ejes estructurales, se pasó a modelar las vigas y losas. Las columnas se representaron con secciones de 30x30 cm, mientras que las vigas se diseñaron con dimensiones de 30x40 cm

(ancho x alto), asegurando que la conexión entre columnas y vigas permitiera una correcta transferencia de cargas. Luego se eligió un tipo de losa apropiado para el modelo y se aplicó un diafragma rígido, lo que facilita los cálculos estructurales al asumir que la losa distribuye las cargas horizontales de manera uniforme. Esto evita ensamblajes manuales con los muros y simplifica el análisis sísmico y la interacción entre todos los elementos de la estructura.

Figura 50

Modelado de la losa con diafragma



Colocación de cargas gravitacionales

Con la estructura ya modelada, el siguiente paso consiste en definir las cargas, incluyendo el peso propio, las cargas muertas, las cargas vivas y las sísmicas, garantizando que todos los elementos puedan soportar correctamente las solicitaciones a las que estarán expuestos.

Figura 51

Colocación de cargas

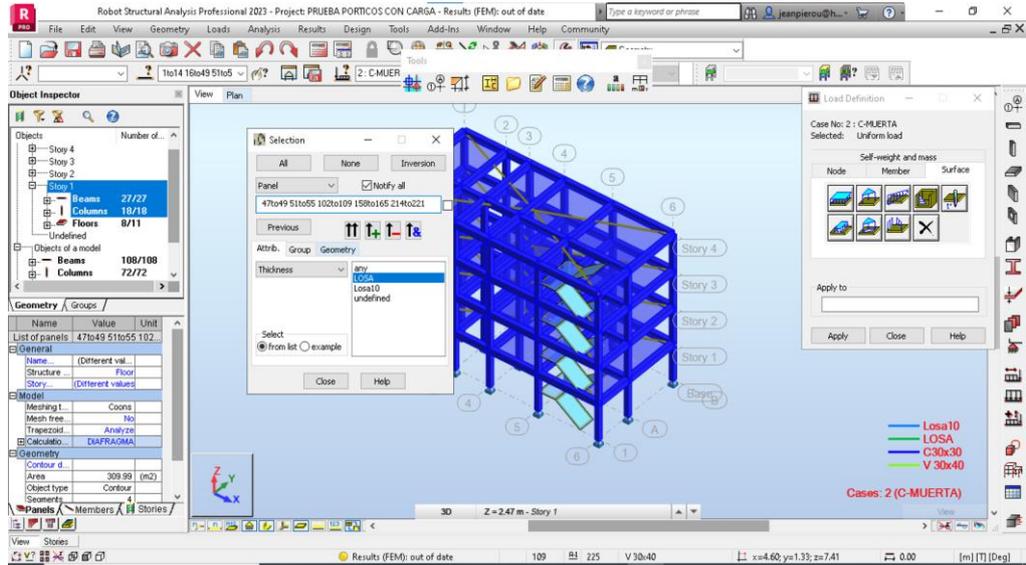
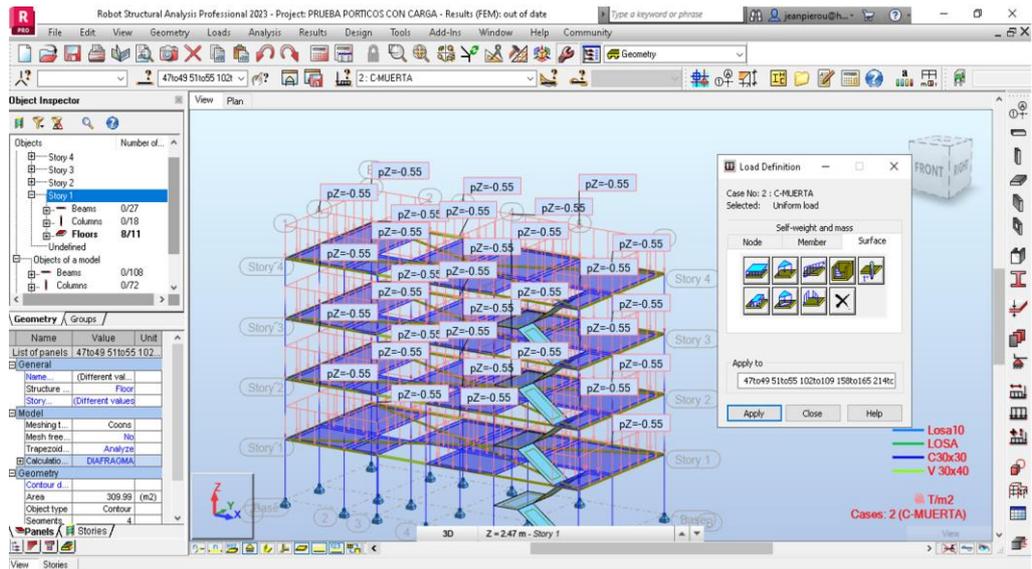


Figura 52

Colocación de carga muerta



Análisis sísmico

Para el análisis sísmico de la estructura, se implementó un método de cargas para verificar el correcto funcionamiento del software de análisis estructural. Se determinó el peso sísmico total sumando la carga muerta (peso propio de la estructura) y la carga viva reducida en un 25

%, conforme a la normativa sísmica. La suma de estos valores representa el peso sísmico total de la edificación, utilizado para calcular las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura. A diferencia del modelo de albañilería confinada, en este análisis solo se calcularon las fuerzas sísmicas equivalentes en las direcciones X e Y, siguiendo la metodología normativa. Se aplicó la ecuación de la cortante basal considerando los factores sísmicos específicos del proyecto, y las fuerzas horizontales resultantes se incorporaron en el modelo estructural.

Tabla 28

Metrado de cargas del sistema de pórticos

METRADO DE CARGAS										
METRADO PRIMER PISO	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ESPESOR (cm)	ALTURA O LONGITUD	PESO PROPIO Kg/m3	PESO VOLUMETRICO Tn/m2	PARCIAL	TOTAL (Tn)	
CARGA MUERTA										
	1	4.05	3	20	11.9475	300	0.30	3.5843		
	1	2.65	1.4	20	3.71	300	0.30	1.113		
	1	1.9	0.5	20	0.855	300	0.30	0.2565		
	1	2.65	1.1	20	2.915	300	0.30	0.8745		
	1	1.65	3.9	20	6.3525	300	0.30	1.9058		
Losas aligeradas	1	4.05	2.5	20	9.9225	300	0.30	2.9768	24.292	
	1	3.65	2	20	7.3	300	0.30	2.19		
	1	4.05	1.4	20	5.67	300	0.30	1.701		
	1	4.05	4.3	20	17.2125	300	0.30	5.1638		
	1	4.05	0.7	20	2.6325	300	0.30	0.7898		
	1	2.65	1.3	20	3.445	300	0.30	1.0335		
	1	2.65	3.4	20	9.01	300	0.30	2.703		
SECCIÓN										
Columnas	18	0.3	0.3		2.47		2.4	9.6034		9.6034
Muros estructurales										
Muro ascensor										

Vigas longitudinales (X)	3	0.3	0.4	14.7	2.4	12.701	12.701
	2	0.3	0.4	0.65	2.4	0.3744	0.3744
Vigas transversales (Y)	6	0.3	0.4	6.7	2.4	11.578	11.578
	1	0.3	0.4	4.05	2.4	1.1664	1.1664
				VOLUMEN			
Escalera				1.2756994	2.4	3.0617	3.0617
				ÁREA			
Área		6.7	15	98.49			
		0.65	4.1	2.633			
		2.65	2.5	6.493			
		2.65	3	7.818			
Área libre		2.85	1.7	4.703			
		0.4	2	0.8			
		0.45	0.8	0.338			
Área techada				80.97			
Acabados					0.1	8.0973	20.243
Tabiquería					0.15	12.146	
				TOTAL, CARGA MUERTA			81.853
				CARGA VIVA			
				ÁREA	USO		
				80.97	Viviendas	0.2	16.195
				TOTAL, CARGA VIVA			16.195

Nota. En la figura se ve el metrado de cargas realizado con para este sistema estructural con el objetivo de verificar el cálculo del peso del programa Robot Structural.

Interpretación:

El metrado de cargas se realizó por nivel, obteniendo un peso propio de 35.42 toneladas por piso. La carga muerta, que incluye la losa, tabiquería y acabados, fue de 44.53 toneladas, resultando en una carga permanente total de 79.95 toneladas. Sumando la carga viva, el total de carga por piso ascendió a 96.19 toneladas.

Tabla 29

Pesos por piso de la edificación

PISO	PESO PROPIO	CARGA MUERTA	CARGA PERMANENTE	CARGA VIVA	TOTAL
1	35.42256	44.534875	79.957435	16.1945	96.151935
2	35.42256	44.534875	79.957435	16.1945	96.151935
3	35.42256	44.534875	79.957435	16.1945	96.151935
4	35.42256	44.534875	79.957435	16.1945	96.151935
TOTAL	141.69024	178.1395	319.82974	64.778	384.60774

Interpretación: Se realizó la tabla 29 a partir del metrado de cargas en el cual se obtuvo el peso propio, carga muerta y carga viva de cada piso, la carga permanente es la suma del peso propio y la carga muerta y el total es la suma de la carga permanente y la carga viva.

Para el cálculo del peso sísmico, se aplicó un factor de reducción a la carga viva, considerando la carga permanente con un factor de 1.0 y la carga viva con un factor de 0.25, conforme a la normativa sísmica. Este peso sísmico se utilizará para el diseño estructural.

Tabla 30

Peso sísmico por piso de la edificación

PISO	PESO SISMICO		TOTAL	H
	CARGA PERMANENTE 1	CARGA VIVA 0.25		
1	79.957435	4.048625	84.00606	2.47
2	79.957435	4.048625	84.00606	2.47

3	79.957435	4.048625	84.00606	2.47
4	79.957435	4.048625	84.00606	2.47
TOTAL	319.82974	16.1945	336.02424	9.88

Interpretación: En la tabla 30 se observa el peso sísmico el cual es una combinación entre la carga permanente y la carga viva multiplicado por un factor de 0.25.

Se verificó la concordancia entre el metrado manual y el obtenido mediante el software de análisis estructural, con una diferencia prácticamente nula. Con estos datos, se procederá al análisis estático, determinando las fuerzas sísmicas equivalentes en las direcciones X e Y, las cuales son iguales.

Tabla 31

Comparación del metrado manual con el metrado del robot

	PESO PROPIO	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	TOTAL
METRADO MANUAL	141.69024	178.1395	64.778	384.60774
METRADO ROBOT	141.69	178.14	64.78	384.61
DIFERENCIA	0	0	0	0

Interpretación: En la tabla 31 se realizó una comparación de los metrados donde se verificó la exactitud del programa Robot Structural. Con el peso sísmico antes calculado se procede hacer el análisis estático.

Tabla 32

Análisis sísmico estático en pórticos

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO			
Z	Factor de zona	0.25	Zona 2
U	Factor de uso o importancia	1	Vivienda
S	Factor de amplificación del suelo	1.2	Suelo intermedio (S2)
T _p	Periodo que define la plataforma del factor C (s)	0.6	T _p en función de (S2)
T _x	Periodo natural en la dirección X (s)	0.282	T _x =(h/35)
T _y	Periodo natural en la dirección Y (s)	0.282	T _y =(h/35)
C _x	Factor de amplificación sísmica en X	2.5	T _p < T _x
C _y	Factor de amplificación sísmica en Y	2.5	T _p < T _y

R0(X)	Coeficiente básico de reducción	8	PORTICOS
R0(Y)	Coeficiente básico de reducción	8	PORTICOS
la(X)	Factor de irregularidad en planta en X		Masa o Peso
IP(X)	Factor de irregularidad en planta en Y	1	Irreg. Torsional
la(Y)	Factor de irregularidad en altura en X	1	Masa o Peso
IP(Y)	Factor de irregularidad en altura en Y	1	Irreg. Torsional
Rx	Coeficiente de reducción sísmica en X	8	
Ry	Coeficiente de reducción sísmica en Y	8	
P	Peso sísmico de la edificación (Tn)	336.02424	Tn
Vx	Fuerza cortante en la base - dirección X	31.5022725	Tn
Vy	Fuerza cortante en la base - dirección Y	31.5022725	Tn

Interpretación: La tabla de estos parámetros se realizó a partir de la norma E.030.

De la obtención de la cortante podemos hallar las fuerzas sísmicas estáticas equivalentes en la dirección X y Y

Tabla 33

Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en X para pórticos

FUERZAS EQUIVALENTES ESTATICAS EN LA DIRECCIÓN X								
					k	1	Tx<0.5	
NIVE	Hei	Hi	MASA	Pi (Tn)	Pi * (Hi)^k	%	Fi (Tn)	Vi (Tn)
L	(m)	(m)	tonf-s2/m		(Tn-m)			
4	2.4	9.8	8.563308	84.0060	829.9798	0.400	12.60090	12.60090
	7	8	87	6	73	0	9	9
3	2.4	7.4	8.563308	84.0060	622.4849	0.300	9.450681	22.05159
	7	1	87	6	05	0	75	08
2	2.4	4.9	8.563308	84.0060	414.9899	0.200	6.300454	28.35204
	7	4	87	6	36	0	5	53
1	2.4	2.4	8.563308	84.0060	207.4949	0.100	3.150227	31.50227
	7	7	87	6	68	0	25	25
				336.024	2074.949	1	31.50227	
				24	68		25	

Interpretación: Se calcula la fuerza equivalente en la dirección en X y se calcula el “alfa” mediante la fórmula antes mencionada, en el cuadro se usó el signo “%” para representar este “alfa”.

Tabla 34

Cálculo de fuerzas estáticas equivalentes en Y para pórticos

FUERZAS EQUIVALENTES ESTATICAS EN LA DIRECCIÓN Y								
					k	1	Ty<0.5	
NIVE L	Hei (m)	Hi (m)	MASA tonf-s2/m	Pi (Tn)	Pi * (Hi)^k (Tn-m)	%	Fi (Tn)	Vi (Tn)
4	2.4	9.8	8.563308	84.0060	829.9798	0.400	12.60090	12.60090
	7	8	87	6	73	0	9	9
3	2.4	7.4	8.563308	84.0060	622.4849	0.300	9.450681	22.05159
	7	1	87	6	05	0	75	08
2	2.4	4.9	8.563308	84.0060	414.9899	0.200	6.300454	28.35204
	7	4	87	6	36	0	5	53
1	2.4	2.4	8.563308	84.0060	207.4949	0.100	3.150227	31.50227
	7	7	87	6	68	0	25	25
				336.024	2074.949	1	31.50227	
				24	68		25	

Interpretación: Se calcula la fuerza equivalente en la dirección en Y y se calcula el “alfa” mediante la fórmula antes mencionada, en el cuadro se usó el signo “%” para representar este “alfa”.

Colocación de fuerzas sísmicas

Con los datos obtenidos de los análisis sísmicos procederemos a agregar las fuerzas a las coordenadas del diafragma de las losas.

Figura 53

Colocación de la fuerza sísmica en cada uno de los pisos

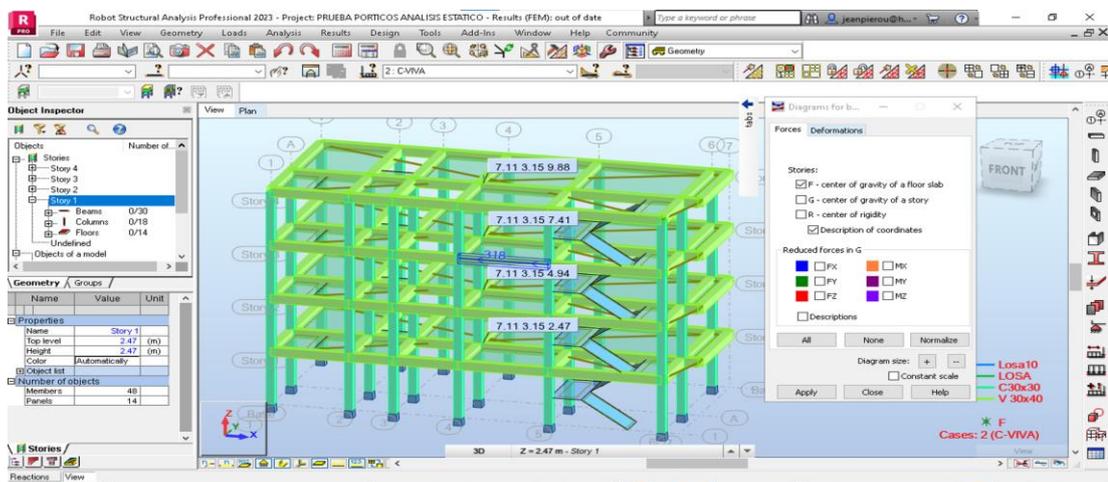


Figura 54

Vista de las fuerzas sísmicas en cada uno de los niveles en X

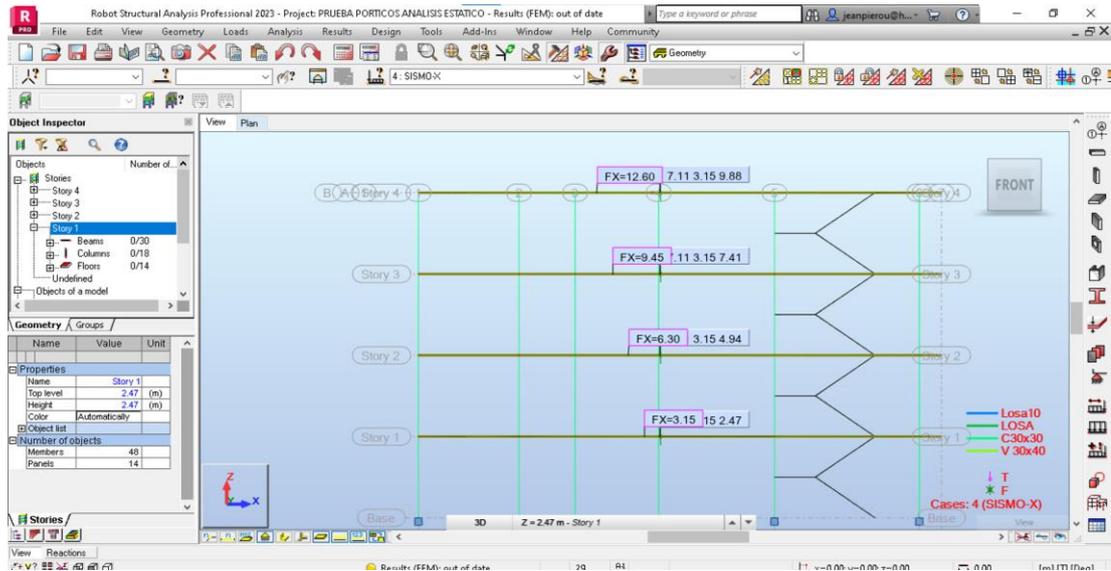
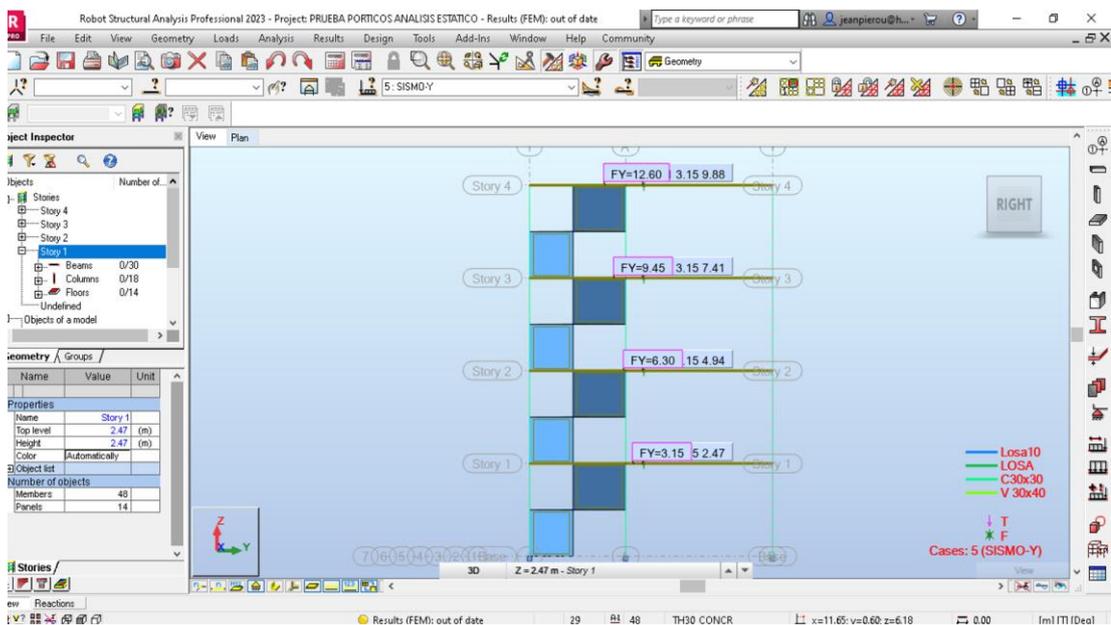


Figura 55

Vista de las fuerzas sísmicas en cada uno de los niveles en Y



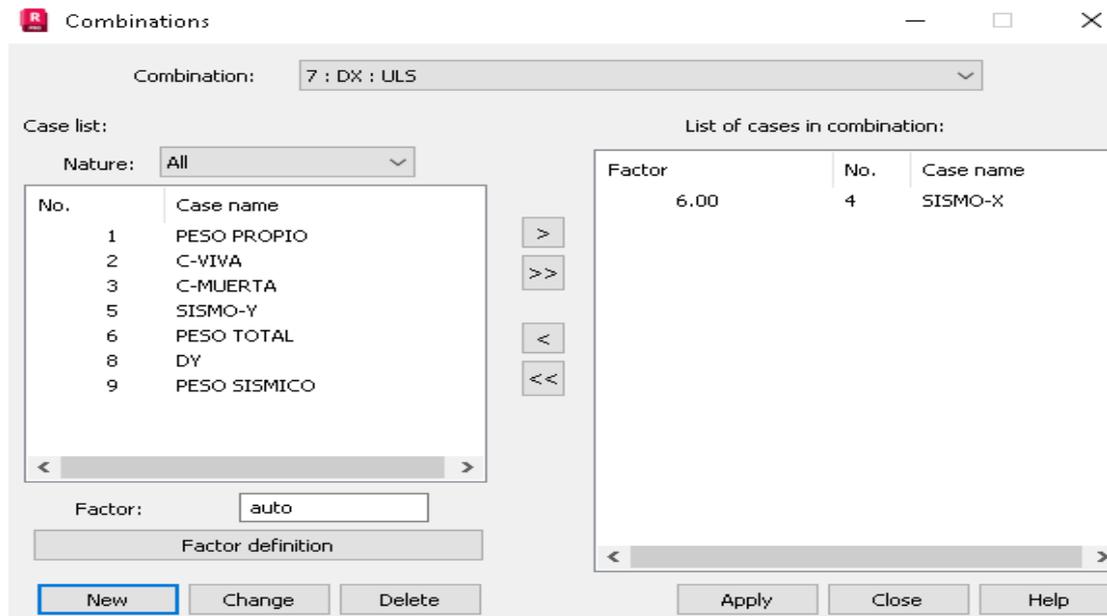
Simulación para combinaciones de carga

Para el sistema de pórtico, se empleó el mismo enfoque utilizado previamente, manteniendo las mismas condiciones de carga. La principal diferencia radicó en el factor de carga aplicado: en este caso, se multiplicó por

0.75 y luego por 8, mientras que en el análisis anterior se utilizó un factor de 0.75 multiplicado por 6 y luego por 3.

Figura 56

Vista de las combinaciones de carga



Desplazamientos

Tabla 35

Desplazamientos debido a sismos reducidos y sin reducción en pórticos

DESPLAZAMIENTOS (SISMO ESTATICO)				
NIVEL	SISMO XX (CM)	SISMO YY (CM)	DX (CM)	DY (CM)
4	0.64930 cm	0.69044 cm	3.89582 cm	4.14262 cm
3	0.55363 cm	0.57959 cm	3.32179 cm	3.47755 cm
2	0.39123 cm	0.40661 cm	2.34735 cm	2.43963 cm
1	0.18563 cm	0.19140 cm	1.11376 cm	1.14839 cm

Interpretación: Los desplazamientos que se observan son producto del sismo en X y Y y los sismos DX y Dy son los sismos severos sin las reducciones de las combinaciones.

Figura 57

Desplazamientos con el sismo en X

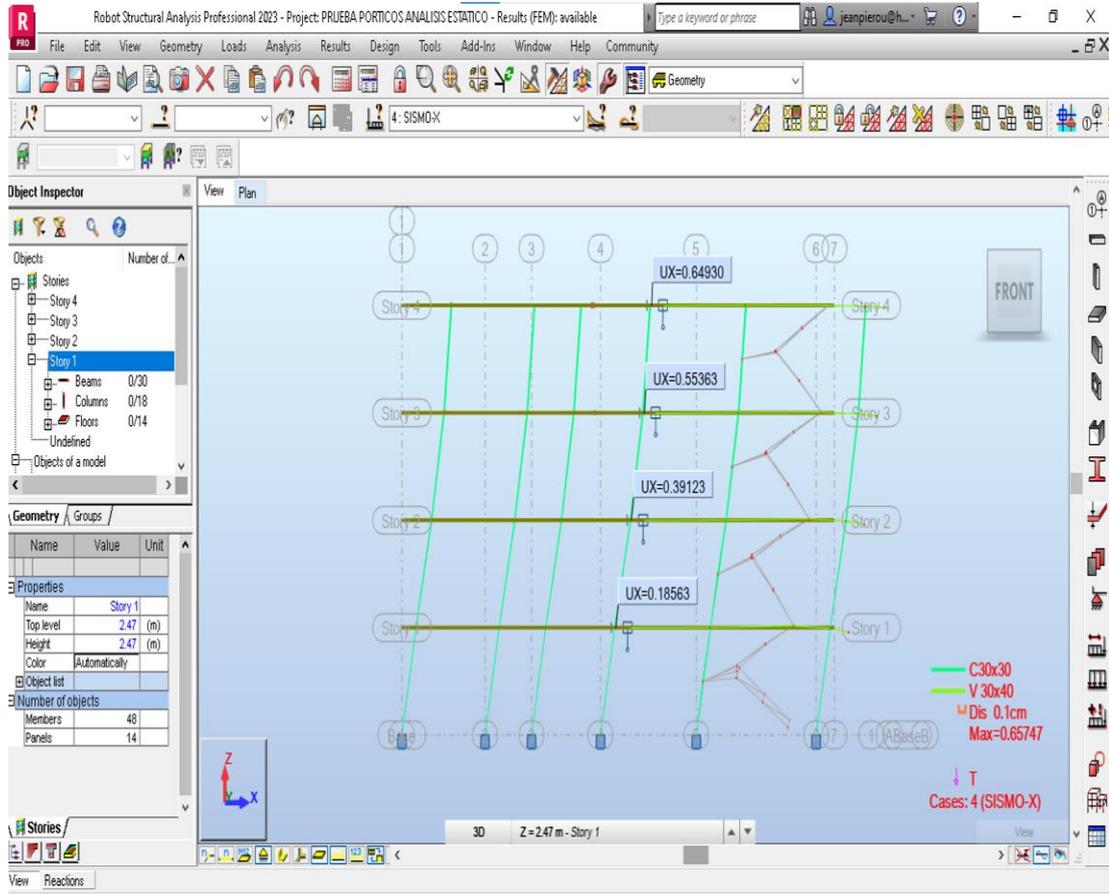


Figura 58

Desplazamientos con el sismo en Y

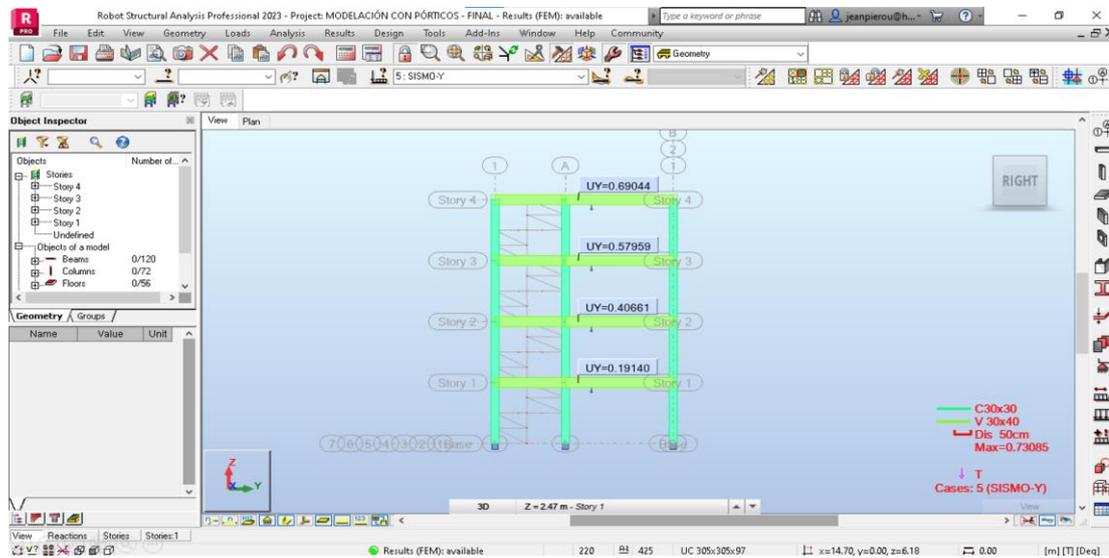


Tabla 36*Desplazamientos con el sismo en X*

DESPLAZAMIENTO RELATIVOS		
NIVEL	Dr_X	Dr_y
4	0.09567	0.11085
3	0.16240	0.17298
2	0.20560	0.21521
1	0.18563	0.19140

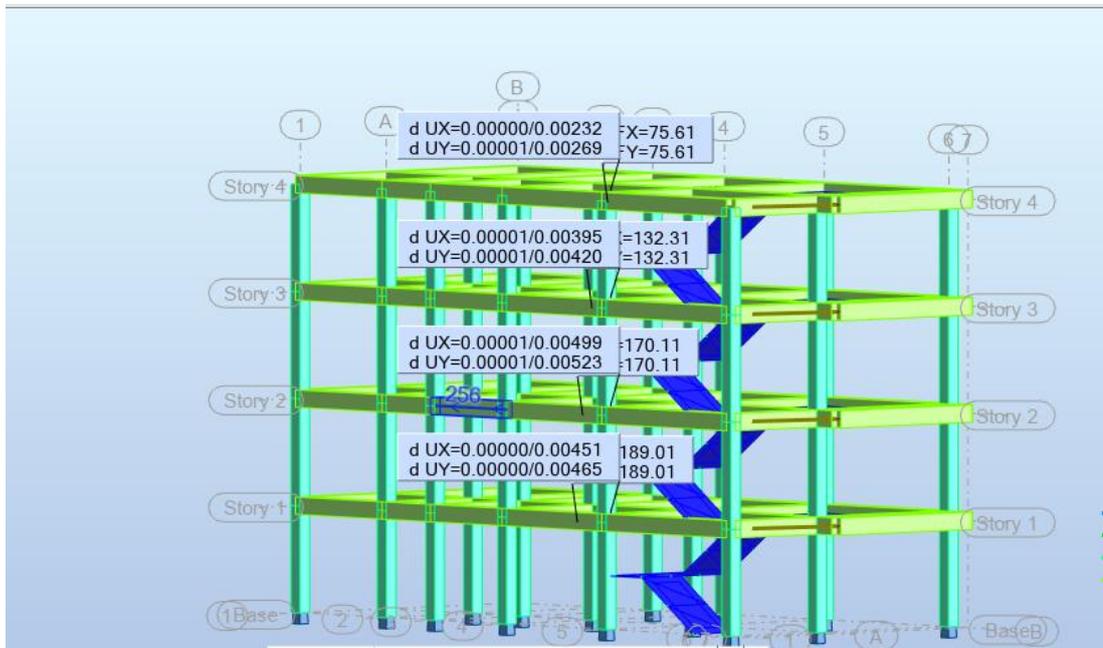
Tabla 37*Verificación de cumplimiento de distorsiones en pórticos*

NIVEL	MÁXIMA DISTORSIÓN	CONTROL	ESTADO
4	0.00269	0.007	SI CUMPLE
3	0.0042	0.007	SI CUMPLE
2	0.00523	0.007	SI CUMPLE
1	0.00465	0.007	SI CUMPLE

Interpretación: Se verificará la distorsión de la combinación máxima que robot calcula automáticamente, para este caso la modelación ya incluye un caso de sismo severo entre las combinaciones por ende no es necesario aplicar ninguna multiplicación, y luego se verificará que si se cumple la distorsión máxima establecida por la norma.

Figura 59

Distorsiones máximas entre pisos en pórticos



Cantidad de acero

Para la cantidad de acero en los pórticos, dado que solo existen dos tipos de elementos estructurales (columnas y vigas de sección rectangular), el cálculo se simplifica. Según el análisis del software:

- Para las vigas: Se requieren 6 varillas de 5/8" y 17 estribos de 3/8" por cada elemento.
- Para las columnas: Se necesitan varillas de 5/8" como refuerzo principal, complementadas con estribos de 3/8", asegurando el confinamiento y estabilidad estructural.

Esta configuración garantiza una distribución eficiente del refuerzo, optimizando la resistencia del sistema de pórticos.

Figura 60

Plano estructural de columnas

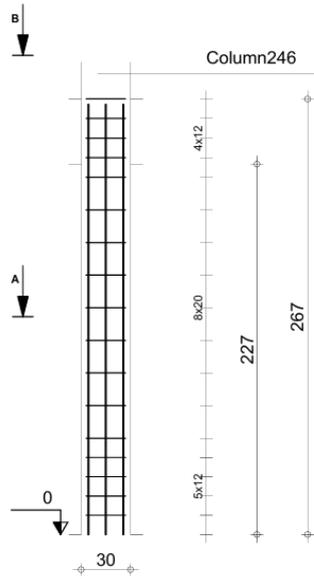


Figura 61

Sección de columnas

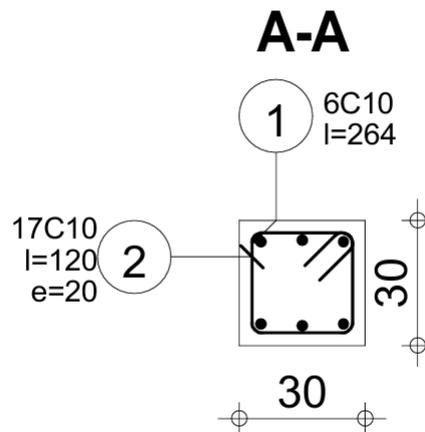


Figura 62

Plano estructural de vigas en una luz de 3.10 m

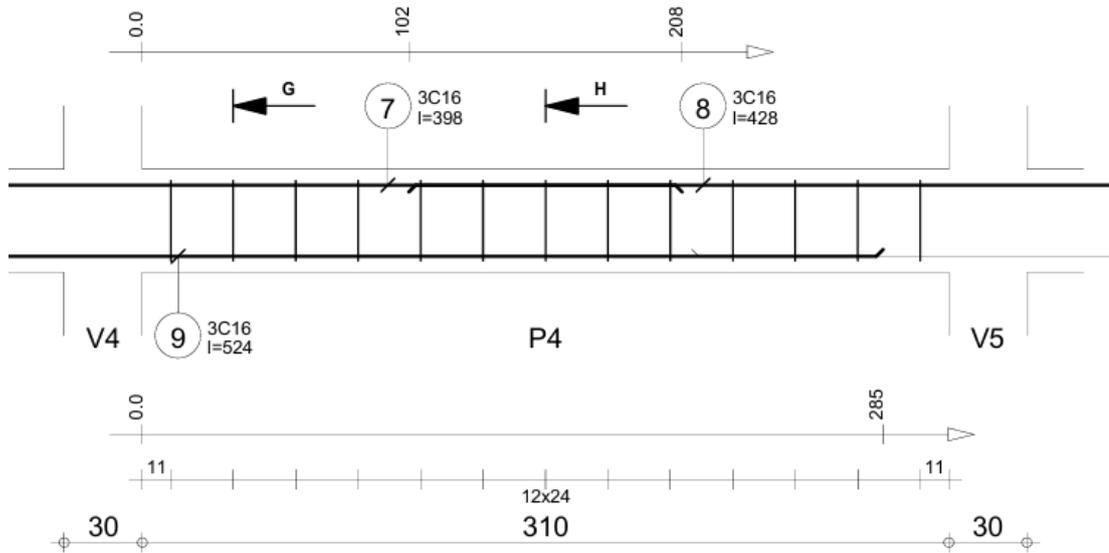


Figura 63

Sección de vigas

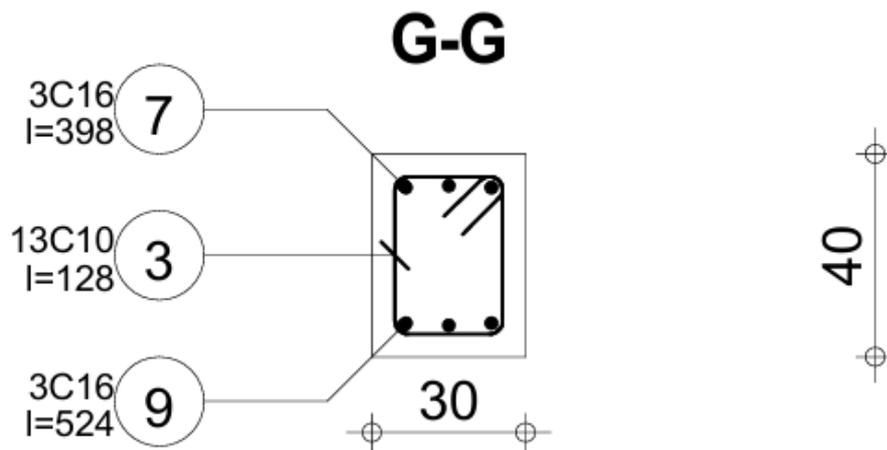


Figura 64

Vista 3D de la columna

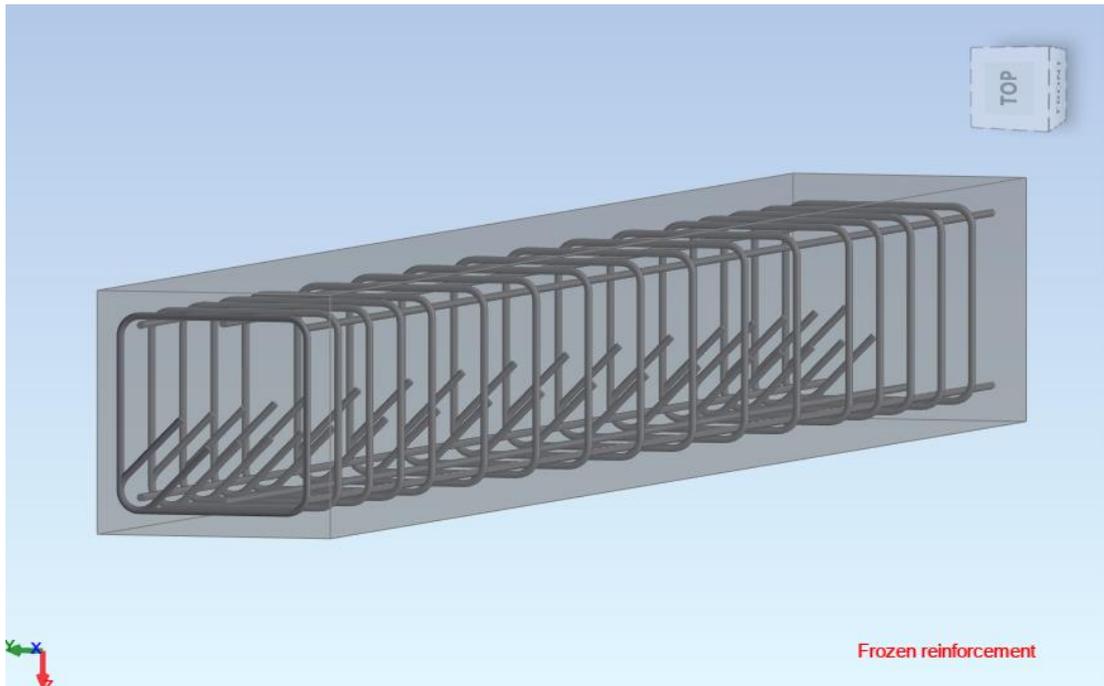


Figura 65

Vista de la sección de estribos de columna

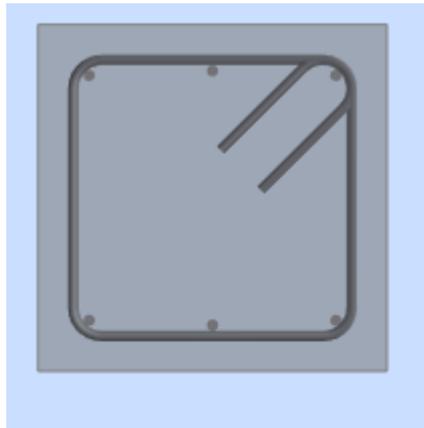


Figura 66

Vista de la viga

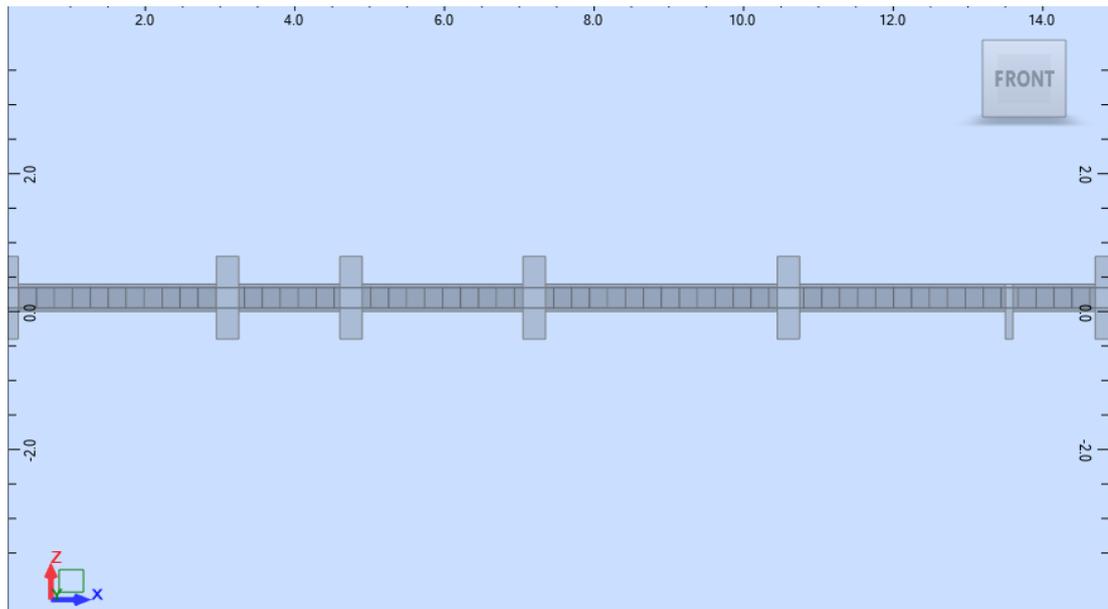
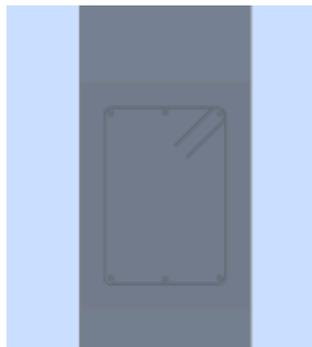


Figura 67

Vista de la sección de estribos de viga



Con los datos de los planos estructurales se realizó la siguiente tabla:

Tabla 38

Cálculo de acero longitudinal de columnas de la edificación de pórticos

ELEMENTO	ACERO LONGITUDINAL	
	DIAMETRO	5/8 "
	# DE COLUMNAS	18
COLUMNAS	# DE ACEROS DE REFUERZO	6
	ALTURA DE CADA COLUMNA	2.47 m

# DE PISOS	4
ALTURA FINAL POR COLUMNA	9.88
LONGITUD TOTAL POR COLUMNA	59.28
LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	1067.04
# DE VARILLAS DE 9 m	118.56≈119

Tabla 39

Cálculo de acero transversal de columnas de la edificación de pórticos

ELEMENTO	ACERO TRANSVERSAL	
COLUMNAS	DIAMETRO	3/8 "
	# DE COLUMNAS	18
	# DE ESTRIBOS	17
	# DE PISOS	4
	ANCHO DE ESTRIBO	26.00 cm
	LARGO DE ESTRIBO	26.00 cm
	LARGO DE GANCHO	7.50 cm
	LONGITUD DE ESTRIBO	119.00 cm
	LONGITUD DE ESTRIBO POR COLUMNA	20.23
	LONGITUD TOTAL POR COLUMNA	80.92
	LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	1456.56
	# DE VARILLAS DE 9 m	161.84≈162

Tabla 40

Cálculo de acero longitudinal de vigas de la edificación de pórticos

ELEMENTO	ACERO LONGITUDINAL	
VIGAS	DIAMETRO	5/8 "
	LONG. DE VIGA LONG.	14.7
	LONG. DE VIGA TRANSV.	6.7
	# DE VIGAS LONG.	3
	# DE VIGAS TRANSV.	6
	# DE ACEROS DE REFUERZO POR VIGA	6
	# DE PISOS	4
	LONGITUD TOTAL POR VIGA LONG.	264.6
	LONGITUD TOTAL POR VIGA TRANSV.	241.2
	LONGITUD TOTAL EN LA EDIF.	2023.2
	# DE VARILLAS DE 9 m	224.8≈225

Interpretación: En la tabla se puede observar el metrado de cargas empezando primero con la cantidad de columnas y luego con la cantidad de aceros que tiene cada columna para luego multiplicarlo por la cantidad de pisos y calculando las longitudes correspondientes.

Tabla 41

Cálculo de acero transversal de vigas de la edificación de pórticos

ELEMENTO	ACERO TRANSVERSAL	
	diametro	3/8 "
	long. de viga long.	14.7
	long. de viga transv.	6.7
	# de vigas long.	3
	# de vigas transv.	6
	# de aceros de estribos en viga long.	61
	# de aceros de estribos en viga trans.	28
	ancho de estribo	26.00 cm
	largo de estribo	36.00 cm
VIGAS	largo de gancho	7.50 cm
	longitud de estribo	139.00 cm
	# de pisos	4
	longitud de estribo por viga long.	84.79
	longitud de estribo por viga trans.	38.92
	longitud total por viga long.	254.37
	longitud total por viga transv.	233.52
	longitud total en la edif.	1951.56
	# de varillas de 9 m	216.84≈217

Interpretación: En la tabla se puede observar el metrado de cargas de la cantidad de vigas y luego con la cantidad de aceros que tiene cada viga para luego multiplicarlo por la cantidad de pisos y calculando las longitudes correspondientes.

Tabla 42

Cálculo de la longitud total de acero de 5/8"

# DE VARILLAS DE 9 M DE COLUMNAS	119	184.69 kg
# DE VARILLAS DE 9 M DE VIGAS	225	349.20 kg
TOTAL, DE VARILLAS DE 5/8"	344	533.89kg

El desperdicio 7% es 37.37 kg

Interpretación: En la tabla se observa la cantidad total de varillas de 5/8" producto de la suma de columnas y vigas.

Tabla 43

Cálculo de la longitud total de acero de 3/8"

# DE VARILLAS DE 9 m DE COLUMNAS	162	90.72 kg
# DE VARILLAS DE 9 m DE VIGAS	217	121.52 kg
TOTAL, DE VARILLAS DE 3/8"	379	212.24 kg

El desperdicio 7% es 14.85 kg

Interpretación: En la tabla se observa la cantidad total de varillas de 3/8" producto de la suma de columnas y vigas.

Precio total

El resultado de los puntos anteriores obtenemos la cantidad de varillas de 3/8" y de 6 mm a utilizar, además para calcular el importe total se usaron los precios de la empresa Sodimac.

Tabla 44

Cálculo del precio del acero de columnas y vigas en el sistema de pórticos

	TOTAL, DE VARILLAS DE 3/8"	TOTAL, DE VARILLAS DE 5/8"
CANTIDAD	379	344
PRECIO	S/ 21.94	S/ 64.72
TOTAL	S/ 8315.26	S/ 22263.68
IMPORTE TOTAL	S/ 30578.94	

Nota. Los precios de los aceros por varilla han sido calculados en el mes de enero del 2025 pero, a la fecha actual que es el mes de abril del 2025 ha sufrido una variación en los precios por el tipo de cambio.

Interpretación: La cantidad de acero necesario para este sistema estructural será de 30578.94 soles.

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

En esta sección se desarrolla la prueba de hipótesis, para analizar y comparar de manera rigurosa las diferencias entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería en una vivienda de cuatro pisos, permitiendo validar dichas diferencias con un enfoque metodológico y preciso.

Para la hipótesis general:

HG: Existen diferencias significativas en el comportamiento estructural, entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos bajo cargas de sismo ubicada en Huánuco – 2024.

Contrastación

Se identificaron diferencias significativas entre los sistemas estructurales aporticado y de albañilería confinada en cuanto a desplazamientos, fuerzas internas, cantidad de acero y costos. Estas diferencias, modeladas bajo condiciones sísmicas usando el método de fuerzas estáticas equivalentes, demuestran que cada sistema tiene un comportamiento distinto frente a las cargas sísmicas. El sistema de albañilería confinada evidenció mejor rendimiento estructural y menor costo, lo que sustenta la hipótesis general de que el comportamiento estructural y sísmico difiere entre ambos sistemas.

Para la hipótesis específica 1:

HE1: Existe una diferencia significativa en el desplazamiento máximo entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco-2024.

Contrastación

El análisis estático reveló que el desplazamiento máximo es considerablemente menor en el sistema de albañilería confinada (0.0004 cm) respecto al sistema aporticado (0.00523 cm). Este resultado, obtenido directamente del software mediante cargas sísmicas estáticas, indica que la albañilería confinada ofrece mayor rigidez lateral, lo cual reduce

significativamente los desplazamientos. Esto valida la hipótesis de que existen diferencias en los desplazamientos máximos entre ambos sistemas bajo cargas sísmicas.

Para la hipótesis específica 2:

HE2: Existe una diferencia significativa entre las fuerzas estáticas equivalentes entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco-2024.

Contrastación

Las fuerzas estáticas equivalentes no presentaron una diferencia estadísticamente significativa, sí se observó que el sistema de albañilería confinada presentó mayores valores (hasta 31.89 toneladas) frente al sistema aporticado (12.60 toneladas). Esta diferencia técnica, obtenida mediante el procedimiento del análisis estático bajo la norma E.030, se debe a la mayor masa y rigidez del sistema confinado, lo que justifica la hipótesis de que existen variaciones entre ambos sistemas en cuanto a la distribución de fuerzas sísmicas.

Para la hipótesis específica 3:

HE3: Existe una diferencia significativa en la cantidad de acero empleado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco-2024.

Contrastación

Los resultados del metrado del acero, basados en el análisis estructural estático, mostraron que el sistema aporticado requiere más acero de mayor diámetro (344 varillas de 5/8") en comparación con la albañilería confinada (422 de 3/8" y 270 de 6 mm). Aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa, los tipos y cantidades de acero reflejan una exigencia estructural distinta en cada sistema, lo que fundamenta la hipótesis en términos de diseño y cuantificación del refuerzo.

Para la hipótesis específica 4:

HE4: Existe una diferencia significativa en el costo del acero utilizado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada en una edificación de 4 pisos, Huánuco-2024.

Contrastación

De acuerdo con el análisis estático y el metrado resultante, el costo total del acero fue S/ 11,804.78 para el sistema de albañilería confinada y S/ 30,578.94 para el sistema aporticado. Esta diferencia fue estadísticamente significativa y se debe al mayor volumen de acero y al uso de diámetros más grandes en el sistema aporticado. Por tanto, la hipótesis de que el sistema de albañilería confinada implica un menor costo estructural en acero queda claramente sustentada.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de Añilema Apugllon (2024), evidenció que la metodología BIM mejora significativamente la eficiencia y precisión del diseño estructural en comparación con los métodos tradicionales, optimizando la calidad y seguridad de las edificaciones. En contraste, los hallazgos de la presente investigación revelaron diferencias sustanciales en el comportamiento estructural entre los sistemas aporticados y los de albañilería confinada, especialmente en cuanto a su respuesta ante cargas sísmicas. Se determinó que el sistema aporticado experimentó una distorsión máxima de 0,00523 cm, mientras que el sistema de albañilería confinada mostró una distorsión significativamente menor, de apenas 0,0004 cm, lo que evidencia una mayor rigidez y estabilidad estructural en este último. Estos resultados resaltan la importancia de seleccionar adecuadamente el sistema estructural en función de la demanda sísmica y las condiciones normativas, asegurando construcciones más seguras y eficientes para el desarrollo urbano.

La investigación de Pérez y Tequen (2021), se evaluó el comportamiento sísmico de los sistemas aporticado y de albañilería confinada en un edificio multifamiliar de cinco pisos en Jaén, Cajamarca, concluyendo que ambos ofrecen un desempeño estructural adecuado frente a sismos, aunque con diferencias en desplazamientos y flexibilidad arquitectónica. El sistema de albañilería confinada mostró desplazamientos dentro de un margen de seguridad mayor, mientras que el sistema aporticado se acercó al 50 % de los límites máximos establecidos por la norma E.030. Por su parte, los resultados de esta investigación, basados en el análisis de la fuerza estática equivalente, indicaron que ambos sistemas responden de manera similar ante la carga horizontal generada por un sismo, sin diferencias relevantes en la distribución de fuerzas. La fuerza sísmica equivalente fue de 31,89 toneladas para la albañilería confinada y de 12,60 toneladas para el sistema aporticado; aunque

existe esta diferencia numérica, no cambia significativamente cómo cada sistema reparte las cargas sísmicas. Estos hallazgos destacan que, al elegir un sistema estructural, no solo se debe considerar la resistencia sísmica, sino también la flexibilidad arquitectónica y las condiciones particulares de cada proyecto.

La investigación de Chaupis Adriano (2024), se analizaron las diferencias entre las normativas E030-2016 y E030-2018, evaluando cómo influyen en la seguridad de las edificaciones y en su capacidad para disipar energía durante sismos. Mediante el modelado de un auditorio y la simulación de diversos escenarios sísmicos, se concluyó que la versión más reciente de la norma mejora la precisión del análisis sísmico, resaltando la importancia de controlar los desplazamientos y cuidar el diseño de los detalles estructurales, lo que incrementa la seguridad, aunque también eleva los costos de construcción. Por otro lado, los resultados de esta investigación mostraron que, respecto a la cantidad total de acero utilizado, no existen diferencias estadísticamente significativas entre el sistema aporticado y el de albañilería confinada. Sin embargo, sí se observaron variaciones en la distribución y el tipo de varillas empleadas: en la albañilería confinada se requirieron 270 varillas de 6 mm y 422 de 3/8", mientras que en el sistema aporticado se usaron 344 varillas de 5/8" y 379 de 3/8", reflejando distintos enfoques en la disposición del refuerzo estructural.

La investigación de Bustamante y Jácome (2022), se evaluó cómo se comportan las conexiones viga-columna, con y sin rigidizadores, cuando se someten a flexión, utilizando el análisis por elementos finitos en SAP2000. El objetivo fue comparar el desempeño de ambas configuraciones en términos de resistencia estructural. La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo y aplicado, siguiendo un diseño no experimental y transversal, analizando una estructura de cinco niveles con cuatro tramos. Para ello, se utilizó el software SAP2000 para simular las cargas vivas y muertas, aplicadas bajo el método Adaptive Software Development (ASD), y el software Idea StatiCa para el análisis de las conexiones viga-columna. Los resultados indicaron que ambas configuraciones, con y sin rigidizadores, cumplían con

los requisitos de resistencia estructural, sin mostrar fallas, ya que los esfuerzos equivalentes y las deformaciones plásticas se mantuvieron dentro de los límites permitidos por las normativas. En particular, la conexión sin rigidizadores presentó una tensión máxima de 225 MPa y una deformación plástica de 0.8%, mientras que la conexión con rigidizadores tuvo una tensión máxima de 223 MPa y una deformación plástica de 0.6%. Estos resultados demuestran que ambos tipos de conexión tienen un comportamiento adecuado frente a los esfuerzos de flexión, cumpliendo con las normativas de resistencia estructural.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Determinar el comportamiento estructural y sísmico de una edificación de cuatro pisos, entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada utilizando el software Robot Structural, Huánuco – 2024. Se concluye que existe una diferencia significativa en el comportamiento estructural, entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos. El análisis estructural muestra que el sistema aporticado presentó un desplazamiento máximo de 0,00523 cm, mientras que el de albañilería confinada fue de 0,0004 cm. La fuerza estática equivalente alcanzó 31,89 toneladas en albañilería confinada y 12,60 toneladas en el sistema aporticado. En cuanto al acero, el sistema de albañilería confinada utilizó 270 varillas de 6 mm y 422 de 3/8", mientras que el aporticado empleó 344 varillas de 5/8" y 379 de 3/8". Finalmente, el costo del acero fue de S/ 11,804.78 en albañilería confinada y S/ 30,578.94 en el sistema aporticado.

Para el objetivo específico 1: Determinar la diferencia en el desplazamiento máximo entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Se concluye que existe una diferencia significativa en el desplazamiento máximo entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Esto se evidencia al examinar las medias que se observa un valor máximo de 0,0004 cm de distorsión para el sistema de albañilería confinada en comparación con la distorsión máxima de 0,00523 que presenta el sistema aporticado.

Para el objetivo específico 2: Analizar como varía las fuerzas estáticas equivalentes entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Se concluye que existe una diferencia significativa entre las fuerzas estáticas equivalentes entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Esto se evidencia al examinar las

medias se observa una fuerza máxima equivalente de 31,88856 toneladas para el sistema de albañilería confinada en comparación con la fuerza máxima equivalente de 12,60 que presenta el sistema aporticado.

Para el objetivo específico 3: Determinar qué diferencias existen en la cantidad de acero empleado para un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Se concluye que existe una diferencia significativa en la cantidad de acero empleado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos. Esto se evidencia al examinar las medias se observa un total de 270 varillas de acero de 3/8" y 422 varillas de 6mm usadas en el sistema de albañilería confinada en comparación con las 344 varillas de 5/8" y 379 varillas de 3/8" usados en el sistema aporticado.

Para el objetivo específico 4: Analizar cómo se compara el costo del acero utilizado en el sistema aporticado frente al sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos. Se concluye que existe una diferencia en el costo del acero utilizado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada en una edificación de 4 pisos. Al analizar las medias se puede evidenciar una diferencia significativa en cuanto a los precios de ambos sistemas, por un lado, el costo total de las varillas usadas para el sistema de albañilería confinada es de S/ 11804.78, mientras que para el sistema de pórticos el precio total de las varillas usadas fue de S/ 30578.94.

Robot Structural Analysis Professional de Autodesk ofrece numerosas ventajas para el análisis y diseño estructural, destacando por su capacidad de modelar estructuras complejas en 3D con gran precisión y rapidez. Permite realizar análisis lineales y no lineales, análisis dinámico, sísmico y de pandeo, adaptándose a diferentes normativas internacionales. Su integración con Revit facilita el flujo de trabajo BIM, optimizando el diseño colaborativo entre disciplinas. Además, su interfaz intuitiva, herramientas automatizadas de cálculo y generación de informes detallados lo convierten en una herramienta poderosa y eficiente para ingenieros estructurales que buscan precisión, productividad y compatibilidad en proyectos de cualquier escala.

La tesis aportó un análisis comparativo del comportamiento estructural entre un sistema aporticado y uno de albañilería confinada en edificaciones de cuatro pisos frente a cargas sísmicas en Huánuco, 2024. Mediante un análisis computacional, se evaluaron aspectos como el desplazamiento máximo, las fuerzas estáticas equivalentes, la cantidad de acero y su costo en ambos sistemas. Los resultados mostraron que la albañilería confinada tuvo un desplazamiento menor y un costo de acero más bajo que el sistema aporticado, indicando una mayor eficiencia tanto estructural como económica. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la cantidad total de acero ni en las fuerzas estáticas equivalentes, se concluyó que la albañilería confinada representa una alternativa más económica y eficiente sin comprometer la estabilidad de la edificación frente a sismos.

RECOMENDACIONES

Ampliar el estudio a edificaciones de mayor altura y tipologías estructurales variadas, considerando el comportamiento de los sistemas aporticados y de albañilería confinada en edificaciones de más de cuatro pisos para evaluar su desempeño en condiciones más exigentes de carga sísmica.

Incorporar análisis dinámicos no lineales, como el método de historia temporal, para obtener una mejor representación del comportamiento estructural de los sistemas analizados ante sismos de distinta magnitud y frecuencia.

Evaluar la influencia de diferentes tipos de suelos, ya que la respuesta sísmica de una edificación no solo depende del sistema estructural, sino también de las condiciones geotécnicas del terreno. Un análisis considerando la interacción suelo-estructura permitiría obtener conclusiones más precisas.

Realizar estudios experimentales a escala real o en laboratorio, complementando los modelos computacionales con ensayos físicos que permitan validar y contrastar los resultados obtenidos en simulaciones.

Analizar la relación costo-beneficio considerando el ciclo de vida de la edificación, incluyendo aspectos como mantenimiento, reparaciones y durabilidad de los sistemas estructurales frente a eventos sísmicos recurrentes.

Explorar el impacto ambiental del uso de materiales en ambos sistemas estructurales, investigando alternativas sostenibles que reduzcan la huella de carbono sin comprometer la resistencia estructural.

Estudiar la percepción y adaptabilidad de estos sistemas estructurales en el sector construcción, considerando factores como la disponibilidad de materiales, la capacitación de la mano de obra y la viabilidad de implementación en proyectos de vivienda social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del Concreto* (3 ed.). San Marco. Obtenido de http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=263&controller=product
- Acosta Portilla, D. J. (2022). Análisis de la influencia del modelado de losas por elementos tipo Shell y membrana en el diseño estructural de un edificio de 4 pisos, utilizando un software de diseño especializado. Universidad Técnica Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35456/1/Tesis%20I.C.%201576%20-%20Acosta%20Portilla%20Darwin%20Jos%C3%A9.pdf>
- Aguilar Leonardo, R. A. (2022). Evaluación de la reducción del efecto de las cargas sísmicas en edificios altos a través de su configuración geométrica en planta. Universidad Continental.
- Alvarado Mamani, J., & Aguilar Chuquimia, H. (2021). Respuesta sísmica para una edificación residencial de concreto armado acorde a las normas sudamericanas de la zona del Pacífico. *Ingeniería de construcción*, 1. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732023000100126&script=sci_arttext&lng=pt
- Antunez Gallardo, J. C. (2023). Análisis comparativo del sistema aporticado y dual para un servicio educativo en la provincia de Huarmey - 2023. 1. Huarmey, Peru: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 2025, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/148747>
- Añilema Apugllon, A. E. (2024). Desarrollo y aplicación de la metodología BIM para la planificación y ejecución de un proyecto inmobiliario en la ciudad de Quito modelado y cálculo estructural con herramientas BIM. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Apaza Aguilar, P. D. (2017). Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción del edificio administrativo del distrito de Santa Lucía. Juliaca, San Roman, Peru: Universidad Peruana Union. Recuperado el 2025, de file:///C:/Users/ACER/Desktop/plantillas/Eli_Tesis_Bachiller_2017.pdf

- Arcux. (2020). *¿Qué es el modelado 3D?* – Arcux. Recuperado el 7 de October de 2024, de Arcux: <https://arcux.net/blog/que-es-el-modelado-3d/>
- Arroyo Espinal, R. N. (2022). Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada y una aporticada en Huancayo. Universidad Peruana los Andes.
- Barbosa Moreno, A., Mar Orozco, C. E., & Molar Orozco, J. F. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Patria Educación.
- Barroso Herrero, S., & Ibáñez Ulargui, J. (2014). *Introducción al conocimiento de materiales*. UNED.
- Bozzo Rotondo, L. M., & Barbat Barbat, A. H. (2020). *Diseño sismorresistente de edificios: Técnicas convencionales y avanzadas*. Reverte.
- Bustamente Sanchez, J. A., & Jacome Correa, P. J. (2022). Evaluación del comportamiento estructural mediante el método de elementos finitos de conexiones viga - columna sin y con rigidizadores sometidas a flexión. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23453/1/UPS%20-%20TTS1043.pdf>
- Campana Ricalde, I. (2021). Análisis estructural comparativo de una vivienda multifamiliar con el sistema aporticado entre los programas ETABS y Robot, Anta - Cusco - 2021. 1. Cusco, Peru: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 2024, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62519>
- Castro Minaya, M. J. (2023). Análisis y diseño estructural de albañilería confinada de un edificio multifamiliar de 4 pisos. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chaupis Adriano, L. J. (2024). Análisis comparativo sismorresistente de la norma E030- 2018 Y la norma E030-2016 para analizar el comportamiento estructural de un auditorio. 1. Huanuco, Huanuco, Peru: Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Recuperado el 2025, de file:///C:/Users/ACER/Desktop/T023_44894645_T.pdf
- Chávez Martínez, J. A., & Ascencios Nalvarte, J. H. (2015). Análisis estructural y diseño sísmico de un edificio de 9 pisos con semisótano. Arequipa, Peru: Universidad Católica de Santa María. Recuperado el 2025, de <file:///C:/Users/ACER/Desktop/plantillas/45.0148.IC.pdf>

- Choclán Gámez, F., Soler Severino, M., & González Márquez, R. J. (2014). INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM. *Investigacion*, 7.
- Cortés, J. G. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cruz Garcia, E. Y. (2022). Comportamiento Estructural de una Vivienda de 4 Niveles con la Combinación del Sistema de Albañilería Confinada y Sistema Aporticado. Universidad Nacional de Jaén.
- Eishüttenleute, V. D. (2021). *El acero en la construcción. Volumen 1*. (V. D. Eishüttenleute, Ed., & J. Pinos Calvet, Trad.) Reverte.
- Espinosa Cazarín, E. F., Gilmore, A. T., Zúñiga Cuevas, O., & Jean Perilliat, R. (2014). Consideraciones para el diseño sísmico de edificios altos de mampostería confinada ubicados en zonas sísmicas*. *Considerations for the desing of tall confined masonry buildings located in seismic zones*, 1. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-092X2014000100004&script=sci_arttext
- Evaristo Davila, D. (2022). Determinación de vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el malecón Walter Soberon, Pillco Marca, Huánuco - 2022. Universidad Cesar Vallejo.
- Flores Crispin, C. J., & Nieto Cabana, E. F. (2022). Análisis comparativo estructural del sistema confinada y aporticado de una vivienda multifamiliar de 5 pisos, San Juan de Lurigancho 2022. Universidad Cesar Vallejo.
- González Drigo, J. R., Pujades Beneit, L., & Barbat Barbat, H. A. (Julio de 2021). Análisis estructural probabilista orientado a evaluación del daño sísmico de edificios de mampostería no reforzada: aplicación a edificios aislados y agregados del distrito del Ensanche de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado el 2025, de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/350704>
- Jaturawit Sirimaha, N. C. (2020). Medios didácticos para utilizar el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Atlantis Press.
- Jiménez, I. (2024). *Metodología de la investigación: triángulos para su construcción*. Ediciones de la U.

- Laura Cansaya, J. M. (2024). Evaluación del índice de seguridad estructural del puente san juan en el distrito de Pomacanchi del departamento del Cusco. Universidad Nacional de San antonio Abad del Cusco.
- Lituma Vicuña, M., & Cañizares Ortega, F. (2021). Análisis del desempeño de un pórtico de hormigón armado con arriostramiento concéntrico de acero estructural. *Polo del Conocimiento*, 6, 23. Obtenido de file:///C:/Users/ACER/Desktop/plantillas/Dialnet-AnalisisDelDesempenoDeUnPorticoDeHormigonArmadoCon-9373842.pdf
- Lupaca Ticahuanca, M. J. (2023). Análisis y diseño estructural de un pabellón de aulas de la I.E. Luis Alberto Sánchez utilizando tecnología BIM en el distrito Crl. Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/9ea0baf2-3b4a-4a45-8dcd-94dd386b61a9>
- Machaca Quispe, H. I. (2018). Análisis y Diseño estructural de un centro comercial en base a pórticos arriostrados de acero en la ciudad de Juliaca. Peru: Universidad Peruana Union. Recuperado el 2025, de <https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstreams/6f4b0f6e-f778-42ff-a9ad-af305d4666d3/download>
- Marsh, K. (2016). *Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016: Essentials*. Marsh API, LLC.
- Martínez Juan, B. (Mayo de 2016). <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3445/7708>. Universidad de Alicante. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/70156>
- Morales, R. (octubre de 2013). DEFORMACIONES DE LAS ESTRUCTURAS. *REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MENDOZA*, 14. Obtenido de <https://www.um.edu.ar/ojs2019/index.php/RUM/article/view/107#:~:text=Podemos%20definir%20la%20deformaci%C3%B3n%20de,un%20cedimiento%20de%20apoyos%2C%20etc.>
- Naupas, H., Mejia, E., Trujillo, I., Romero, H., Medina, W., & Novoa, E. (2023). *Metodología de la investigación total: Cuantitativa – Cualitativa y redacción de tesis 6a Edición*. Ediciones de la U.

- Nawari, N. O., & Kuenstle, M. (2015). *Building Information Modeling: Framework for Structural Design*. CRC Press.
- Norma E0.30 Diseño sísmoresistente. (2020). *Reglamento Nacional de edificaciones*. Norma. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Norma E0.70 Albañilería. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2019). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Pacha Quispe, D. C. (2023). Análisis estructural comparativo aplicando Robot Structural y Tekla Structural Designer de la infraestructura del colegio Las Mercedes, Juliaca, Puno. 1. Mercedes, Juliaca, Puno: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 2024, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/132017>
- Palacios Martel, O. J. (2024). Análisis comparativo entre el diseño estructural de sistema aporticado y el sistema dual en una vivienda multifamiliar, Pillco Marca - Huánuco - 2023. Universidad de Huánuco.
- Quipuscoa Alvarado, E. B., & Zúñiga Chávez, B. H. (2020). Análisis comparativo en un sistema aporticado entre losas colaborantes y bloques EPS, en una vivienda multifamiliar, Nuevo Chimbote - 2020. Nuevo Chimbote, Santa, Peru: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 2025, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60642>
- Ramón Zamora, J. A. (2020). Análisis estático de un pórtico plano de siete pisos mediante el método de rigidez y comprobación con el software CALSAP. Universidad Técnica de Machala. Recuperado el 2025, de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15444>
- Riddell, R., & Hidalgo, P. (2016). *Fundamentos de ingeniería estructural: Para Estudiantes de Arquitectura*. Alpha Editorial.

- Ruiz Sanchez, D. A. (2021). Determinación del módulo de elasticidad del concreto simple utilizando cemento tipo MS para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con agregados de las canteras tres Tomas y la Victoria en el año 2020. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Rupay Vargas, M. J., Garamende Bautista, F. J., Hinostroza Enrique, R. R., Loayza Pérez, Á. B., & Buendía Ramos, A. C. (Setiembre de 2023). Análisis estructural de una estructura tipo pórtico con sólido rígido. *Científica*, 9, 15. Obtenido de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3445/7708>
- Severino Montero, G. A., & Ramirez Chavez, C. F. (Noviembre de 2023). Análisis sísmico modal - espectral y diseño de un edificio de concreto armado en el distrito de Miraflores. 1. Lima, Lima, Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado el 2025, de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671975/Severino_MG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Steelframly. (2020). Conexión rígida. Obtenido de <https://steelframly.com/wiki/conexion-rigida/>
- Tomás Celigüeta, J. (2022). ANÁLISIS SÍSMICO DE ESTRUCTURAS. Obtenido de [https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/63781/1/Analisis%20%20sis mico.pdf](https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/63781/1/Analisis%20%20sis%20mico.pdf)
- Torices. (13 de June de 2022). *¿Qué es la mampostería en la construcción*. Recuperado el 7 de October de 2024, de Cementos Torices: <https://cementostorices.com/blog/construccion/que-es-la-mamposteria-en-la-construccion/>
- Vargas Castillo, A. A., & Terrazos Monroy, T. B. (2016). Diseño estructural de un edificio de 7 pisos con muros de ductilidad limitada. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- W. Z., & Y. R. (2018). Structural Behavior Analysis and Optimization, Integrating MATLAB with Autodesk Robot. *SpringerLink*, 1. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00220-6_45

Zapata Domínguez, Á., & Lombana Coy, J. (2023). *Guía práctica para elaborar proyectos de investigación aplicada en administración, gerencia y negocios*. Universidad del Norte.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Espinoza Crespo, J. P. (2025). "*Comparación del análisis estructural y sísmico de una edificación de 4 pisos de un sistema aporticado y albañilería confinada, Huánuco - 2024*". [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].

Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

Resolución de aprobación de proyecto

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 2196-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de octubre de 2024

Visto, el Oficio N° 1490-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 511678-0000008848, del Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (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° 511678-0000008848, presentado por el (la) Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 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. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO** a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- 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



ANEXO 2

Resolución de nombramiento de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2809-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de diciembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1899-2024-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: "**COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2025**", presentado por el (la) Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO**.

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° 2196-2024-D-FI-UDH, de fecha 04 de octubre de 2024, perteneciente al Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO**, se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Yenerit Pamela Malpartida Valderrama, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1899-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "**COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2025**", presentado por el (la) Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Elbio Fernando Felipe Matias (Presidente), Mg. Ronald Günter Mays Aquino (Secretario) y Mg. Diego Ivan Delgado Torres (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: "**COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2025**", presentado por el (la) Bach. **Jean Piero ESPINOZA CRESPO** 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



ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>PG: ¿Cómo se compara el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco - 2024?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>OG: Determinar la comparación del comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>HG: Existen diferencias significativas en el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción de albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.</p>	<p>Enfoque:</p> <p>Enfoque cuantitativo.</p>
<p>Problema específico</p> <p>PE1: ¿Cuál es la diferencia en el desplazamiento máximo entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?</p> <p>PE2: ¿Cómo varía las fuerzas estáticas equivalentes entre un</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>OE1: Determinar la diferencia en el desplazamiento máximo entre un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>OE2: Analizar cómo varía las fuerzas estáticas equivalentes entre un</p>	<p>H0: No existen diferencias significativas en el comportamiento estructural y sísmico, para un sistema de construcción aporticado y un sistema de construcción de albañilería confinada de una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>Hipótesis específica</p>	<p>Alcance o nivel:</p> <p>Nivel descriptivo-comparativo</p> <p>Diseño:</p> <p>Diseño no experimental.</p> <p>Técnica de investigación:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Modelación en BIM Robot Estructural</p> <p>Reportes de análisis estructural</p> <p>Población:</p> <p>La población de esta investigación está constituida por la vivienda de cuatro pisos construida en Huánuco, utilizando sistemas</p>

<p>sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?</p> <p>PE3: ¿Qué diferencias existen en la cantidad de acero empleado para un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024?</p> <p>PE4: ¿Cómo se compara el costo del acero utilizado en el sistema aporticado frente al sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024?</p>	<p>sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>OE3: Determinar qué diferencias existen en la cantidad de acero empleado para un sistema aporticado y un sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>OE4: Analizar cómo se compara el costo del acero utilizado en el sistema aporticado frente al sistema de albañilería confinada en una edificación de cuatro pisos, Huánuco – 2024.</p>	<p>HE1: Existe una diferencia en el desplazamiento máximo entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>HE2: Existe una diferencia entre las fuerzas estáticas equivalentes entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>HE3: Existe una diferencia en la cantidad de acero empleado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada bajo cargas de sismo en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p> <p>HE4: Existe una diferencia en el costo del acero utilizado entre el sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada en una edificación de 4 pisos, Huánuco – 2024.</p>	<p>estructurales aporticado y de albañilería confinada. Esta edificación comparte características similares en cuanto a tipología constructiva, uso residencial, condiciones geotécnicas del terreno, normativa vigente (E.030, E.050, etc.), y prácticas constructivas locales, lo que permite considerar un comportamiento estructural comparable.</p> <p>Muestra: Para esta investigación, la muestra está constituida por los elementos estructurales de la vivienda de cuatro niveles analizada. Para el sistema de albañilería confinada, la muestra incluye los muros portantes y los elementos de confinamiento (vigas, columnas rectangulares y columnas en secciones L y T). En el caso del</p>
--	--	--	--

sistema aporticado, la muestra corresponde a las columnas y vigas que conforman el marco estructural.

Variable Investigación 1

Sistema estructural (aporticado/ albañilería confinada).

Variable Investigación 2

Comparación del análisis estructural

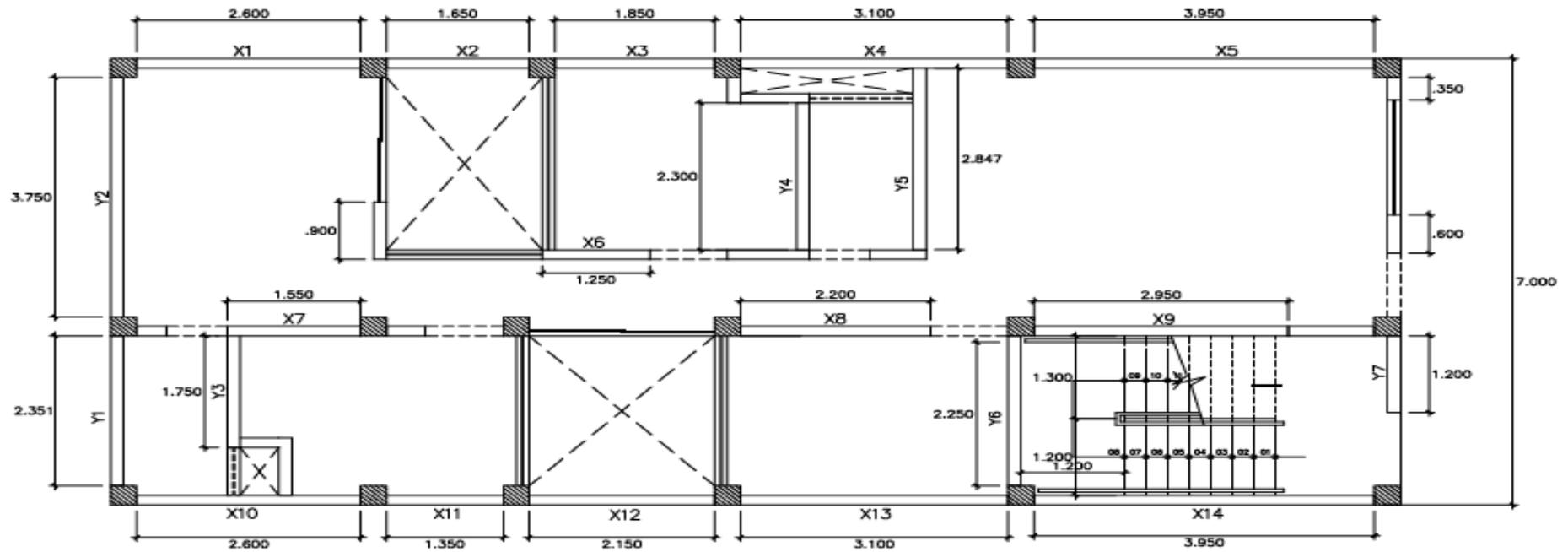
ANEXO 4

Plano de ubicación – Localización



ANEXO 5

PLANO DE VIVIENDA - SISTEMA APORTICADO

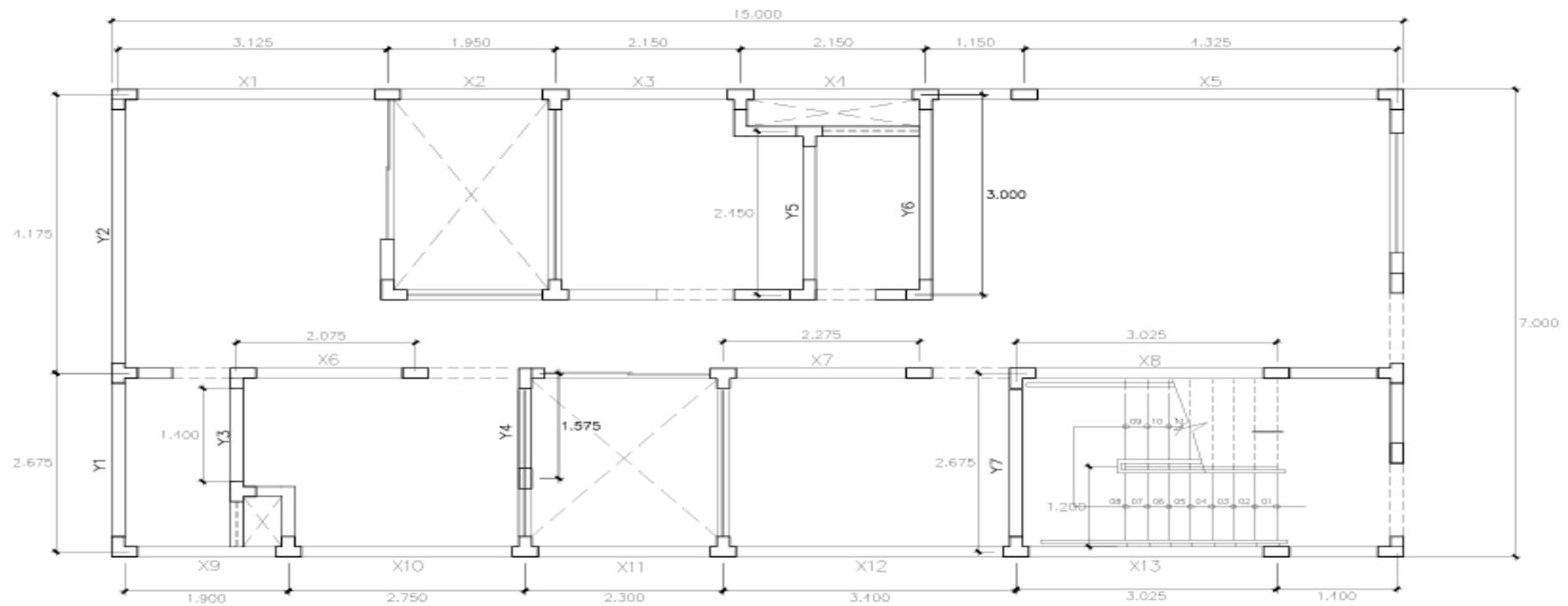


PLANTA 1ER, 2DO, 3ER Y
4TO PISO

Esc. 1/50.

ANEXO 6

PLANO DE VIVIENDA – ALBAÑILERIA CONFINADA



PLANTA 1ER, 2DO, 3ER Y
4TO PISO

Esc. 1/50.

ANEXO 8

HOJAS DE CÁLCULO – DENSIDAD DE MUROS

PREDIMENCIONAMIENTO DE ESPESOR DE MURO

ELEMENTO DE ALBAÑILERÍA		
KING KONG TIPO IV		
		
24x13x9		
ALTURA	9	cm
ANCHO	13	cm
LARGO	23	cm

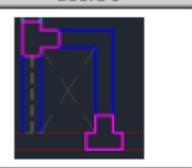
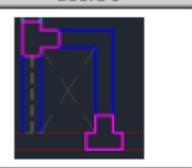
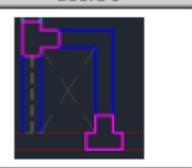
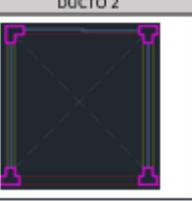
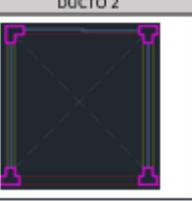
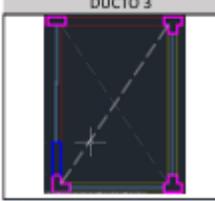
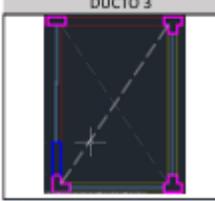
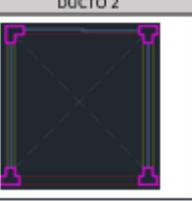
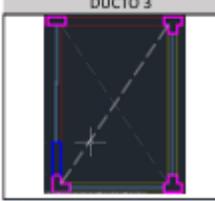
MURO PORTANTE	
a) Espesor Efectivo "t". El espesor efectivo (ver 2.1.13) mínimo será:	
$t \geq \frac{h}{20}$	Para las Zonas Sísmicas 2 y 3 (7.1.1a)
$t \geq \frac{h}{25}$	Para la Zona Sísmica 1
Siendo h la altura entre pisos	
h	2.47 m
Siendo la región de Huánuco zona 2	
t	0.1235 m
Espesor a usar	
	0.13 m

b) **Densidad Mínima de Muros Reforzados.** La **densidad** mínima de muros portantes (ver 6.4) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

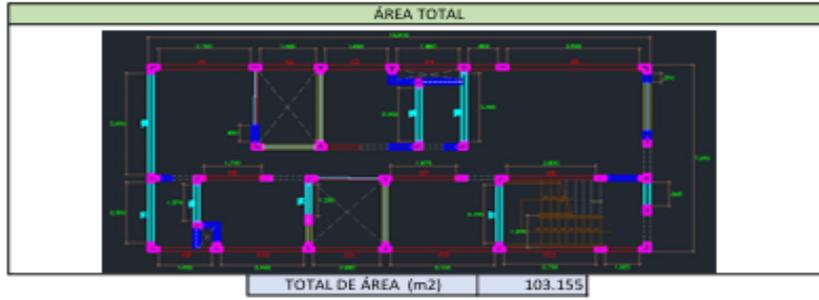
$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \sum \frac{L_i}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56} \quad (7.1.2b)$$

DIRECCIÓN X-X			
MURO	L (m)	t (m)	Lxt (m ²)
X-1	2.75	0.13	0.3575
X-2	1.65	0.13	0.2145
X-3	1.85	0.13	0.2405
X-4	1.85	0.13	0.2405
X-5	3.95	0.13	0.5135
X-6	1.7	0.13	0.221
X-7	1.975	0.13	0.25675
X-8	2.65	0.13	0.3445
X-9	1.6	0.13	0.208
X-10	2.45	0.13	0.3185
X-11	2	0.13	0.26
X-12	3.1	0.13	0.403
X-13	2.75	0.13	0.3575
TOTAL Lxt			3.93575

DIRECCIÓN Y-Y			
MURO	L (m)	t (m)	Lxt (m ²)
Y-1	2.3	0.13	0.299
Y-2	3.8	0.13	0.494
Y-3	1.375	0.13	0.17875
Y-4	1.2	0.13	0.156
Y-5	2	0.13	0.26
Y-6	2.55	0.13	0.3315
Y-7	2.2	0.13	0.286
TOTAL Lxt			2.00525

ÁREA LIBRE (m ²)							
<table border="1"> <thead> <tr><th>DUCTO 1</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ÁREA LIBRE 0.3375</td> </tr> </tbody> </table>	DUCTO 1		ÁREA LIBRE 0.3375	<table border="1"> <thead> <tr><th>DUCTO 4</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ÁREA LIBRE 0.8</td> </tr> </tbody> </table>	DUCTO 4		ÁREA LIBRE 0.8
DUCTO 1							
							
ÁREA LIBRE 0.3375							
DUCTO 4							
							
ÁREA LIBRE 0.8							
<table border="1"> <thead> <tr><th>DUCTO 2</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ÁREA LIBRE 5.16</td> </tr> </tbody> </table>	DUCTO 2		ÁREA LIBRE 5.16	<table border="1"> <thead> <tr><th>DUCTO 3</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ÁREA LIBRE 5.13</td> </tr> </tbody> </table>	DUCTO 3		ÁREA LIBRE 5.13
DUCTO 2							
							
ÁREA LIBRE 5.16							
DUCTO 3							
							
ÁREA LIBRE 5.13							
<table border="1"> <thead> <tr><th>TOTAL DE ÁREA LIBRE</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">11.4275</td> </tr> </tbody> </table>		TOTAL DE ÁREA LIBRE	11.4275				
TOTAL DE ÁREA LIBRE							
11.4275							

ÁREA LIBRE	
DUCTO 1	0.3375
DUCTO 2	5.16
DUCTO 3	5.13
DUCTO 4	0.8
TOTAL	11.4275



ÁREA TECHADA (m2)	91.7275
NÚMERO DE PISOS	4

FACTORES DE LA REGIÓN	
Factor de zona	0.25
Factor de uso	1
Factor de suelo	1.2
Número de pisos	4

ZUSN	=	0.02142857
56		

DENSIDAD DE MUROS EN X-X						
$\frac{\sum L_i}{A_p}$	=	$\frac{3.93575}{91.7275}$	=	0.04290698	> 0.02142857	SI CUMPLE

DENSIDAD DE MUROS EN Y-Y						
$\frac{\sum L_i}{A_p}$	=	$\frac{2.00525}{91.7275}$	=	0.021860947	> 0.02142857	SI CUMPLE

ANEXO 9

INFORME TÉCNICO PARA VALIDACIÓN DE RESULTADOS

INFORME TÉCNICO

Justificación del Análisis Estructural del Sistema Aporticado y de las Secciones Estructurales Adoptadas

Proyecto: Edificación de 4 pisos – Huánuco, 2024

Normas aplicadas:

- E.060 (Diseño de Concreto Armado)
- E.020 (Cargas)
- E.030 (Diseño Sismorresistente)

1. Viabilidad del sistema aporticado analizado

El análisis estructural realizado mediante Robot Structural Analysis ha demostrado que el sistema aporticado modelado con:

- Columnas de 30x30 cm
- Vigas de 30x40 cm

Cumple con los requisitos mínimos de diseño estructural y sísmico establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Se justifica su viabilidad por los siguientes motivos:

- Cumplimiento normativo: (E030-Art 23.8)
Las deformaciones y derivas se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos por la norma E.030. El desplazamiento máximo fue de 0.00523 cm, inferior al límite normativo, $Límite=0.007 \times 3.00=0.021\text{m}$.
- Adecuada distribución estructural:
Las secciones seleccionadas permiten una adecuada resistencia frente a cargas gravitacionales y sísmicas. La interacción viga-columna eficiente, este sistema aporta una adecuada disipación de energía ante eventos sísmicos, lo cual es fundamental en sistemas aporticados donde la ductilidad es un requisito clave de diseño (E.030 – Art. 5).
- Rigidez estructural suficiente: Las vigas con 40 cm de peralte aseguran control de deformaciones verticales, momentos flectores y fisuración, mientras que las columnas de 30x30 cm garantizan una capacidad axial suficiente, control de esbeltez y resistencia frente a pandeo y compresión.
- Seguridad sísmica: En una zona sísmica 2 (según tabla 1-E030) como Huánuco, las secciones seleccionadas proporcionan un equilibrio entre rigidez y ductilidad estructural, cumpliendo con las exigencias del análisis estático equivalente.

1.1. Justificación de por qué no se deben reducir las secciones estructurales

Modificar las dimensiones actuales (columnas de 30x30 cm y vigas de 30x40 cm) comprometería seriamente el comportamiento estructural. Se detallan los efectos por componente:

1.2. Reducción de columnas comprometería la capacidad axial

- Menor capacidad axial: Disminuye el área de concreto disponible para resistir cargas gravitacionales y sísmicas.
- Mayor esbeltez estructural: Incrementa el riesgo de pandeo, especialmente en niveles inferiores con alta demanda axial.
- Momento de inercia reducido: Menor rigidez lateral, afectando negativamente el control de derivas.

1.3. Disminución del peralte de vigas afecta la rigidez

- El peralte de 40 cm en vigas es adecuado para controlar flechas y momentos flectores.
- Incrementa el riesgo de fisuración excesiva.
- Reducirlo (por ejemplo, a 15x30 cm) incrementaría las deformaciones verticales, podría generar fisuras excesivas y vibraciones, y pondría en riesgo el cumplimiento de derivas máximas.

1.4. Repercusión sísmica negativa

- Reducciones en sección se traducen en disminución de rigidez global del sistema, lo cual eleva el periodo fundamental de vibración, haciendo la edificación más vulnerable ante ciertos espectros sísmicos.
- Se pierde capacidad de disipación energética (ductilidad).
- La norma E.030 exige un balance entre rigidez y ductilidad que podría perderse con secciones menores.

1.5. Análisis ya optimizado

- El modelo estructural fue validado con Robot Structural y cumple con las combinaciones de carga, diseño de acero, desplazamientos y verificaciones estructurales.
- Cualquier reducción exige un nuevo análisis lo cual como consecuencia se incrementaría significativamente el refuerzo de acero para compensar la pérdida de rigidez, afectando la economía del proyecto sin garantía de mejorar el comportamiento estructural.

1.6. Modelamiento estructural y validación en Robot Structural Analysis

- El modelamiento estructural de la edificación fue realizado utilizando el software Robot Structural Analysis Professional, herramienta ampliamente validada a nivel internacional y nacional. Este software permitió definir con precisión los elementos estructurales (vigas, columnas y muros), aplicar las combinaciones

normativas de carga (muerta, viva y sísmica), y realizar la verificación detallada de desplazamientos, derivas y esfuerzos internos. Los resultados confirmaron que el sistema aporticado propuesto (columnas de 30x30 cm y vigas de 30x40 cm) cumple con los requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad global establecidos en la Norma Técnica E.030, manteniendo un adecuado control de derivas ($0.00523 \text{ cm} < 0.007h$). Asimismo, se garantiza una ductilidad suficiente y una eficiente disipación de energía, fundamentales para zonas de alta sismicidad como Huánuco.

- La validación numérica realizada mediante Robot Structural confiere un respaldo técnico y cuantitativo al diseño, demostrando que las dimensiones propuestas son seguras y optimizadas. Además, permite evitar sobredimensionamientos o refuerzos innecesarios, lo que mejora la eficiencia técnica y económica del proyecto.

2. Viabilidad del sistema de albañilería confinada analizado

El análisis estructural realizado mediante Robot Structural Analysis Professional ha demostrado que el sistema de albañilería confinada propuesto es viable y cumple con los requisitos mínimos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en especial las Normas Técnicas E.070 (Albañilería) y E.030 (Diseño Sismorresistente).

Se justifica su viabilidad por los siguientes motivos:

2.1 Cumplimiento Normativo

El sistema de albañilería confinada modelado presenta un desplazamiento máximo de 0.0004 m, valor muy inferior al límite permisible de derivas establecido por la E.030 (0.021 m). Esto indica un excelente control de desplazamientos y deformaciones laterales, lo cual es fundamental para edificaciones en zonas sísmicas como Huánuco.

La configuración de muros portantes continuos y elementos de confinamiento en los extremos cumple con los requisitos de refuerzo y disposición geométrica estipulados en la E.070, garantizando resistencia y rigidez adecuada frente a cargas gravitacionales y laterales.

2.2 Adecuada distribución estructural

El sistema presenta una distribución estructural eficiente, donde los muros portantes resisten la mayor parte de las cargas laterales, reduciendo la demanda sobre columnas y vigas de confinamiento. Esta configuración asegura una adecuada capacidad portante y un comportamiento estructural más rígido, limitando daños y evitando mecanismos de falla frágil.

2.3 Seguridad Sísmica

La albañilería confinada posee un excelente comportamiento ante cargas sísmicas debido a la interacción muro-columna-viga, que mejora la capacidad de disipación de energía y brinda mayor redundancia estructural. El confinamiento en las esquinas y alrededor de vanos evita fallas frágiles y promueve un mecanismo de falla dúctil, lo cual es esencial en zonas de alta sismicidad.

3. Conclusión

- Se concluye que las secciones estructurales propuestas por el bachiller JEAN PIERO ESPINOZA CRESPO (columnas de 30x30 cm y vigas de 30x40 cm) para el sistema aporticado son estructuralmente viables, cumplen con los requerimientos de resistencia, rigidez y ductilidad establecidos en las normativas peruanas vigentes (E.030, E.060, E.020 y E.070) y son adecuadas para las condiciones sísmicas de la región de Huánuco. El análisis detallado realizado en Robot Structural Analysis Professional ha validado numéricamente la seguridad estructural y el control de derivas, confirmando que el diseño se encuentra dentro de los límites permitidos y asegura un adecuado comportamiento sismorresistente.
- Asimismo, el sistema de albañilería confinada analizado demostró ser una alternativa técnica y económicamente viable, con un desplazamiento máximo muy por debajo del límite normativo, garantizando un excelente control de derivas y una alta rigidez global. La configuración de muros portantes y elementos de confinamiento cumple con la normativa E.070 y optimiza la respuesta sísmica mediante un comportamiento más rígido y disipativo.
- Por todo lo expuesto, se determina que ambas soluciones estructurales propuestas son técnicamente seguras y cumplen con los estándares exigidos. Sin embargo, se destaca que reducir las secciones del sistema aporticado no es recomendable ni técnica ni económicamente, ya que comprometería la estabilidad global, incrementaría la vulnerabilidad sísmica y afectaría la economía del proyecto. Las dimensiones seleccionadas representan una solución integral y optimizada, garantizando la seguridad, la eficiencia estructural y la sostenibilidad económica de la edificación.


Salinas Infante Limber Ethel
INGENIERO CIVIL
CIP. 328734


INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 98448


Salas V. Alvarado Caballero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 67472

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MONTAÑA

**LABORATORIO
DE SUELOS
CONCRETO Y
PAVIMENTOS**



INDICE

INDICE DE FIGURAS	2
INDICE DE CUADROS	3
I. GENERALIDADES.....	4
1.1. Objetivo del estudio	4
1.2. Normatividad.....	5
1.3. Ubicación y Acceso del Área en Estudio.....	6
1.4. Acceso al Área de estudio	8
1.5. Condición Climática y Altitud de la Zona.....	9
II. Geología y sismicidad del área en estudio	13
2.1.1. Geomorfología regional	13
2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL REGIONAL	15
2.2.1. ESTRATIGRAFÍA DEL ENTORNO DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	15
2.3. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	20
2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL	20
2.4. ASPECTOS GEODINÁMICOS.....	21
2.4.1. Geodinámica Externa	21
2.4.2. Geodinámica interna.....	22
2.5. Sismicidad.....	24
III. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	27
IV. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	32
V. PERFIL ESTRATIGRAFICO	36
5.1. CARACTERISTICAS GENERALES.....	36
5.2. CARACTERISTICAS GENERALES.....	36
VI. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN	40
6.1. Profundidad de Cimentación	40
6.2. Tipo de Cimentación	40
6.3. Cálculo y Análisis de capacidad admisible de carga	40
6.3.1. CAPACIDAD ADMISIBLE (Qa)	40
6.4. Cálculo de Asentamientos.....	42
VII. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ESPECIALES DE LA CIMENTACIÓN	49
7.1. Colapso del suelo	49
7.2. Expansión de los suelos.....	50
VIII. AGRESIÓN DEL SUELO	53
8.1. AGRESIÓN DEL SUELO AL CONCRETO DE LA CIMENTACIÓN.....	53
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57



BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXO	59

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO	7
FIGURA 2: MAPA VIAL DE HUÁNUCO – HUÁNUCO	8
FIGURA 3: RECORRIDO DE HUÁNUCO AL LUGAR DEL PROYECTO.	8
FIGURA 4: RECORRIDO DE LIMA A LA CIUDAD DE C.P. YANAG.	9
FIGURA 5: TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO EN HUÁNUCO.	10
FIGURA 6: PROBABILIDAD DIARIA DE PRECIPITACIÓN EN HUÁNUCO.	11
FIGURA 7: VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO EN HUÁNUCO.	12
FIGURA 8: REGIONES NATURALES DEL PERÚ.	13
FIGURA 9: MAPA GEOLÓGICO DEL CUADRÁNGULO DE HUÁNUCO.	16
FIGURA 10: CUADRÁNGULO DE HUÁNUCO.	17
FIGURA 11: MAPA DE UBICACIÓN REGIONAL	18
FIGURA 12: UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DEL ENTORNO.....	19
FIGURA 13: IMAGEN DONDE SE PUEDE VER LA MATRIZ DEL SUELO GRAVA LIMOSA CON ARENA	20
FIGURA 14: SÍSMICOS DINÁMICOS	23
FIGURA 15: ORIGEN DE LOS SISMOS	25
FIGURA 16: MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA ZONA DEL PROYECTO	25
FIGURA 17: MAPA SÍMICO DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	26
FIGURA 18: ENSAYO DE CORTE DIRECTO	36
FIGURA 19: MUESTRA PASADA POR LOS TAMICES DESPUÉS DE SER LAVADO Y LLEVADO AL HORNO	37
FIGURA 20: MUESTRA PASADA POR LOS TAMICES DESPUÉS DE SER LAVADO Y LLEVADO AL HORNO	38
FIGURA 21: MUESTRA PASADA POR LOS TAMICES DESPUÉS DE SER LAVADO Y LLEVADO AL HORNO	39
FIGURA 22: MÉTODO TERZAGHI	41



INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: UBICACIÓN POLÍTICA	6
CUADRO N° 2: POSICIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
CUADRO N° 3: DISTANCIA DESDE LA CIUDAD DE HUÁNUCO HACIA LA CENTRO POBLADO DE LA ESPERANZA.	9
CUADRO N° 4: ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN.....	53
CUADRO N° 5: RESULTADO DE ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES EN PLANTA DE TRATAMIENTO.....	54
CUADRO N° 6: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CLORUROS EN PLANTA DE TRATAMIENTO.....	54
CUADRO N° 7: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SULFATOS EN PLANTA DE TRATAMIENTO	54
CUADRO N° 8: RESULTADOS DE CONTENIDO DE ORGÁNICOS ESTRATOS 02.....	55



ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivo del estudio

El objetivo general del estudio de geología y geotecnia con fines de cimentación en el “COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024”.

- Realizar trabajos de campo y ensayos de laboratorio; para investigar las propiedades físicas y mecánicas del terreno de libre disponibilidad donde se mejorara la infraestructura intervenida, además recopilar la información necesaria sobre la capacidad portante del terreno; realizar el estudio Geotécnico mediante mapeo geológico, geomorfológico y estructural, tanto regional como local de la zona de estudio, identificando los principales problemas geodinámicos y sus características, evaluando su magnitud y consecuencias sobre las estructuras.

Se tiene como objetivos específicas los siguientes rubros:

Inferir el perfil estratigráfico del suelo, según las exploraciones de las estructuras, ya sea con perforaciones con barrenos u calicatas a cielo abierto.

- investigar el tipo de suelo que soporta las cargas que transmiten las estructuras.
- Muestreos basados en las normas ASTM D-420, para la toma de muestras en el terreno donde se cimienta la estructura del proyecto.
- Determinar en el campo y laboratorio las propiedades y características de esfuerzo de deformación de los suelos que comprenden la profundidad activa de cimentación.


Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



- Proporcionar las condiciones de cimentación, capacidad portante admisible, niveles de deformación y grados de agresividad del concreto.
- Interpretar los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, y dar las recomendaciones necesarias para el diseño de la cimentación que comprende para la ampliación de infraestructura.
- Proponer medidas de mitigación y/o alternativas de solución a problemas geodinámicos que puedan existir.

1.2. Normatividad

En relación con otros conceptos generales, términos de uso frecuente y normativa técnica, nos remitimos a las definiciones y disposiciones contenidas en los siguientes documentos, en cuanto corresponda a las actividades que son objeto de contratación:

- Manual de Ensayo de Materiales, aprobado con R.D. N°18-2016-MTC/14 del 03.06.2016.
- NTP E.050 Suelos y Cimentaciones, aprobado con R. M. N° 406 – 2018- Vivienda.
- SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS) NTP 339.134: 1999, aprobado con R.0024-99/INDICOPI-CRT.
- SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte NTP 339.135:1999 ensayo AASHTO, aprobada con la resolución R,0024-99/INDECOPI-CRT
- SUELOS. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción NTP 339.162:2001, (Revisada el 2015), aprobado con R.00609-2015/CNB-INDECOPI.
- SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. NTP 339.127:1998 (Revisada el 2014), aprobada mediante resolución N° 0062-1998/INDECOPI-CRT.
- SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. NTP 339.128:1999, aprobado mediante la resolución R.0077-99/INDECOPI-CRT.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

pág. 5



- SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos. NTP 339.129:1999 (Revisada el 2019), aprobado mediante la resolución N° 0056-2014/CNB-INDECOPI.
- SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. NTP 339.131:1999 (Revisada el 2019), aprobado mediante la resolución R.D. N° 022-2019- INACAL/DN.

1.3. Ubicación y Acceso del Área en Estudio

El Proyecto: “COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024”.

Cuadro N° 1: Ubicación política

Localidad:	C.P. Yanag
Distrito:	Pillco Marca
Provincia:	Huánuco
Departamento:	Huánuco

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 2: Posición geográfica del área de estudio

Localidad	Coordenadas UTM		Altitud m.s.n.m
	Norte	Este	
C.P. Yanag	8895697.52	363559.64	1951

Fuente: Equipo Técnico

Distrito de C.P. Yanag colinda con:

- **Por el Norte:** Distrito de Huánuco y Amarilis.
- **Por el Sur:** Distrito de Cayna, Huacar y Conchamarca.
- **Por el Oeste:** Distrito de San Pedro de Chaulan y San Francisco de Cayran.
- **Por el Este:** Distrito de Amarilis y Conchamarca.

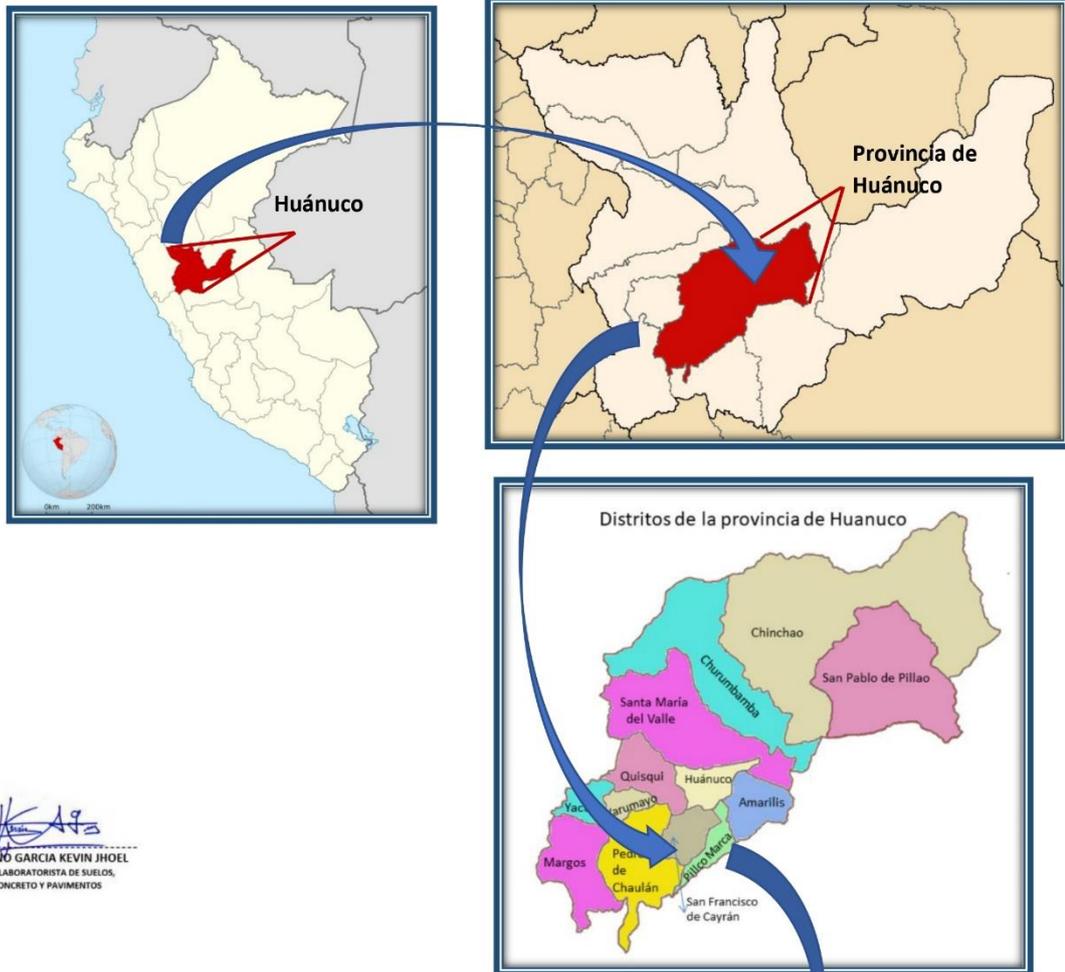

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 1:
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO



MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
☎ 962306428



1.4. Acceso al Área de estudio

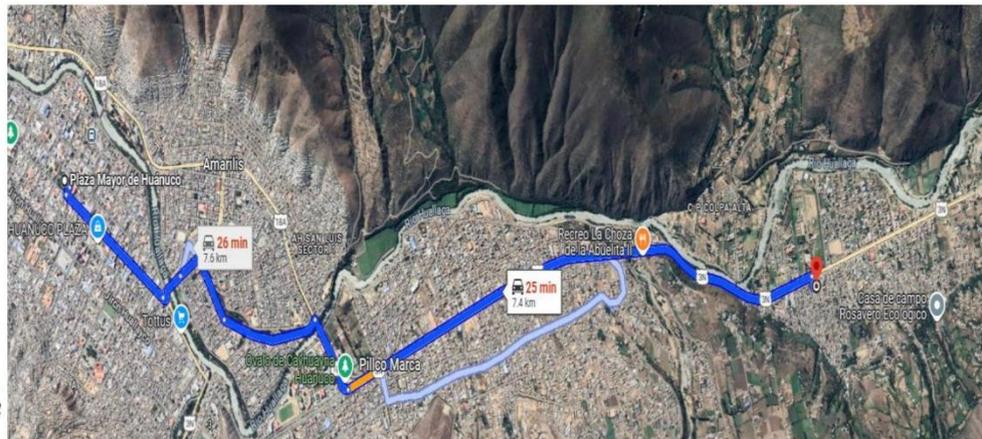
La extensión del proyecto se ubica en el C.P. Yanag en el distrito de Pillco Marca en la provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

Figura 2:
Mapa vial de Huánuco – Huánuco.



Acceso principal al C.P. de Yanag.

Figura 3:
Recorrido de Huánuco al lugar del proyecto.



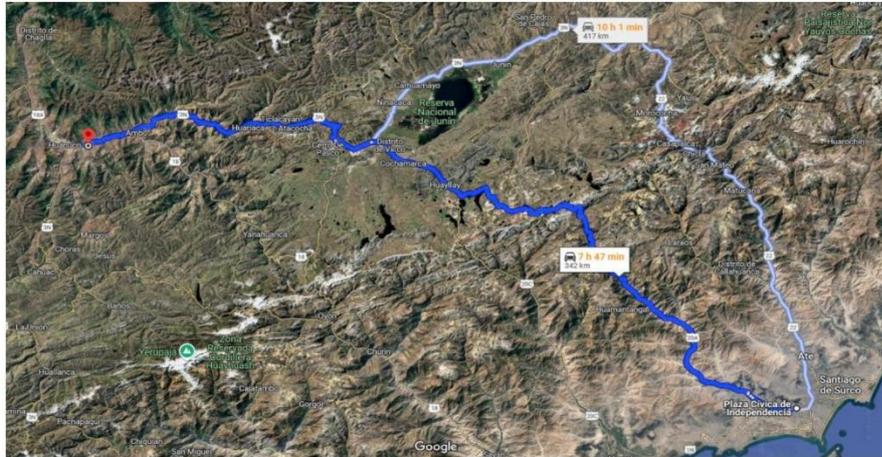
El recorrido de la ciudad de Huánuco hacia el proyecto (C.P. de Yanag) es de 7.4 Km en un tiempo de 25 minutos.

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 4:
Recorrido de Lima a la ciudad de C.P. Yanag.



De Lima (capital del Perú) a la ciudad de Huánuco existe una distancia de 342 km, en un tiempo estimado de 7 horas y 47 minutos.

Cuadro N° 3:
Distancia desde la ciudad de Huánuco hacia la Centro Poblado de La Esperanza.

TRAMO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO
Lima - C.P. de Yanag (PROYECTO)	Asfaltada/afirmada	349.00 km	7 h 47 min
Huánuco – C.P. de Yanag (PROYECTO)	Asfaltada	7.4 km	25 min

1.5. Condición Climática y Altitud de la Zona

Clima y Temperatura

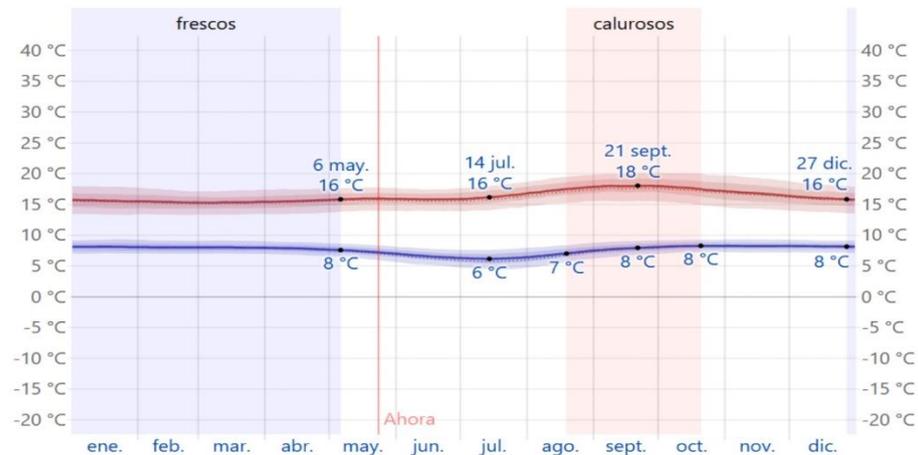
La temporada cálida dura 2,0 meses, del 19 de agosto al 20 de octubre, con una temperatura máxima diaria promedio superior a 17 °C. El mes más caluroso del año en Huánuco es octubre, con una temperatura máxima promedio de 18 °C y una temperatura mínima de 8 °C.

La temporada fría dura 4,3 meses, del 27 de diciembre al 6 de mayo, con una temperatura máxima diaria promedio inferior a 16 °C. El mes más frío del año en Huánuco es julio, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y una temperatura máxima de 16 °C.

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



Figura 5:
Temperatura máxima y mínima promedio en Huánuco.



Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul). Promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75° y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Un día lluvioso es aquel en el que se acumulan al menos 1,00 milímetros de precipitación líquida o equivalente a líquido. La probabilidad de que haya días lluviosos en Huánuco varía significativamente a lo largo del año.

La temporada más lluviosa dura 5,9 meses, del 21 de octubre al 17 de abril, con una probabilidad mayor al 24% de que un día determinado sea un día lluvioso. El mes con más días lluviosos en Huánuco es febrero, con un promedio de 11,1 días con al menos 1,00 milímetros de precipitación.

La temporada más seca dura 6,1 meses, del 17 de abril al 21 de octubre. El mes con menos días húmedos en Huánuco es julio, con un promedio de 2,4 días con al menos 1,00 milímetros de precipitación.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Entre los días húmedos, distinguimos entre aquellos en los que se presenta solo lluvia, solo nieve o una mezcla de ambos. El mes con más días de lluvia sola en Huánuco es febrero, con un promedio de 11,1 días. Con base en esta categorización, la forma de precipitación más común a lo largo del año es la lluvia sola, con una probabilidad máxima del 41% el 7 de marzo.

Figura 6:
Probabilidad diaria de precipitación en Huánuco.



Nota: El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve, mezcla (llovió y nevó el mismo día).

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Huánuco no varía considerablemente durante el año y permanece en un margen de más o menos 0.8 kilómetros por hora de 7.2 kilómetros por hora.

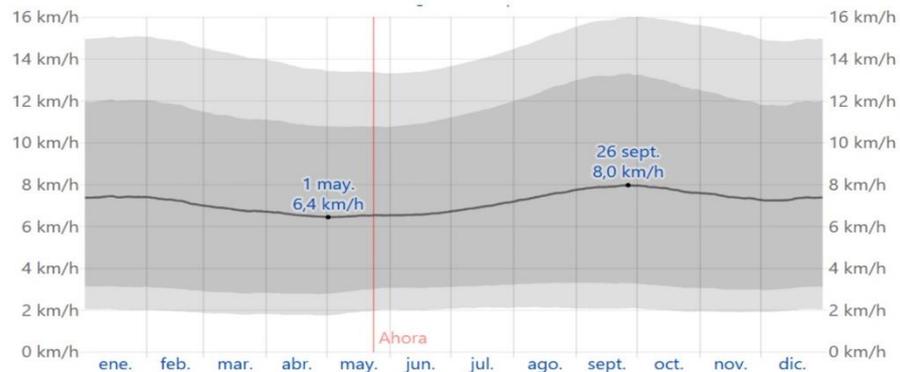
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 7:

Velocidad promedio del viento en Huánuco.



Nota: El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.

Región natural

El Distrito se encuentra ubicada en esta región natural por encontrarse a 1951 m.s.n.m. ya que esta región natural está entre los 2,300 msnm hasta los 3,500 msnm en los Andes centrales.

Según Javier Pulgar Vidal, pertenecería a una región quechua que se ubica entre los 2,300 y los 3,500 m s. n. m.

Toponimia: Su nombre significa «tierras de climas templados» y por ser una región de clima templado, que se encuentra ubicada a ambos lados de la cordillera de los Andes peruanos, el nombre de esta región proviene de la voz: quechua, qichwa, keswa, quichua, quechua que quiere decir templado, frío por su clima.

Relieve: Está conformado por muchas montañas de suave pendiente y por los valles interandinos, que poseen tierras muy buenas para la agricultura.

Clima: Clima sumamente variado, desde templado a templado frío dependiendo de la altitud, latitud y época del año. Las lluvias se presentan con mayor intensidad desde octubre a mayo


Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



Figura 8:
Regiones naturales del Perú.



II. Geología y sismicidad del área en estudio

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

2.1.1. Geomorfología regional

2.1.1.1. Geomorfología

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas que manifiestan el relieve existente en la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y aspectos básicos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación, según

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



sea el caso. Las geoformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian: 1) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Todas ellas corresponden a una gran unidad morfoestructural denominada Cordillera Oriental.

- **Montañas:** Se consideran en esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. En el contexto general se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos principalmente de rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias.

- **Piedemonte:** acumulaciones de material heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcillas consolidadas. Están ubicados al pie de cadenas montañosas. La diagénesis y litificación de estos materiales dieron lugar a los conglomerados y aglomerados. Entre algunos tipos de piedemontes citaremos: vertiente de detritos, abanicos proluviales/aluviales, depósitos aluvio-deluvial, depósitos de deslizamientos, así como depósitos glaciofluviales.

- **Planicies:** Se considera en esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. En el contexto general se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos principalmente de rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL REGIONAL

2.2.1. ESTRATIGRAFÍA DEL ENTORNO DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Como parte de la Geología identifica y clasifica los cuerpos de rocas en unidades litoestratigráficas considerando sus edades geológicas y características estratigráficas.

Grupo Excelsior (Q-al)

La zona del proyecto se presenta, Q-al: Esta abreviatura generalmente se refiere a "quaternary alluvium", lo que significa que es un depósito de la era cuaternaria (aproximadamente de los últimos 2.5 millones de años) y corresponde a materiales depositados por flujos de agua durante este período geológico.

Gravas y arenas con matriz limoarenosa: Esto describe la composición del depósito, donde las gravas (piedras redondeadas) y las arenas (granos más pequeños) están acompañadas de una matriz de limoarenosa, que es una mezcla de limo (partículas finas) y arena. Esto indica que el depósito tiene una variedad de tamaños de partículas, desde grandes hasta más pequeñas, lo cual es típico en los depósitos aluviales donde el agua transporta diferentes tamaños de sedimentos.

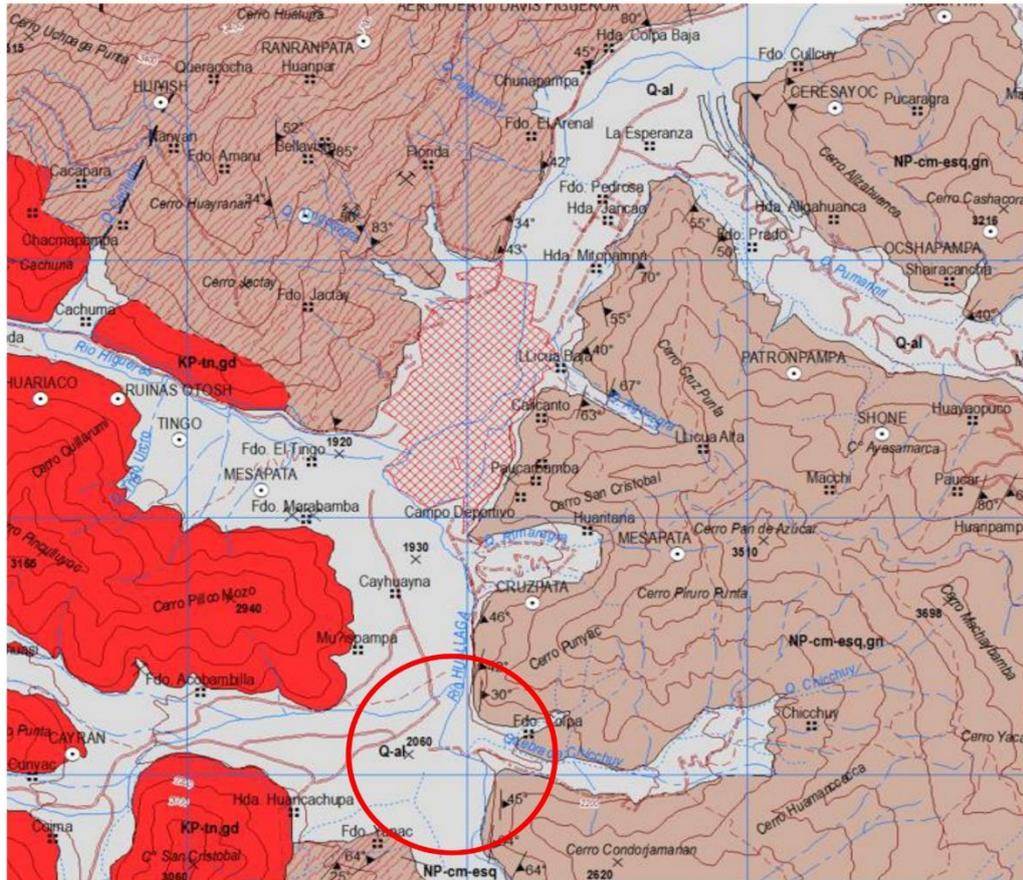
Formación de terrazas: Las terrazas aluviales son superficies planas o ligeramente inclinadas que se han formado a lo largo del tiempo debido a la variación en el nivel del agua del río o arroyo. A medida que el río cambia de curso o su nivel disminuye, se depositan nuevos sedimentos, formando una serie de terrazas escalonadas a lo largo del cauce.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 9:
Mapa geológico del cuadrángulo de Huánuco.



Nota: Fuente INGEMMET


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA

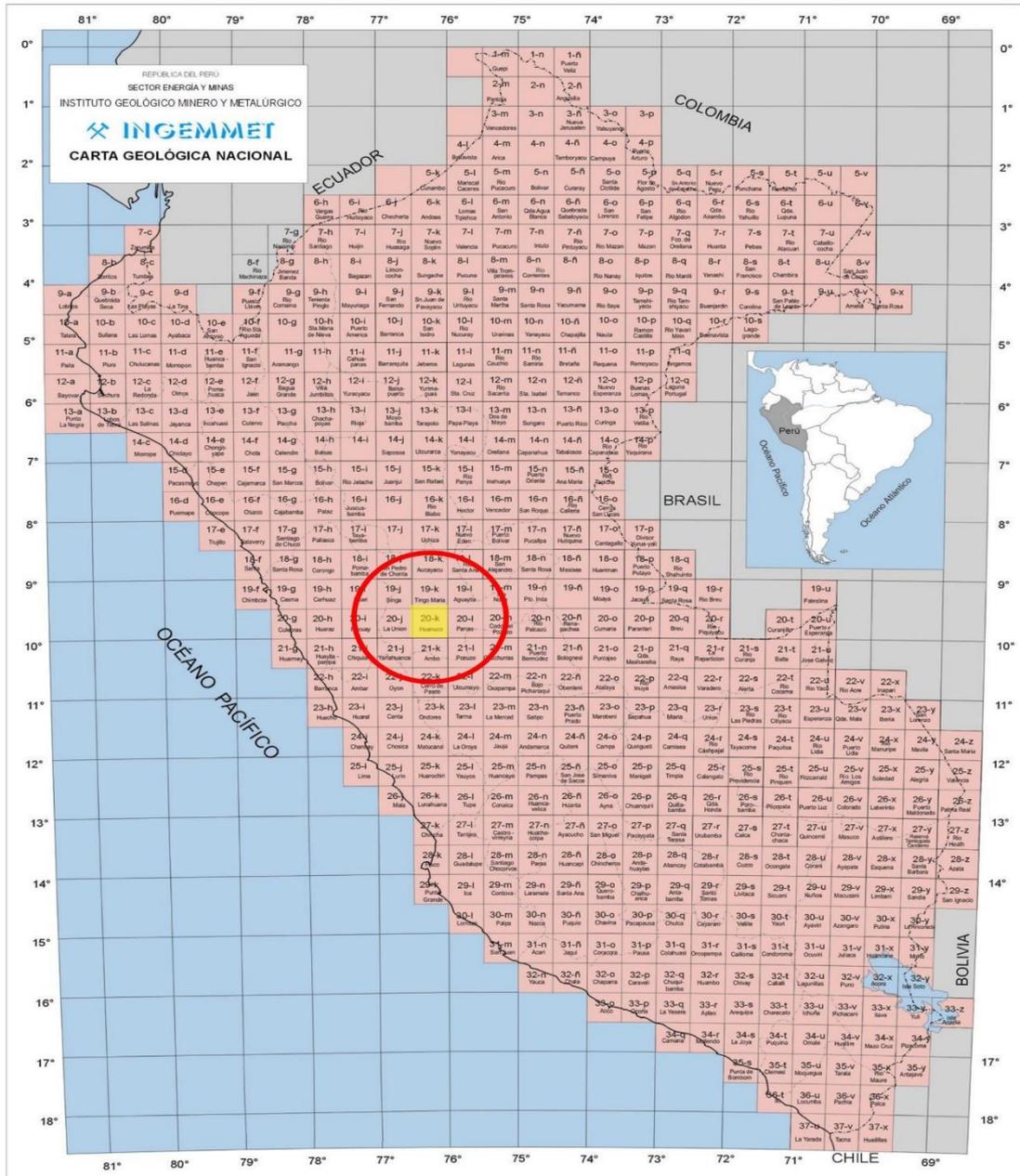
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 10:
Cuadrángulo de Huánuco.



Nota: Fuente INGEMMET

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



Figura 11:
Mapa de ubicación regional



Nota: Fuente INGEMMET

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 12:
Unidades litoestratigráficas del entorno.

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	EDAD (MA)	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCÁNICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	0.01	Depósito aluvial Q-al Depósitos de gravas y arenas con matriz limoarenosa formando terrazas		
		PLEISTOCENO	2.58	Depósito glacial, fluvial Q-glft Gravas polimícticas, heterométricas subredondeados con matriz arenosa a arenolimoso		
	PALEOCENO	OLIGOCENO	23.03	Depósito glacial Q-gi Acumulaciones de bloques rocosos heterométricos, subangulosos con matriz de arenas limosas y limos		
		EOCENO	33.9	Discordancia		
		PALEOCENO	56.0	Formación Casapalca KsP-c Areniscas rojas friables, margas y conglomerados, presencia de calizas lenticulares	KP-In.gd Tonalita, granodiorita	
	MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	86.0	Formación Jumasha Ks-j Calizas micríticas gris claras a beige en capas medianas a gruesas, intercaladas con calizas nodulares	KP-dt Diorita
			INFERIOR	100.5	Formación Chülec, Pariatambo Ki-chu.pt Calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas, coloraciones gris clara a beige	
				146	Grupo Goyllarisquizga Ki-g Areniscas cuarzosas blanquecinas intercaladas con limoarcillitas grises y niveles de carbón	
		JURÁSICO	SUPERIOR	160		Is-dt Diorita
			INFERIOR	174.1		
201.3				Grupo Pucará Ts-l-p Calizas gris azulinas en estratos medianos a gruesos con nódulos de chert y limoarcillitas		
PALEOZOICO		PERMIANO TRIÁSICO	SUPERIOR	227	Grupo Mitu PET-m Areniscas intercaladas con limoarcillitas y conglomerados; presenta tobos y lavas andesíticas y basálticas	PE-gd.mgr Granodiorita, monzogranito
			LOPINGIANO	362.17	Discordancia	
		CARBONIFERO	MISSISSIPPIANO	299.8	Grupo Ambo Cm-a Areniscas cuarzosas en estratos gruesos con estratificación sesgada, intercaladas con limolitas y lutitas que poseen contenido de materia orgánica	
			SUPERIOR	358.9	Discordancia	
	443.4			Formación Contaya Om-c Conglomerados, cuarcitas, pizarras y lutitas intercaladas con areniscas		
	ORDOVIGICO	MEDIO	458.0			
			470.0	Discordancia		
	NEO-PROTEROZOICO			541.0	Complejo Marañón NP-cm-esq Esquisto	NP-per Peridotita
				1000	NP-cm-esq.gn Esquisto, gneis NP-cm-gn Gneis	

Nota: Fuente INGEMMET.

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



2.3. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

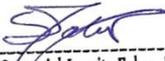
2.3.1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

En el área de estudio en contexto geológico principalmente se tiene en el “COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024”. el suelo está compuesto de conglomerado de la muestra es un suelo Grava limosa con arena.

Figura 13:

Imagen donde se puede ver la matriz del suelo Grava limosa con arena




Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



2.4. ASPECTOS GEODINÁMICOS

2.4.1. Geodinámica Externa

Los riesgos geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos.

En la zona de estudio No se observan:

- **Deslizamientos:** Es la ruptura o desplazamiento pendiente bajo y hacia fuera de pequeñas a grandes masas de suelo, rocas o combinaciones de estos en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Derrumbes:** Es la caída repentina de una porción de suelo y/o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Erosión de laderas:** Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca). Ello se produce por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimientos superficiales, Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Huaycos:** son avenidas intempestivas de agua turbia y turbulenta y/o flujos viscosos rápidos cargados de barro sólidos de diferentes tamaños provenientes de rocas y suelos aguas arriba de la quebrada a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial de corto periodo. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.


Ing. Samánel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
AQUINO GARCÍA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



- **Inundaciones:** Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta por desbordamiento de río, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo por subida de las mareas por encima del nivel habitual por maremotos, etc. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles, etc. Donde se ha desarrollado la agricultura. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.

De acuerdo al reporte de zonas críticas por peligros geológicos en Huánuco y el área en estudio y en el distrito de Huánuco no presentan antecedentes de eventos desastrosos, según fuente INGEMMET.

2.4.2. Geodinámica interna

De acuerdo al análisis sismo tectónico se considera que en la tierra existen dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como círculo alpino himalayo y el círculo circumpacífico. En esta última zona está localizado nuestro país como una región de alta actividad sísmica. El área que comprende el proyecto no se mapeo presencia de estructuras geológicas importantes tales como fallas geológicas activas o inactivas, fracturas y grietas de gran potencia, sin embargo, se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona.

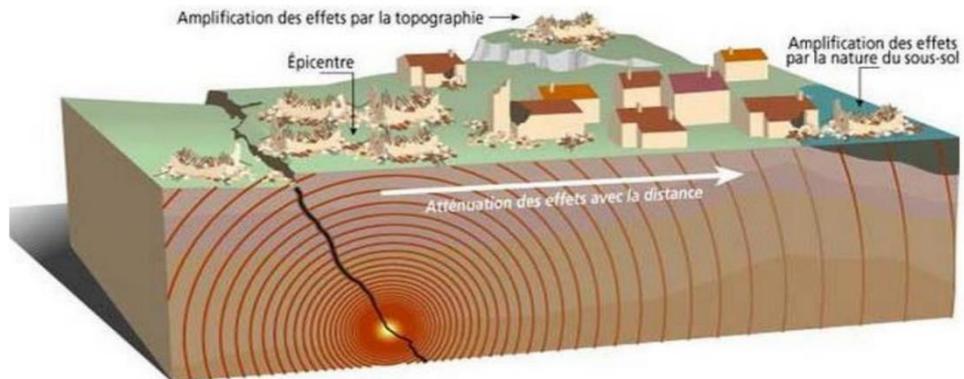
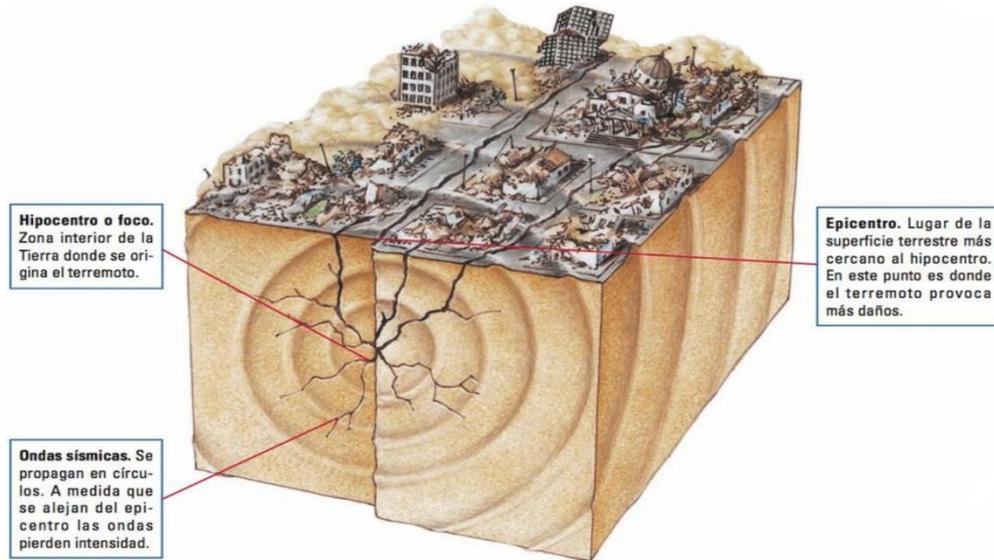

Ing. Samánuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 14:
sísmicos dinámicos




Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



2.5. Sismicidad

El área de estudio, en términos de vulnerabilidad de eventos geodinámicos externos puede considerarse que está ubicada en una zona inestable. La construcción de la infraestructura en el “COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024”.

En cuanto a la sismicidad de la zona se debe tener en cuenta la sismicidad del lugar del proyecto es decir el proyecto se encuentra Ubicado en el C. P. Yanag de distrito Pillco Marca - Provincia de Huánuco - Departamento de Huánuco, se encuentra en el parámetro de sitio dentro de la clasificación de zona 2 en importancia sísmica. Además, en base al mapa de distribución de máximas de intensidad sísmica observadas en el Perú se concluye que de acuerdo el área sísmica donde se ubica la zona de estudio existe la posibilidad de que ocurra sismos de intensidad del orden VII en la escala de Mecalli modificada.

De acuerdo con la nueva norma técnica E.030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los diseños sismos-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo con la relación:

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

Donde:

✓ Factor de zona (zona 2)	:	Z= 0.25
✓ Factor de uso (C- Vivienda)	:	U= 1.0
✓ Factor de suelo (S ₂ - suelos Intermedios)	:	S=1.20
✓ Periodo que define la plataforma del espectro	:	T _p - =0.60 T _L - = 2.00


Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 15:
Origen de los sismos

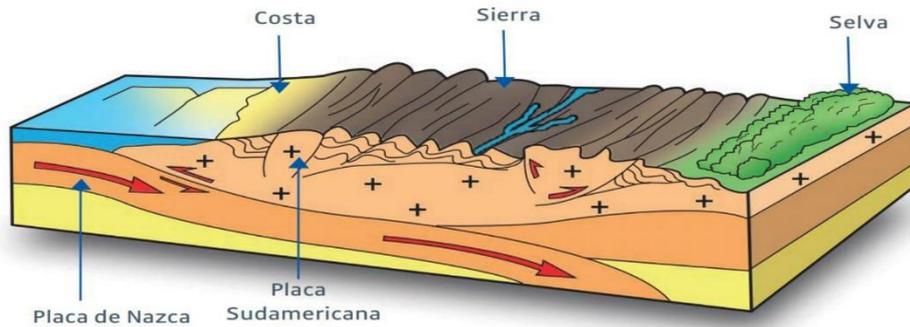
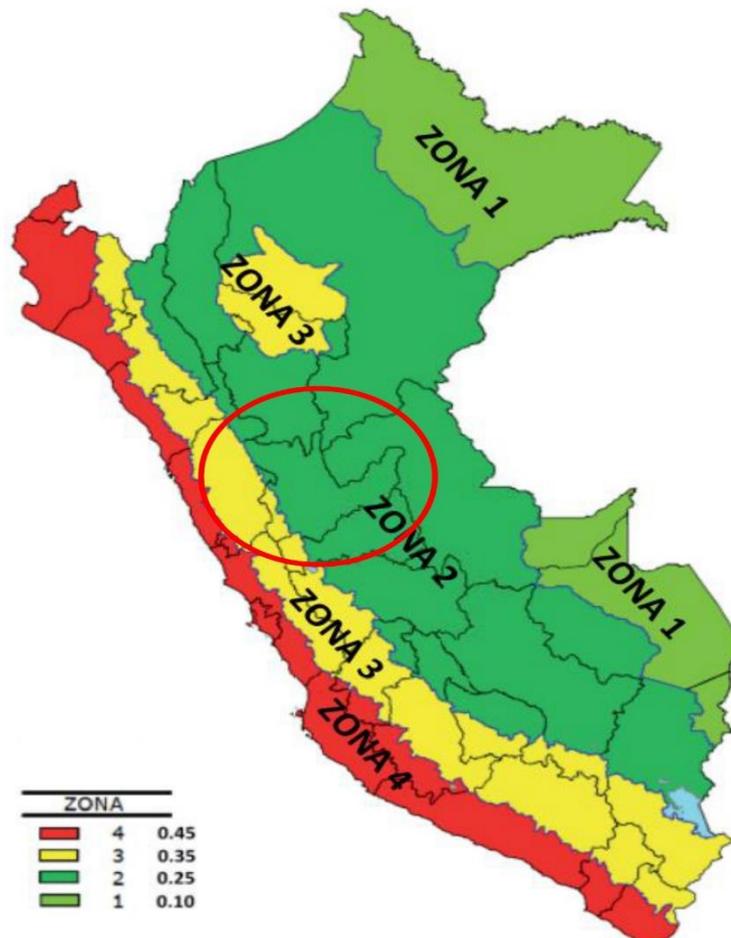


Figura 16:
Mapa de zonificación sísmica de la zona del proyecto



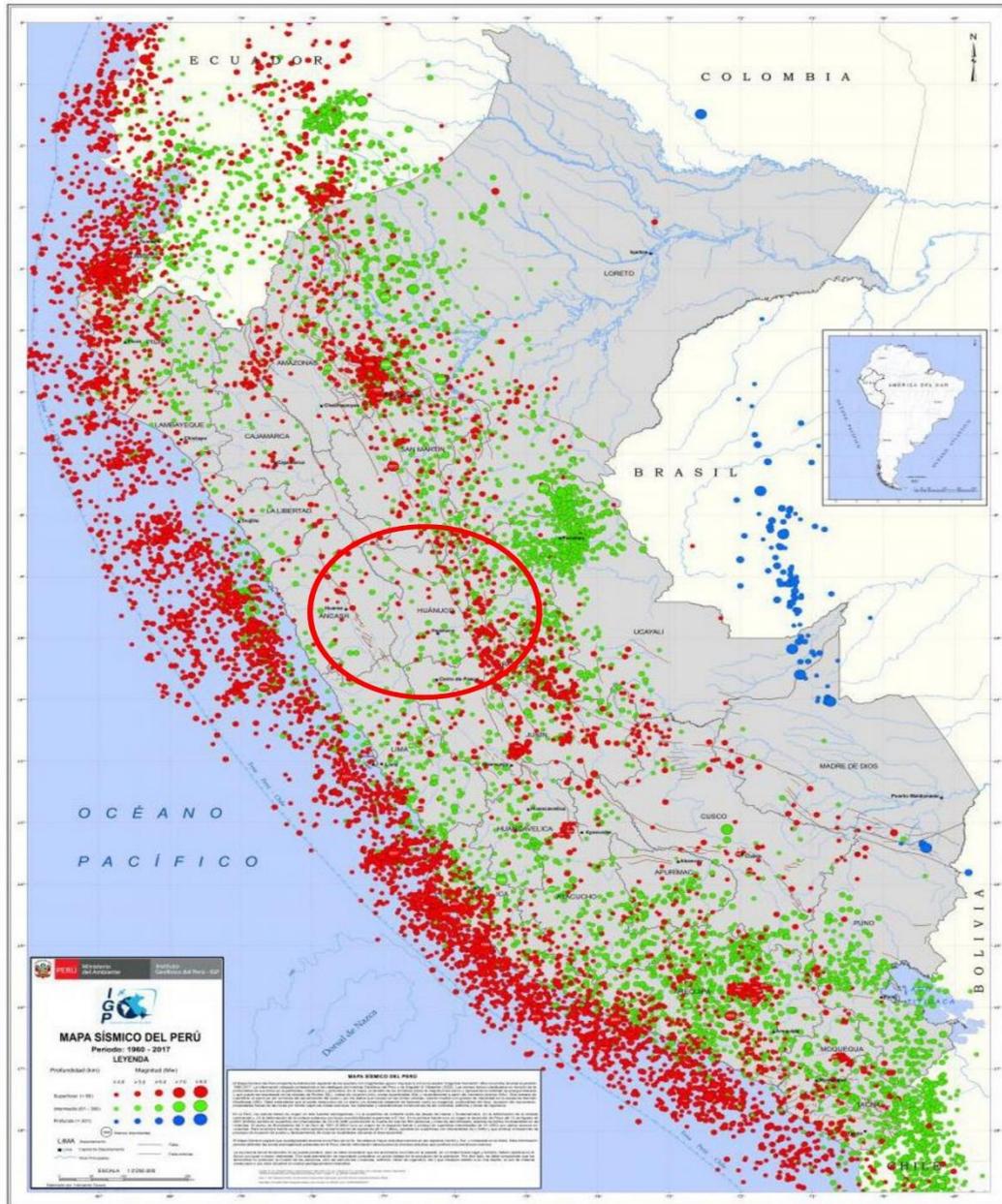
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 17:
Mapa sísmico de la zona del proyecto



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



III. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

• METODOLOGIA

La técnica empleada para el presente estudio está según la NTP 339.162:2018 (Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción) del reglamento nacional de edificación, norma técnica de edificación E-0.50 suelos y cimentaciones o del MTC, etc. El profesional responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

Tabla 1:
Tipo de edificación u obra

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS • (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
- Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
		II	I		
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS.		IV			

Nota: Fuente NTP E.050 R.M N° 406-2018-VIVIENDA/ Art. 13.5.4

Tabla 2:
Número de puntos de exploración

NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACION	
Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Nota: Fuente NTP E.050 R.M N° 406-2018-VIVIENDA/ Art. 15.3.2 (b)

Por el tipo de estructura la edificación califica en una categoría "III"

Por información proporcionada por el consultor a cargo del proyecto se tiene que el área total de proyecto es de 105 m².

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Según los datos proporcionado el área techada de proyecto será 597.785 m².

Según lo calculado se deberían realizar 0.233 calicatas, pero se realizó un total de tres (03) calicatas con lo cual se cubre el requerimiento mínimo de número de calicatas. Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determinará en función del área techada en planta del primer piso de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno. En ningún caso p, cuyo caso el PR deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

Se realizaron excavaciones de tres (03) calicatas a cielo abierto la cual se profundizo hasta un máximo de Df= 3.00 mts. Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigrafía adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (colegios, edificaciones, hospitales, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas las que convenientemente identificadas al laboratorio para efectuar los ensayos de sus características físicas llevándose un registro correlativo de muestras que permitió controlar la procedencia y ubicación de cada muestra.

- **REGISTRO DE CALICATAS**

Como parte de evaluación geotectónica del suelo de sub rasante existen a lo largo del área del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campó mediante la excavación de calicatas a cielo abierto y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. Se uso la técnica de investigación de campo con denominación pozos o calicatas según la norma MTC E101 – 200.

- **MUESTREO DE SUELOS**

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado “población”, tales muestras podrán ser o no representativas de la misma,


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

pág. 28



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas. Todos los suelos son naturalmente variables, sus propiedades cambian horizontalmente de manera transversal al paisaje y verticalmente más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno. Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración. El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten.

a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y por lo tanto es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo. Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada calicata, los que son numerados según la ubicación. Si una calicata programada no se ejecuta es preferible mantener el número de la calicata en el registro como “no realizado” en vez de volver a usar el número en otro lugar para eliminar confusiones. A cada calicata se deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

b) Muestras alteradas

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

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


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428

 
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

pág. 29



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

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado tamaños de gravas y arenas y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes objetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.
- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo y los sustratos son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación, descrito como débil o fuerte.
- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Puede usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

Previamente se identificaron los suelos mediante procedimientos manuales de campo tales como la dilatación (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento).

Todos los trabajos de campo fueron realizados por el personal técnico calificado y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

Se concluye que por el tipo de estructura (E.050 – tabla N°1 tipo de edificación) la edificación calificada en una categoría “III”, El número (n) de puntos de investigación, nunca será menor de 3; se realizaron tres excavaciones (03) pozos o calicatas a cielo abierto la cual se profundizo hasta un máximo de 3.00 metros.

En ningún caso p (Profundidad) será menor de 3 metros, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p, en cuyo caso el PR deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por método adecuado; se llevó a cabo un programa de exploración de campo según norma MTC E -2000, mediante la excavación de calicatas a cielo abierto y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

- **PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN**

Para cimentación superficial la norma E – 050 establece

$$P=Df + Z$$

Donde:

Df= Profundidad de desplante (se tiene 1.20 m como mínimo)

Z= 1.5 B siendo B ancho de cimentación previa de mayor radio en

nuestro caso B es 1.2 entonces Z es 1.80, luego:

$$P=1.20+1.5*1.2= 3.00 \text{ metros, es el mínimo requerido datos que se han}$$

propuesto inicialmente al proyectista para la elaboración de sus

estructuras.


Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Considerándose que en estas profundidades se ubican las fuerzas que desarrollan las zonas de falla (activa, transición y pasiva) establecido por Terzaghi y otros autores.

IV. ENSAYOS DE LABORATORIO

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas según el objetivo que se persiga con ellas.

- **Secado:** Las muestras que se piensan almacenar durante algún tiempo antes de concluirlos análisis, se deben secar previamente para evitar cambios químicos que se puedan producir al almacenarlas húmedas durante mucho tiempo debido a las rápidas variaciones que se producen en las condiciones químicas del suelo durante la desecación, algunos análisis se recomiendan hacerlos usando muestras húmedas poco después de haber sido tomadas en el campo. Los valores que pueden sufrir cambios durante el secado son los que corresponden a ph.

Muchas determinaciones no se afectan significativamente al ser secadas al aire con el fin de almacenarlos. Para el secado, las muestras se extienden en una superficie plana sobre bandejas o papel limpio en un local bien ventilado.

- **Identificación:** Una vez homogenizadas las muestras se envasan adecuadamente en bolsas de plástico o papel selladas adecuadamente y se identifican con toda la información necesaria para ser procesado en los ensayos básicos de clasificación de suelos.
- **Granulometría:** La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.
- **Distribución Granulométrica:** Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las


Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

- **Clasificación:** el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra. Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm. A la Go a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla. Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

- **Contenido de Humedad**

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno.

Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas. Se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado con la alteración del cociente de la determinación del contenido de humedad. El material debe permanecer un periodo de doce horas en el horno, por esta razón se acostumbra a iniciar el calentamiento de la muestra de suelo al final del día, para que así se deshidrate durante toda la noche. El objetivo del


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



estudio es conocer y determinar el porcentaje de humedad de suelo. Es la proporción porcentual entra la fase líquida (agua) y la parte solida del suelo (partículas minerales del suelo). Se muestra en la siguiente expresión:

$$W (\%) = \frac{W_w * 100}{W_s}$$

Ww= Peso del agua en la muestra

Ws= Peso del suelo seco

- Límites de Atterberg (LL,LP,IP): Determinación del límite líquido, plástico e índice plástico. El objetivo del ensayo es determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo. Una vez realizado el análisis granulométrico el cual nos permite estudiar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen (gruesos, gravas, arenas, limos y arcillas). Si bien un análisis granulométrico es suficiente para gravas y arenas, cuando se trata de arcillas y limos, turbas y margas se debe completar el estudio con ensayos que definan la plasticidad del material.

Límite Líquido LL: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo- agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo.

Límite Plástico LP: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo- agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

Índice de Plasticidad IP: Atterberg definió el índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico. El índice de plasticidad IP, es por tanto numéricamente igual a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



IP=LL-LP

- **Densidad:** Es la relación entre la unidad de peso y la unidad de volumen de la fase sólida del suelo, siendo más o menos constante, ya que está determinado por la composición química y mineralógica de la fase sólida. La densidad es una manera de indicar el grado de compactación (compactación) de un suelo y se puede emplear tanto para suelos en estado natural como para rellenos compactados artificialmente.

El uso de la densidad es importante en mecánica de suelos debido a la correlación directa que ella tiene con otros parámetros como, por ejemplo: el ensayo Proctor, C.B.R. y otros relacionados con la capacidad de soporte de un suelo.

- **Peso Unitario:** El peso unitario es definido como la masa de una masa por unidad de volumen. El peso unitario del suelo varía de acuerdo al contenido de agua que tenga el suelo, que son: húmedo (no saturado), saturado y seco. El objetivo del ensayo es:

Determinar el peso unitario del suelo en relación a su contenido de humedad, determinar el peso unitario aturado y seco, implícitamente mediante relaciones de peso volumen que involucren el peso unitario húmedo y otros valores conocidos, determinar variaciones entre el peso del suelo y su contenido de humedad y determinar con los datos obtenidos en laboratorio, las relaciones fundamentales del suelo, que son las que nos darían una idea clara del suelo que vamos a utilizar en una obra civil.

- **Ensayos de Corte Directo**

La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer una de estas resistencias en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, se aplica una carga vertical de confinamiento (Pv) y luego una carga horizontal (Ph) creciente que origina el desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra.



Se realizaron tres (03) ensayos de Corte directo. Los resultados obtenidos se anexan al informe.

Figura 18:
Ensayo de corte directo



Nota: Fuente propia

V. PERFIL ESTRATIGRAFICO

5.1. CARACTERISTICAS GENERALES

La investigación del subsuelo ha permitido delinear el perfil estratigráfico de la zona en estudio, obteniendo una generalización aproximada de los materiales subyacentes que se encuentran en la actualidad.

5.2. CARACTERISTICAS GENERALES

CALICATA N°1 (COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024).

Existe tierra de cultivo a una profundidad de 0.00 – 0.20 m.

El estrato superior e inferior está conformado por Grava limosa con arena (GM), según la Clasificación SUCS y según la Clasificación AASHTO


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



pertenecientes a los grupos y sub - grupos A-4 (0), color marrón claro con rojizas, a una profundidad de 0.20 – 3.00 m.

Existe piedra a una profundidad de 0.70 m. > de 1 1/2", 2" y 2 1/2" y de novena forma sub-angular, angular, de consistencia semi dura (Arenisca).

Para el ensayo granulométrico se hizo el cuarteo para seleccionar la muestra más homogénea del suelo, se toma el suelo de un peso de máximo nominal de 3 pulg que sería un peso como mínimo de 5 kg

La muestra de suelo seleccionada por el cuarteo se lavó con agua destilada para ser llevada al horno de 110°C ± 5 °C por un periodo de 24 horas.

*Figura 19:
muestra pasada por los tamices después de ser lavado y llevado al horno*





CALICATA N°2 (COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024).

Existe tierra de cultivo a una profundidad de 0.00 – 0.20 m.

El estrato superior e inferior está conformado por Grava limosa con arena (GW), según la Clasificación SUCS y según la Clasificación AASHTO pertenecientes a los grupos y sub - grupos A-1-a (0), color marrón claro con rojizas, a una profundidad de 0.20 – 3.00 m.

Existe piedra a una profundidad de 0.70 m. > de 1 1/2", 2" y 2 1/2" y de novena forma sub-angular, angular, de consistencia semi dura (Arenisca).

Para el ensayo granulométrico se hizo el cuarteo para seleccionar la muestra más homogénea del suelo, se toma el suelo de un peso de máximo nominal de 3 pulg que sería un peso como mínimo de 5 kg

La muestra de suelo seleccionada por el cuarteo se lavó con agua destilada para ser llevada al horno de 110°C ± 5 °C por un periodo de 24.

*Figura 20:
muestra pasada por los tamices después de ser lavado y llevado al horno*




Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



CALICATA N°3 (COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024).

Existe tierra de cultivo a una profundidad de 0.00 – 0.20 m.

El estrato superior e inferior está conformado por Grava limosa con arena (GC-GM), según la Clasificación SUCS y según la Clasificación AASHTO pertenecientes a los grupos y sub - grupos A-1-a (0), color marrón claro con rojizas, a una profundidad de 0.20 – 3.00 m.

Existe piedra a una profundidad de 0.70 m. > de 1 1/2", 2" y 2 1/2" y de novena forma sub-angular, angular, de consistencia semi dura (Arenisca).

Para el ensayo granulométrico se hizo el cuarteo para seleccionar la muestra más homogénea del suelo, se toma el suelo de un peso de máximo nominal de 3 pulg que sería un peso como mínimo de 5 kg

La muestra de suelo seleccionada por el cuarteo se lavó con agua destilada para ser llevada al horno de 110°C ± 5 °C por un periodo de 24 horas.

*Figura 21:
muestra pasada por los tamices después de ser lavado y llevado al horno*




Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



VI. ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN

Descripción de las características físico – mecánicas de los suelos que controlan el diseño de la cimentación. Análisis y diseño de solución para cimentación. Se incluye memorias de cálculo en cada caso, en las que se indican todos los parámetros utilizados y los resultados obtenidos. En este numeral se incluye como mínimo:

6.1. Profundidad de Cimentación

La profundidad de cimentación debe determinarse en función de una evaluación detallada de las características del suelo, las cargas estructurales y los requisitos normativos locales. Es fundamental contar con la asesoría de ingenieros civiles y geotécnicos capacitados para realizar este análisis y diseñar cimentaciones adecuadas para las estructuras en la zona.

6.2. Tipo de Cimentación

El tipo de cimentación seleccionado dependerá de una evaluación detallada de las condiciones del suelo, las cargas estructurales y otros factores específicos del sitio.

6.3. Cálculo y Análisis de capacidad admisible de carga

Para el análisis de capacidad de carga se tomó en cuenta las cargas estáticas que serán transmitidas al material activo de fundación. Las dimensiones de la cimentación inicialmente fueron asumidas para luego ser verificadas mediante un cálculo de retro análisis.

6.3.1. CAPACIDAD ADMISIBLE (Qa)

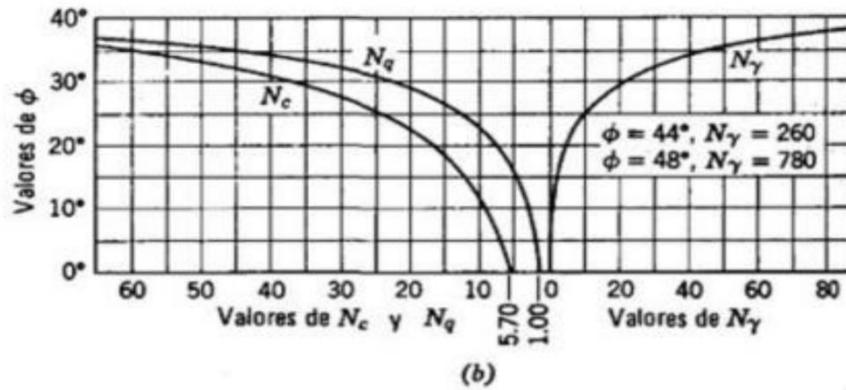
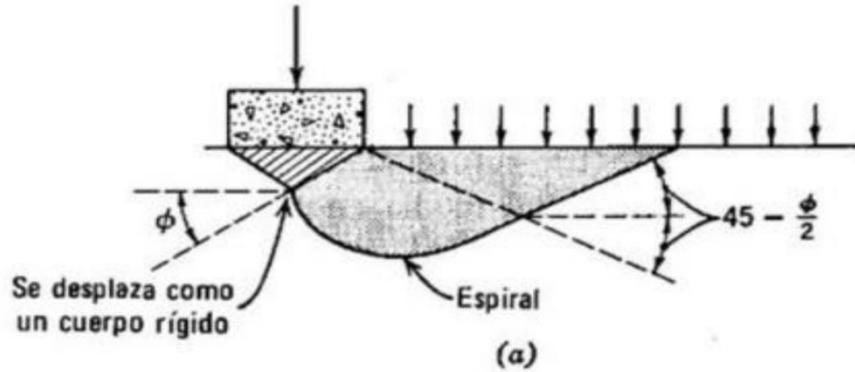
Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación. Para calcular la capacidad admisible del suelo de cimentación se utilizará la teoría de Terzaghi para la falla general.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Utilizando el método de la cuña según la hipótesis de Terzaghi



Figura 22:
Método Terzaghi



Factores de carga para cimientos rugosos y cohesivos, se consideraron las ecuaciones 01 y 02 de Terzaghi, para zapatas cuadradas y cimiento corrido respectivamente:

$$Q_{ult} = 0.867 \times C \times N_c + D_1 \times \gamma_{m1} N_q + 0.4 \times B \times \gamma_{m1} N_y$$

$$Q_{ult} = 2/3 \times C \times N_c + D_1 \times \gamma_{m1} N_q + 0.5 \times B \times \gamma_{m1} N_y$$

$$Q_a = Q_{ult}/F.S$$

Donde:

Q_{ult} = Capacidad última

C = Cohesión de suelo

D_f = Profundidad de desplante

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



γ_m	=	Peso específico volumétrico del suelo (cada estrato)
B	=	Ancho de cimentación
N_c, N_q, N_γ	=	Factores de capacidad de carga que depende de fricción (\emptyset)
F.S.	=	Factor de seguridad

6.4. Cálculo de Asentamientos

Para estimar la magnitud de los asentamientos totales y diferenciales en las cimentaciones proyectadas, se realizó un análisis de asentamientos elásticos que toma en cuenta las cargas aplicadas, las dimensiones de la cimentación proyectada, y los parámetros elásticos del suelo al nivel de cimentación.

Teóricamente, si la cimentación es perfectamente flexible, el asentamiento se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$S_e = q_o(\alpha B) \frac{1 - u_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde:

q_o = Presión neta aplicada sobre la cimentación

u_s = Coeficiente de Poisson del suelo

E_s = Módulo de elasticidad promedio del suelo bajo la cimentación

B = $B/2$ para el centro de la cimentación y B para una esquina de la cimentación

$I_s I_f$ = Factor de forma y profundidad respectivamente

El asentamiento elástico de una cimentación rígida puede estimarse con:

$$S_e(\text{rígida}) = 0.93 S_e(\text{flexible, centro})$$


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428

pág. 42



Calicata 1: CIMIENTACIÓN CUADRADA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024" Fecha: **MAYO DEL 2025**

Ubicación: **C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO** Calicata: **C-1**

$$S_c = q_o(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo

Lado cimentación L :	2.00 m	
Ancho Cimentación B :	2.00 m	Df/B = 1.5
Nivel de desplante cimentación Df :	3.00 m	B/L = 1.0
Espesor del estrato de suelo H :	10.00 m	L/B = 1.0 = m'
Presión neta aplicada sobre la cimentación q_o :	7.48 kg/cm ²	
Modulo de elasticidad ponderada E_s :	450.00 kg/cm ²	
Relación de Poisson μ_s :	0.30	

B'	α	m'	n'	A ₀	A ₁	A ₂	F1	F2	I _s	I _F
Centro: 1.00	4	1.00	10	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.507	0.482
Esquina: 2.00	1	1.00	5	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	0.449	

z (m)		Δz (m)	E _s kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	3.00	3.00	450
$E_s = \frac{\sum E_{s(z)} \Delta z}{z} =$			450.00

Valores de Asentamientos:

Centro de la Cimentación Se = 1.478 cm Flexible = 14.781 mm	Esquina de la Cimentación Se = 0.655 cm = 6.551 mm	Diferencial Se = 0.823 cm = 8.230 mm
Se = 1.375 cm Rígida = 13.746 mm		

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 1: CIMIENTACIÓN CONTINUA O CORRIDA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024" Fecha: **MAYO DEL 2025**

Ubicación: **C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO** Calicata: **C-1**

$S_c = q_o(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_r I_f$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo											
Lado cimentación L :	4.00 m										
Ancho Cimentación B :	2.00 m										
Nivel de desplante cimentación Df :	2.50 m										
Esesor del estrato de suelo H :	10.00 m										
Presión neta aplicada sobre la cimentación q_o :	6.03 kg/cm ²										
Modulo de elasticidad ponderada E_s :	450.00 kg/cm ²										
Relación de Poissón μ_s :	0.30										
	B'	α	m'	n'	A_o	A₁	A₂	F1	F2	I_s	I_F
Centro:	1.00	4	2.00	10	0.767	1.246	0.020	0.641	0.031	0.658	0.620
Esquina:	2.00	1	2.00	5	0.593	1.061	0.073	0.526	0.058	0.550	

z (m)		Δz (m)	E _s kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	2.50	2.50	450
$E_s = \frac{\sum E_{s(z)} \Delta z}{z} =$			450.00

Valores de Asentamientos:

Centro de la Cimentación Se = 1.990 cm Flexible = 19.904 mm	Esquina de la Cimentación Se = 0.831 cm = 8.309 mm	Diferencial Se = 1.160 cm = 11.595 mm
Centro de la Cimentación Se = 1.851 cm Rígida = 18.511 mm		

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 2: CIMIENTACIÓN CUADRADA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024" Fecha: **MAYO DEL 2025**

Ubicación: **C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO** Calicata: **C-2**

$$S_c = q_o(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_x I_f$$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo

Lado cimentación **L** : 2.00 m

Ancho Cimentación **B** : 2.00 m Df/B = 1.5

Nivel de desplante cimentación **Df** : 3.00 m B/L = 1.0

Espesor del estrato de suelo **H** : 10.00 m L/B = 1.0 = m'

Presión neta aplicada sobre la cimentación **q_o** : 7.48 kg/cm²

Modulo de elasticidad ponderada **E_s** : 450.00 kg/cm²

Relación de Poissón **μ_s** : 0.30

	B'	α	m'	n'	A ₀	A ₁	A ₂	F1	F2	I _s	I _F
Centro:	1.00	4	1.00	10	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.507	0.482
Esquina:	2.00	1	1.00	5	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	0.449	

Z (m)		Δz (m)	E _s kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	3.00	3.00	450
$E_s = \frac{\sum E_{s(z)} \Delta z}{\bar{z}}$			450.00

Valores de Asentamientos:

Centro de la Cimentación Se = 1.478 cm Flexible = 14.781 mm	Esquina de la Cimentación Se = 0.655 cm = 6.551 mm	Diferencial Se = 0.823 cm = 8.230 mm
Centro de la Cimentación Se = 1.375 cm Rígida = 13.746 mm		

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 2: CIMENTACIÓN CONTINUA O CORRIDA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024" Fecha: MAYO DEL 2025

Ubicación: C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO Calicata: C-2

$$S_c = q_o (\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_L I_F$$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo

Lado cimentación **L** : 4.00 m
 Ancho Cimentación **B** : 2.00 m Df/B = 1.3
 Nivel de desplante cimentación **Df** : 2.50 m B/L = 0.5
 Espesor del estrato de suelo **H** : 10.00 m L/B = 2.0 = m'
 Presión neta aplicada sobre la cimentación **q_o** : 6.03 kg/cm²
 Modulo de elasticidad ponderada **E_s** : 450.00 kg/cm²
 Relación de Poisson **μ_s** : 0.30

	B'	α	m'	n'	A ₀	A ₁	A ₂	F1	F2	I _S	I _F
Centro:	1.00	4	2.00	10	0.767	1.246	0.020	0.641	0.031	0.658	0.620
Esquina:	2.00	1	2.00	5	0.593	1.061	0.073	0.526	0.058	0.550	

Z (m)		Δz (m)	E _s kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	2.50	2.50	450
$E_s = \frac{\sum E_{s(z)} \Delta z}{z} =$			450.00

Valores de Asentamientos:

Centro de la Cimentación Se = 1.990 cm Flexible = 19.904 mm	Esquina de la Cimentación Se = 0.831 cm = 8.309 mm	Diferencial Se = 1.160 cm = 11.595 mm
Centro de la Cimentación Se = 1.851 cm Rígida = 18.511 mm		

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 3: CIMIENTACIÓN CUADRADA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024" Fecha: **MAYO DEL 2025**

Ubicación: **C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO** Calicata: **C-3**

$$S_c = q_u (\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo

Lado cimentación **L**: 2.00 m

Ancho Cimentación **B**: 2.00 m Df/B = 1.5

Nivel de desplante cimentación **Df**: 3.00 m B/L = 1.0

Espesor del estrato de suelo **H**: 10.00 m L/B = 1.0 = m'

Presión neta aplicada sobre la cimentación **q_u**: 7.48 kg/cm²

Modulo de elasticidad ponderada **E_s**: 450.00 kg/cm²

Relación de Poisson **μ_s**: 0.30

	B'	α	m'	n'	A ₀	A ₁	A ₂	F1	F2	I _s	I _F
Centro:	1.00	4	1.00	10	0.782	0.782	0.010	0.498	0.016	0.507	0.482
Esquina:	2.00	1	1.00	5	0.686	0.686	0.038	0.437	0.031	0.449	

z (m)		Δz (m)	E _s kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	3.00	3.00	450

$$E_s = \frac{\sum E_{s(i)} \Delta z}{z} = 450.00$$

Valores de Asentamientos:

Centro de la Cimentación

Se = 1.478 cm Flexible

= 14.781 mm

Esquina de la Cimentación

Se = 0.655 cm

= 6.551 mm

Diferencial

Se = 0.823 cm

= 8.230 mm

Se = 1.375 cm Rígida

= 13.746 mm

Samanuel
Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Kevin
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 3: CIMIENTACIÓN CONTINUA O CORRIDA

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO BASADO EN LA TEORÍA DE ELASTICIDAD

Proyecto: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"
Fecha: MAYO DEL 2025

Ubicación: C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO
Calicata: C-3

$S_v = q_u(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$

Según Bowles (1987), del libro Braja Das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Séptima Edición, Ecuación 5.33

Datos de Cálculo

Lado cimentación **L** : 4.00 m
Ancho Cimentación **B** : 2.00 m **Df/B** = 1.3
Nivel de desplante cimentación **Df** : 2.50 m **B/L** = 0.5
Espesor del estrato de suelo **H** : 10.00 m **L/B** = 2.0 = m'
Presión neta aplicada sobre la cimentación **q_o** : 6.03 kg/cm²
Modulo de elasticidad ponderada **E_s** : 450.00 kg/cm²
Relación de Poisson **μ_s** : 0.30

	B'	α	m'	n'	A ₀	A ₁	A ₂	F1	F2	I _s	I _f
Centro:	1.00	4	2.00	10	0.767	1.246	0.020	0.641	0.031	0.658	0.620
Esquina:	2.00	1	2.00	5	0.593	1.061	0.073	0.526	0.058	0.550	

Centro de la Cimentación

Se = 1.990 cm Flexible
= 19.904 mm

Se = 1.851 cm Rígida
= 18.511 mm

Esquina de la Cimentación

Se = 0.831 cm
= 8.309 mm

Diferencial

Se = 1.160 cm
= 11.595 mm

z (m)		Δz (m)	Es kg/cm ²
Desde	Hasta		
0.00	2.50	2.50	450
$E_s = \frac{\sum E_{s(i)} \Delta z}{z} =$			450.00

Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Aquino Garcia Kevin Jhoel
MONTAÑA **AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

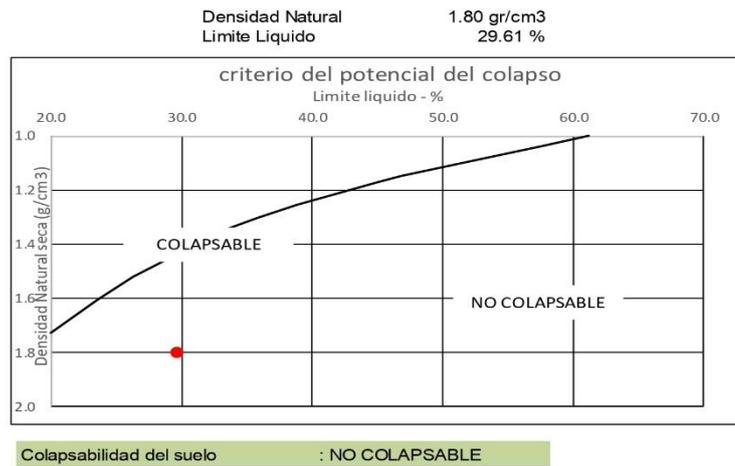


VII. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ESPECIALES DE LA CIMENTACIÓN

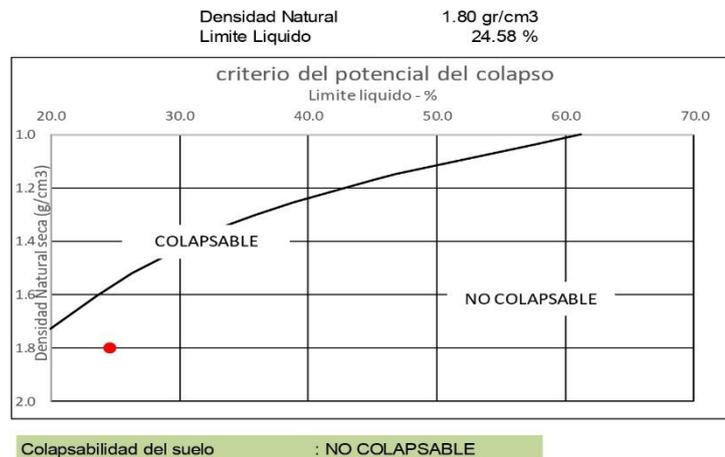
7.1. Colapso del suelo

Se realizó la evaluación del criterio potencial del colapso del suelo para uno de los puntos de exploración basados en la Densidad Máxima Seca y el Límite Líquido del suelo a lo que se llegó a los siguientes resultados:

Calicata 1:



Calicata 2:

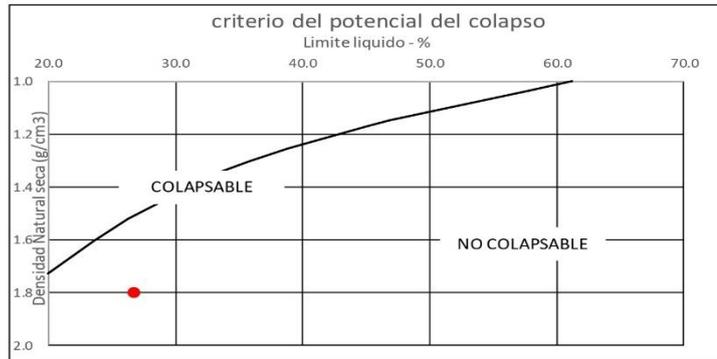


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



Calicata 3:

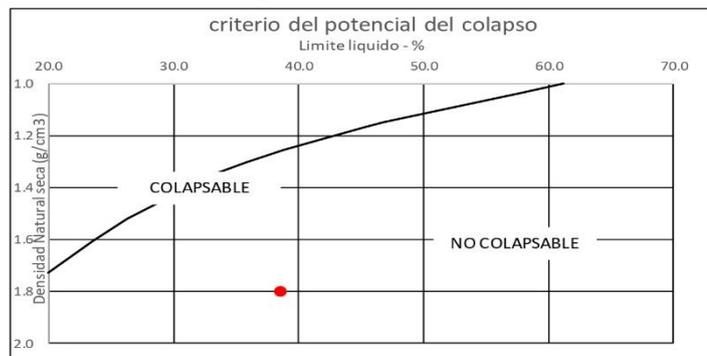
Densidad Natural 1.80 gr/cm³
Limite Liquido 26.71 %



Colapsabilidad del suelo : NO COLAPSABLE

Calicata 4:

Densidad Natural 1.80 gr/cm³
Limite Liquido 38.55 %



Colapsabilidad del suelo : NO COLAPSABLE

7.2. Expansión de los suelos

Problemas principalmente en suelos arcillosos como no lo es nuestro caso, para el presente estudio se verificó el Potencial de Expansión de suelos basados en el artículo 37.2 de la norma E-050. Y se encontró los siguientes resultados:

Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

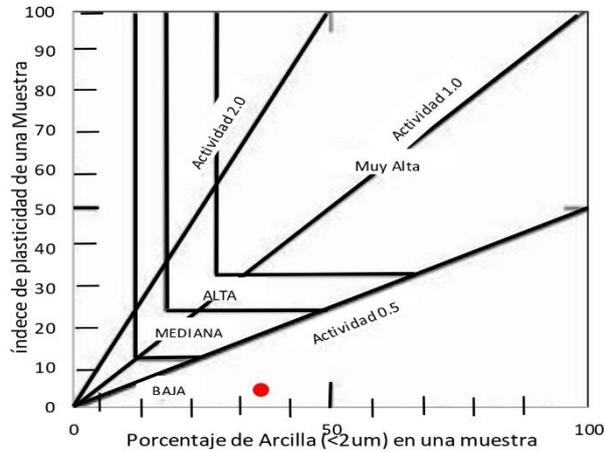
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



Calicata 1:

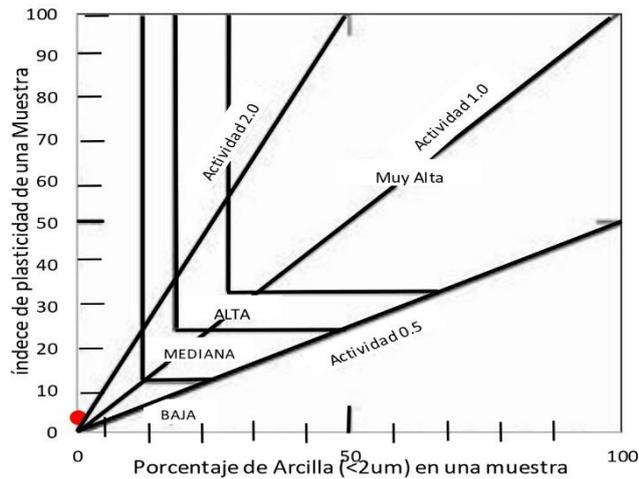
Índice de plasticidad (%) 4.24
Porcentaje de arcilla del suelo (%) 36.39



Potencial de Expansión del suelo: Bajo

Calicata 2:

Índice de plasticidad (%) 3.41
Porcentaje de arcilla del suelo (%) 0.21



Potencial de Expansión del suelo: Bajo

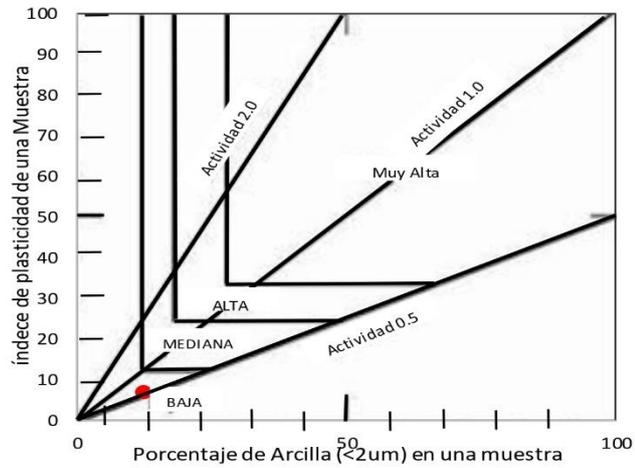

Ing. Samánel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Calicata 3:

Indice de plasticidad (%) 6.87
Porcentaje de arcilla del suelo (%) 12.29



Potencial de Expansión del suelo: Bajo

Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Aquino Garcia Kevin Jhoel
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



VIII. AGRESIÓN DEL SUELO

8.1. AGRESIÓN DEL SUELO AL CONCRETO DE LA CIMENTACIÓN

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principales). Sin embargo, la acción química del suelo sobre en concreto solo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimientto.

Cuadro N° 4: Elementos químicos nocivos para la cimentación

Presencia en el suelo de:	ppm	Grado de alteración	OBSERVACIONES
*SULFATOS	0-1000	Insignificante	Ocasiona un ataque químico al concreto de cimentación
	1,000 – 2,000	Moderado	
	2,000 – 20,000	Severo	
	> 20,000	Muy Severo	
**CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
**SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona pérdidas de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

*Comité 318-83 ACI

**Experiencia existente

Delos resultados obtenidos de los análisis químicos obtenidos a partir de las muestras representativas se tiene:


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Cuadro N° 5:
Resultado de análisis de sales solubles en planta de tratamiento

CALICATA N°	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	
	en ppm	en %
C - 1	1075	1.075
C - 2	1071	1.071
C - 3	1077	1.077
Promedio	1074	1.074

Cuadro N° 6:
Resultados de análisis de cloruros en planta de tratamiento

CALICATA N°	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	
	en ppm	en %
C - 1	131	0.131
C - 2	144	0.144
C - 3	138	0.138
Promedio	138	0.138

Cuadro N° 7:
Resultados de análisis de sulfatos en planta de tratamiento

CALICATA N°	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	
	en ppm	en %
C - 1	151	0.151
C - 2	144	0.144
C - 3	148	0.148
Promedio	148	0.148


Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TTC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



De los cuadros N° 5,6 y 7 (resultado de análisis químico), observamos que la concentración de sales, cloruros y sulfatos en la calicata, se encuentra por debajo de los valores permisibles, menor que 6000 ppm (valor permisible para cloruros), por lo que no ocasionara un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación.

De igual manera observamos concentraciones de sulfatos por debajo del valor permisible, menor que 1000 ppm, por lo que no ocasionara ataque químico al concreto de la cimentación.

De igual manera observamos concentraciones de sales solubles por debajo del valor permisible, menor que 15,000 ppm, por lo que no ocasionara problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

*Cuadro N° 8:
Resultados de contenido de orgánicos estratos 02*

CALICATA N°	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	
	en ppm	en %
C - 1	1345	1.345
C - 2	1342	1.342
C - 3	1347	1.347
Promedio	1345	1.345

Pero como existe precipitaciones altas puede incrementarse por el movimiento de las aguas que circulan con los afluentes líquidos o materias secas pulverulentas que son almacenados en reservorios o silos que pueden ser trasladadas hasta las áreas en edificios y se propaga en el interior del concreto, como el caso de los guas acidas, que pueden provocar el debilitamiento de la estructura de la pasta de cemento.

La disolución de compuestos solubles en el agua o materiales orgánicos que se propaga en el interior del concreto, como es el caso de las aguas acidas, que pueden provocar el debilitamiento de la estructura de la pasta de cemento.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

 laboratorio.montana.ing@gmail.com

 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Expansión que se debe a los compuestos débilmente solubles, que se forman en el interior del concreto y que dan origen al crecimiento de cristales, que originan una presión capaz de llevar a la ruptura de la estructura. Este es el caso de los sulfatos, que dan forma a cristales expansivos como la etringita y la thaumasita.

Los agentes biológicos que se pueden actuar sobre el concreto generando un deterioro de orden químico, son diferentes tipos de microorganismos: bacterias, hongos y líquenes, estos últimos en cuanto forman colonias de tamaño microscópico. El desarreglo que generan es superficial y solo se produce en concretos carbonatados, húmedos, cuya superficie se encuentra sucia o ha acumulado materia orgánica que sustente su crecimiento, el ataque no es directo sino por la acción química del metabolismo.

Los microorganismos no pueden existir dentro del concreto, por construir un ambiente hostil, no solo carente de nutrientes orgánicos sino con un valor de Ph alto que impide su vida.

Por lo expuesto se concluye se recomienda usar el cemento tipo I en la cimentación de las estructuras.


Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los suelos están formados por la acción del intemperismo, eventos geológicos y dinámicos de la naturaleza que permiten la variabilidad de terrenos de C.P. YANAG.
- El suelo en su mayoría está formado por un estrato diferenciados a simple vista, el estrato mayor consolidación se encuentra por debajo de la superficial.
- Se deberá prever que al momento de la construcción deben tener la uniformidad de la distribución de las cargas sobre el terreno a construir para no tener deformaciones laterales y deformaciones diferenciales mayores a los especificados.
- Se deberá prever al momento del diseño en la escorrentía de las lluvias para que no dañen las paredes laterales o afecten con el contacto directo con el suelo fino en la parte superior del terreno, por lo tanto, debe diseñarse un drenaje adecuado a la zona y al tipo de terreno
- Se sugiere al proyectista que la cimentación se diseñara para evitar los asentamientos diferenciales mayores a los indicados y por ser una construcción esencial de la categoría **C** en esta obra deben ser construidos para resistir sismos de magnitud media.
- De los ensayos realizados en el capítulo VIII, se recomienda utilizar el cemento tipo I en las cimentaciones de cada elemento estructural, por tener el suelo elementos dañinos por debajo de los niveles mínimos.
- El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto **“COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024”**.


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



BIBLIOGRAFIA

- 1.- Geo Lima (1998) VIII Congreso Nacional de Mecánica de suelos, Ingeniería de cimentaciones y mecánicas de rocas.
- 2.- Juárez Badillo – Rico Rodríguez (1996) Mecánica de suelos toma II, Limusa.
- 3.- Alfonso Rico Rodríguez – Hermilio del Castillo (1998) La ingeniería de suelos en las vías de Transporte, Limusa.
- 4.- Terzaghi. K. y Peck. R (1973), Mecánica de suelos en al Ingeniería Practica, Buenos Aires: El Ateneo.
- 5.- Reglamento Nacional de Construcción, Norma Técnica de Edificaciones E-0.50 Suelos y Cimentaciones (1997).
- 6.- Crespo Villalaz Carlos (1980), Mecánica de suelos y cimentaciones, Editorial Limusa.
- 7.- Karl Terzaghi, Ralph Peck, Golamreza Mesri “Soil Mechanics in Engineering Practice” (1996), Jhon Wiley & Sons Inc.
- 8.- José Maria Rodríguez Ortiz, “Curso Aplicado de Cimentaciones”
- 9.- M.J. Tomlinson, Cimentaciones “Diseño y Construcción”


Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968



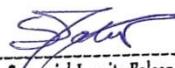
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANEXO

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN C-1					
Profesional Responsable (PR): FALCON PARDAVE SAMANIEL JUANITO			Ing. Civil CIP: 218968		
Tipo de cimentación:					
Aternativa 01:	Cimiento superficial cuadrada de concreto armado sobre Grava limosa con bloques GM				
Aternativa 02:	Cimiento superficial continua o corrida de concreto armado sobre Grava limosa con bloques GM				
Aternativa 03:	Cimiento superficial circular de concreto armado sobre Grava limosa con bloques GM				
Estrato de apoyo de la cimentación:					
GM	Graba bien graduada con pocos finos				
Profundidad de la Napa Freática:			No presenta	N.F. = No registra	Fecha: 22/05/2025
Parámetros de Diseño de Cimentación:					
Profundidad de Cimentación:					
Aternativa 01:	0.80 m	Aternativa 02:	0.80 m	Aternativa 03:	0.80 m
Presión Admisible:					
Aternativa 01:	1.93 kg/cm ²	Aternativa 02:	1.53	Aternativa 03:	1.92 kg/cm ²
Factor de Seguridad por Corte (Estatico, Dinámico)			3		
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:					
Aternativa 01:	Flexible:	1.478 cm	Rigida:	1.375 cm	
Aternativa 02:	Flexible:	1.990 cm	Rigida:	1.851 cm	
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)					
Zona Sísmica:			Z= 2		
Factor del suelo (S):			s2 - suelos intermedios S=1.20		
Periodo TP (S):			0.60		
Periodo TL (S):			2.00		
Agradividad del suelo a la Cimentación:					
El suelo de cimentación no presenta agresividad al concreto, usar cemento tipo I, a/c (maximo) = según diseño, f/c (minimo) = 210 kg/cm ² , recubrimiento mínimo = 4 cm					
Problemas Especiales de cimentación					
Colapso			: NO COLAPSABLE		
Expansión			: Baja		

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN C-2					
Profesional Responsable (PR): FALCON PARDAVE SAMANIEL JUANITO			Ing. Civil CIP: 218968		
Tipo de cimentación:					
Aternativa 01:	Cimiento superficial cuadrada de concreto armado sobre Grava bien graduada con pocos finos GW				
Aternativa 02:	Cimiento superficial continua o corrida de concreto armado sobre Grava bien graduada con pocos finos GW				
Aternativa 03:	Cimiento superficial circular de concreto armado sobre Grava bien graduada con pocos finos GW				
Estrato de apoyo de la cimentación:					
GW	Graba bien graduada con pocos finos				
Profundidad de la Napa Freática:			No presenta	N.F. = No registra	Fecha: 19/05/2025
Parámetros de Diseño de Cimentación:					
Profundidad de Cimentación:					
Aternativa 01:	3.00 m	Aternativa 02:	2.50 m	Aternativa 03:	3.00 m
Presión Admisible:					
Aternativa 01:	2.31 kg/cm ²	Aternativa 02:	1.86 kg/cm ²	Aternativa 03:	2.29 kg/cm ²
Factor de Seguridad por Corte (Estatico, Dinámico)			3		
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:					
Aternativa 01:	Flexible:	1.478 cm	Rigida:	1.375 cm	
Aternativa 02:	Flexible:	1.990 cm	Rigida:	1.851 cm	
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)					
Zona Sísmica:			Z= 2		
Factor del suelo (S):			s2 - suelos intermedios S=1.20		
Periodo TP (S):			0.60		
Periodo TL (S):			2.00		
Agradividad del suelo a la Cimentación:					
El suelo de cimentación no presenta agresividad al concreto, usar cemento tipo I, a/c (maximo) = según diseño, f/c (minimo) = 210 kg/cm ² , recubrimiento mínimo = 4 cm					
Problemas Especiales de cimentación					
Colapso			: NO COLAPSABLE		
Expansión			: Baja		


Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

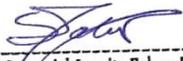
laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428

pág. 59



RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN C-3					
Profesional Responsable (PR): FALCON PARDAVE SAMANIEL JUANITO			Ing. Civil CIP: 218968		
Tipo de cimentación:					
Aternativa 01:	Cimiento superficial cuadrada de concreto armado sobre Grava arcilloso-limosa con bloques GC-GM				
Aternativa 02:	Cimiento superficial continua o corrida de concreto armado sobre Grava arcilloso-limosa con bloques GC-GM				
Aternativa 03:	Cimiento superficial circular de concreto armado sobre Grava arcilloso-limosa con bloques GC-GM				
Estrato de apoyo de la cimentación:					
GC-GM	Grava arcilloso-limosa con bloques GC-GM				
Profundidad de la Napa Freática:			No presenta		N.F. = No registra
Parámetros de Diseño de Cimentación:			Fecha: 22/05/2025		
Profundidad de Cimentación:					
Aternativa 01:	3.00 m	Aternativa 02:	2.50 m	Aternativa 03:	3.00 m
Presión Admisible:					
Aternativa 01:	2.31 kg/cm2	Aternativa 02:	1.86 kg/cm2	Aternativa 03:	2.29 kg/cm2
Factor de Seguridad por Corte (Estatico, Dinámico) 3					
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:					
Aternativa 01:	Flexible:	1.478 cm	Rigida:	1.375 cm	
Aternativa 02:	Flexible:	1.990 cm	Rigida:	1.851 cm	
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)					
Zona Sísmica:			Z= 2		
Factor del suelo (S):			s2 - suelos intermedios S=1.20		
Periodo TP (S):			0.60		
Periodo TL (S):			2.00		
Abrasividad del suelo a la Cimentación:					
El suelo de cimentación no presenta agresividad al concreto, usar cemento tipo I, a/c (maximo) = según diseño, f/c (minimo) = 210 kg/cm2, recubrimiento mínimo = 4 cm					
Problemas Especiales de cimentación					
Colapso : NO COLAPSABLE					
Expasión : Baja					


Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

 
MONTAÑA AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN
DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y
ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

CALICATA : C-1

FECHA : MAYO DEL 2025

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES	20	23	38	57
Suelo Humedo + Tarro	76.50	74.55	72.02	74.21
Suelo seco + Tarro	67.06	66.50	64.88	66.39
Peso de Tarro	35.84	39.45	39.96	37.42
Peso del Agua	9.44	8.05	7.14	7.82
Peso de Suelo Seco	31.22	27.05	24.92	28.97
HUMEDAD %	30.24	29.76	28.65	26.99

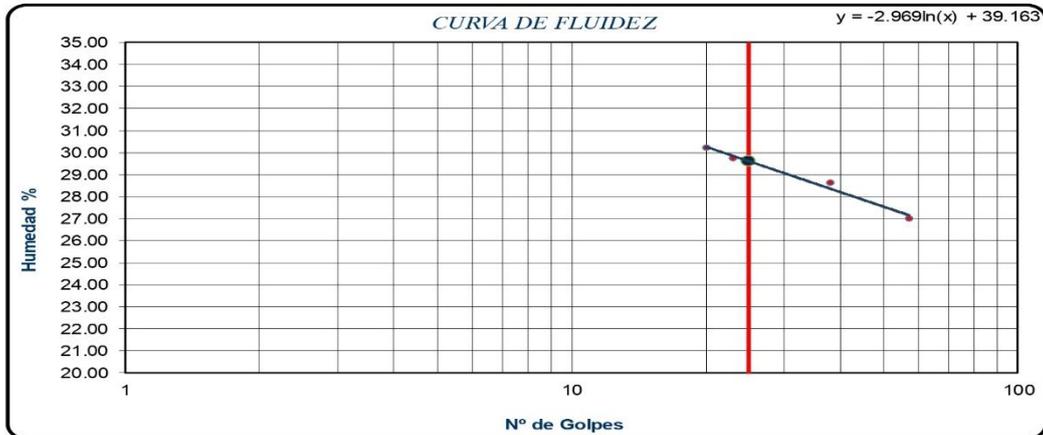
LIMITE LIQUIDO : 29.61

LIMITE PLÁSTICO : 25.36

ÍNDICE PLÁSTICO : 4.24

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	45.99	42.47	45.74
Suelo seco + Tarro	44.54	41.30	44.37
Peso de Tarro	39.06	36.42	39.03
Peso del Agua	1.45	1.17	1.37
Peso de Suelo Seco	5.48	4.88	5.34
HUMEDAD %	26.46	23.98	25.66



J. Falcon
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

K. Garcia
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



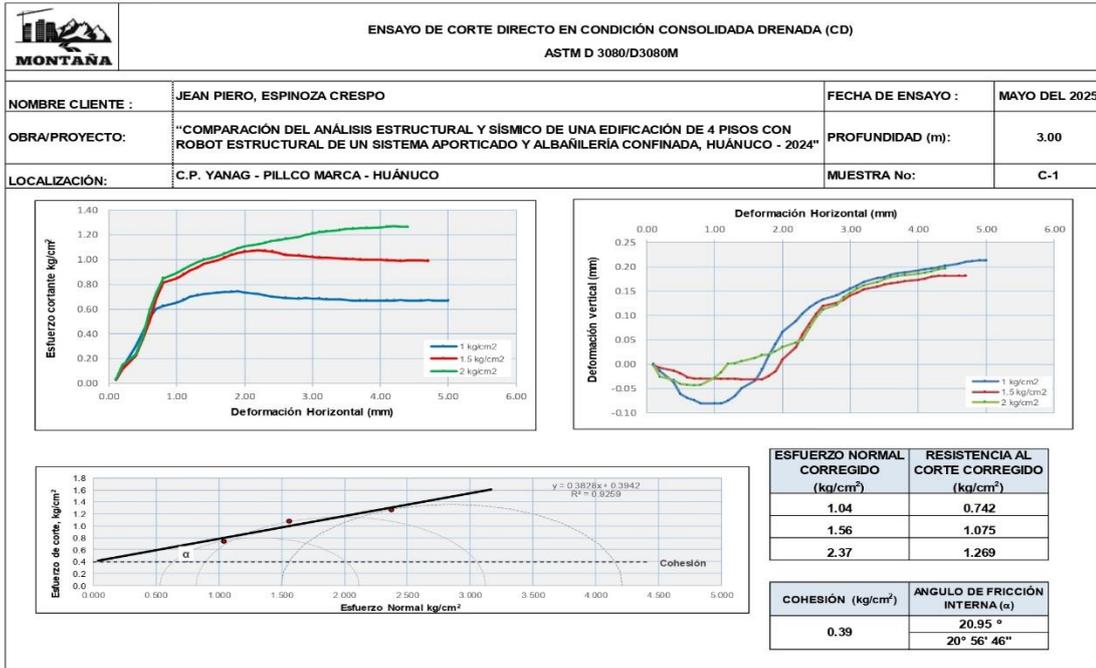
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD) - DATOS DE LA MUESTRA																							
ASTM D 3080/D3080M																							
NOMBRE CLIENTE : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO															PROFUNDIDAD (m):		3.00						
PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"															MUESTRA No:		C-1						
ESPECIMEN No. 01					ESPECIMEN No. 02					ESPECIMEN No. 03													
Esfuerzo Normal:					Esfuerzo Normal:					Esfuerzo Normal:													
Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido		Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido		Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido	
	Horizontal	Vertical				Horizontal	Vertical		Horizontal	Vertical				Horizontal	Vertical		Horizontal	Vertical				Horizontal	Vertical
Min./Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Min./Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Min./Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
0 : 10	0.10	0.001	0.80	0.93	29.03	1.00	0.03	0 : 10	0.10	-0.002	0.58	0.80	29.03	1.50	0.03	0 : 10	0.10	-0.001	0.80	0.93	29.03	2.00	0.03
0 : 20	0.20	-0.014	5.66	3.64	28.97	1.00	0.13	0 : 20	0.20	-0.007	5.13	3.34	28.97	1.51	0.12	0 : 20	0.20	-0.028	6.77	4.26	28.97	2.01	0.15
0 : 30	0.40	-0.037	14.70	8.68	28.85	1.01	0.30	0 : 30	0.40	-0.013	10.65	8.42	28.85	1.51	0.22	0 : 30	0.40	-0.032	11.28	6.77	28.85	2.02	0.23
0 : 40	0.50	-0.061	20.45	11.88	28.79	1.01	0.41	0 : 40	0.50	-0.019	17.53	10.26	28.79	1.52	0.36	0 : 40	0.50	-0.040	18.50	10.80	28.79	2.02	0.38
0 : 50	0.60	-0.069	26.58	15.30	28.73	1.01	0.53	0 : 50	0.60	-0.027	25.54	14.72	28.73	1.52	0.51	0 : 50	0.60	-0.042	29.72	17.04	28.73	2.03	0.59
1 : 0	0.70	-0.073	30.09	17.25	28.66	1.01	0.60	1 : 0	0.70	-0.029	34.34	19.61	28.66	1.52	0.68	1 : 0	0.70	-0.043	36.58	20.86	28.66	2.03	0.73
1 : 10	0.80	-0.080	31.34	17.94	28.60	1.02	0.63	1 : 10	0.80	-0.029	40.95	23.26	28.60	1.53	0.81	1 : 10	0.80	-0.042	42.68	24.25	28.60	2.03	0.85
1 : 20	1.00	-0.080	32.59	18.64	28.48	1.02	0.65	1 : 20	1.00	-0.029	42.57	24.18	28.48	1.53	0.85	1 : 20	1.00	-0.028	44.79	25.42	28.48	2.04	0.89
1 : 30	1.10	-0.080	33.53	19.16	28.42	1.02	0.67	1 : 30	1.10	-0.030	44.19	25.08	28.42	1.54	0.88	1 : 30	1.10	-0.016	46.25	26.23	28.42	2.05	0.92
1 : 40	1.20	-0.075	34.77	19.85	28.36	1.03	0.70	1 : 40	1.20	-0.030	45.58	25.96	28.36	1.54	0.91	1 : 40	1.20	0.001	47.52	26.93	28.36	2.05	0.95
1 : 50	1.30	-0.065	35.40	20.20	28.30	1.03	0.71	1 : 50	1.30	-0.030	46.73	26.49	28.30	1.54	0.94	1 : 50	1.30	0.002	48.80	27.64	28.30	2.06	0.98
2 : 0	1.40	-0.049	35.71	20.37	28.24	1.03	0.72	2 : 0	1.40	-0.031	48.12	27.26	28.24	1.55	0.97	2 : 0	1.40	0.007	49.89	28.25	28.24	2.06	1.00
2 : 10	1.60	-0.033	36.02	20.55	28.12	1.03	0.73	2 : 10	1.60	-0.031	49.27	27.90	28.12	1.55	0.99	2 : 10	1.60	0.013	50.98	28.85	28.12	2.07	1.03
2 : 20	1.70	-0.010	36.33	20.72	28.06	1.04	0.74	2 : 20	1.70	-0.031	50.43	28.55	28.06	1.56	1.02	2 : 20	1.70	0.019	52.07	29.46	28.06	2.07	1.05
2 : 30	1.80	0.017	36.33	20.72	28.00	1.04	0.74	2 : 30	1.80	-0.024	51.35	29.06	28.00	1.56	1.04	2 : 30	1.80	0.020	52.98	29.96	28.00	2.08	1.07
2 : 40	1.90	0.042	36.33	20.72	27.93	1.04	0.74	2 : 40	1.90	-0.015	52.04	29.44	27.93	1.56	1.05	2 : 40	1.90	0.027	53.89	30.46	27.93	2.08	1.09
2 : 50	2.00	0.067	35.71	20.37	27.87	1.04	0.73	2 : 50	2.00	0.010	52.50	29.69	27.87	1.57	1.07	2 : 50	2.00	0.036	54.61	30.86	27.87	2.09	1.11
3 : 0	2.20	0.089	35.09	20.03	27.75	1.05	0.72	3 : 0	2.20	0.035	52.73	29.82	27.75	1.57	1.07	3 : 0	2.20	0.045	55.16	31.17	27.75	2.10	1.12
3 : 10	2.30	0.104	34.46	19.68	27.69	1.05	0.71	3 : 10	2.30	0.061	52.50	29.69	27.69	1.58	1.07	3 : 10	2.30	0.050	55.71	31.47	27.69	2.10	1.14
3 : 20	2.40	0.117	33.84	19.33	27.63	1.05	0.70	3 : 20	2.40	0.083	52.04	29.44	27.63	1.58	1.07	3 : 20	2.40	0.076	56.25	31.77	27.63	2.11	1.15
3 : 30	2.50	0.126	33.53	19.16	27.57	1.06	0.70	3 : 30	2.50	0.104	51.35	29.06	27.57	1.58	1.05	3 : 30	2.50	0.098	56.61	31.97	27.57	2.11	1.16
3 : 40	2.60	0.133	33.21	18.98	27.51	1.06	0.69	3 : 40	2.60	0.120	50.43	28.55	27.51	1.59	1.04	3 : 40	2.60	0.112	56.98	32.18	27.51	2.12	1.17
3 : 50	2.80	0.142	32.90	18.81	27.39	1.06	0.69	3 : 50	2.80	0.126	49.96	28.29	27.39	1.59	1.03	3 : 50	2.80	0.122	57.34	32.38	27.39	2.12	1.18
4 : 0	2.90	0.148	32.90	18.81	27.33	1.06	0.69	4 : 0	2.90	0.132	49.50	28.03	27.33	1.60	1.03	4 : 0	2.90	0.138	58.07	32.78	27.33	2.13	1.20
4 : 10	3.00	0.156	32.59	18.64	27.27	1.07	0.68	4 : 10	3.00	0.141	49.27	27.90	27.27	1.60	1.02	4 : 10	3.00	0.147	58.61	33.08	27.27	2.13	1.21
4 : 20	3.10	0.162	32.59	18.64	27.20	1.07	0.69	4 : 20	3.10	0.147	48.81	27.65	27.20	1.60	1.02	4 : 20	3.10	0.156	58.98	33.29	27.20	2.14	1.22
4 : 30	3.20	0.169	32.28	18.47	27.14	1.07	0.68	4 : 30	3.20	0.154	48.58	27.52	27.14	1.61	1.01	4 : 30	3.20	0.162	59.16	33.38	27.14	2.14	1.23
4 : 40	3.40	0.177	31.97	18.29	27.02	1.08	0.68	4 : 40	3.40	0.160	48.12	27.26	27.02	1.61	1.01	4 : 40	3.40	0.169	59.34	33.48	27.02	2.15	1.24
4 : 50	3.50	0.179	31.65	18.12	26.96	1.08	0.67	4 : 50	3.50	0.164	47.89	27.14	26.96	1.62	1.01	4 : 50	3.50	0.175	59.70	33.68	26.96	2.16	1.25
5 : 0	3.60	0.184	31.34	17.94	26.90	1.08	0.67	5 : 0	3.60	0.166	47.66	27.01	26.90	1.62	1.00	5 : 0	3.60	0.179	59.67	33.67	26.90	2.16	1.25
5 : 10	3.70	0.187	31.34	17.94	26.84	1.08	0.67	5 : 10	3.70	0.168	47.42	26.88	26.84	1.63	1.00	5 : 10	3.70	0.181	59.62	33.64	26.84	2.17	1.25
5 : 20	3.80	0.189	31.34	17.94	26.78	1.09	0.67	5 : 20	3.80	0.171	47.19	26.75	26.78	1.63	1.00	5 : 20	3.80	0.183	59.57	33.61	26.78	2.17	1.26
5 : 30	4.00	0.192	31.03	17.77	26.66	1.09	0.67	5 : 30	4.00	0.173	46.96	26.62	26.66	1.64	1.00	5 : 30	4.00	0.186	59.51	33.58	26.66	2.18	1.26
5 : 40	4.10	0.195	31.03	17.77	26.60	1.09	0.67	5 : 40	4.10	0.176	46.73	26.49	26.60	1.64	1.00	5 : 40	4.10	0.188	59.77	33.72	26.60	2.19	1.27
5 : 50	4.20	0.197	31.03	17.77	26.54	1.10	0.67	5 : 50	4.20	0.180	46.50	26.37	26.54	1.64	0.99	5 : 50	4.20	0.191	59.68	33.67	26.54	2.19	1.27
6 : 0	4.30	0.199	31.03	17.77	26.48	1.10	0.67	6 : 0	4.30	0.182	46.27	26.24	26.48	1.65	0.99	6 : 0	4.30	0.195	59.29	33.46	26.48	2.20	1.26
6 : 10	4.40	0.203	30.72	17.60	26.42	1.10	0.67	6 : 10	4.40	0.182	46.27	26.24	26.42	1.65	0.99	6 : 10	4.40	0.197	59.15	33.38	26.42	2.20	1.26
6 : 20	4.60	0.207	30.72	17.60	26.29	1.11	0.67	6 : 20	4.60	0.182	46.04	26.11	26.29	1.66	0.99	6 : 20							
6 : 30	4.70	0.210	30.72	17.60	26.23	1.11	0.67	6 : 30	4.70	0.182	45.81	25.98	26.23	1.66	0.99	6 : 30							
6 : 40	4.80	0.212	30.41	17.43	26.17	1.11	0.67	6 : 40	4.70	0.182	45.81	25.98	26.23	1.66	0.99	6 : 40							
6 : 50	4.90	0.214	30.41	17.43	26.11	1.11	0.67	6 : 50								6 : 50							
7 : 0	5.00	0.214	30.41	17.43	26.05	1.12	0.67	7 : 0								7 : 0							

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



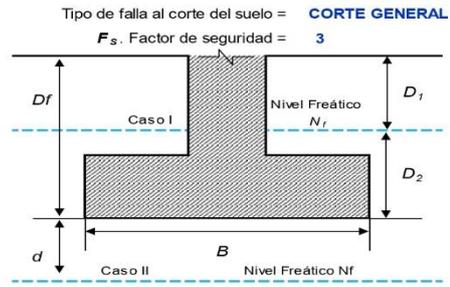
CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DEL SUELO - CAPACIDAD DE CARGA PEMISIBLE DEL SUELO

PROYECTO: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"
SOLICITANTE: JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO
LOCALIZACIÓN: C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

MUESTRA: C-1
PROF. MUESTRA: 3.00 m
CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN: SUCS: GM
 AASHTO: A-4 (0)

A. DATOS GENERALES:

Método de cálculo = **Terzaghi 1943**
 C' , Cohesión del suelo = **0.39** kg/cm²
 ϕ' , Angulo de fricción interna del suelo = **20.95** °
 FS_{corte} , Factor de seguridad a la falla por corte = **1.40** FS_{corte} entre 1.4 y 1.6
 C' , Cohesión del suelo (ajustada por falla al corte) = **0.28** kg/cm²
 ϕ' , Angulo de fricción interna (ajustada por falla al corte) = **15.29** °
 γ , Peso específico del suelo = **0.00180** kg/cm³
 γ_{sat} , Peso específico del suelo saturado = **0.00200** kg/cm³
 N_f , Nivel freático **NO** = **0.00** m



B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

N_c : **13.05** N_q : **4.58** N_γ : **1.60**

C. AFECTACIÓN POR PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO:

Ancho B, m	Desplante D_f , m	Caso N_f	d, m	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ (kg/cm ³)	$\gamma = \gamma' + \frac{\sigma}{s} (\gamma - \gamma')$ (kg/cm ³)	q (kg/cm ²)	γ , Peso específico del suelo a usar en el calculo de q_{adm} (kg/cm ³)
1.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.50	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
2.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.50	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
2.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.50	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
2.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.50	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
2.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.50	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
2.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.50	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
2.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.50	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
2.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
1.50	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
2.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



D. CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO:
CIMENTACIÓN CONTÍNUA O CORRIDA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D _f , m	γ ajustado por N _s , kg/cm ³	q _s ajustado por N _s , (kg/cm ²)	q _{u+} (kg/cm ²)	q _u (neta), (kg/cm ²)	q _{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q _{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q _{adm} (bruta), (tn)	Q _{adm} (neta), (Tn)
1.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.23	4.14	1.41	1.38	28.21	27.61
1.50	3.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.30	4.21	1.43	1.40	64.57	63.22
2.00	4.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.38	4.29	1.46	1.43	116.71	114.31
1.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.64	4.46	1.55	1.49	30.96	29.76
1.50	3.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.72	4.54	1.57	1.51	70.75	68.05
2.00	4.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.79	4.61	1.60	1.54	127.70	122.90
1.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.06	4.79	1.69	1.60	33.71	31.91
1.50	3.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.13	4.86	1.71	1.62	76.93	72.88
2.00	4.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.20	4.93	1.73	1.64	138.69	131.49
1.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.47	5.11	1.82	1.70	36.46	34.06
1.50	3.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.54	5.18	1.85	1.73	83.12	77.72
2.00	4.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.61	5.25	1.87	1.75	149.69	140.09
1.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.88	5.43	1.96	1.81	39.21	36.21
1.50	3.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.95	5.50	1.98	1.83	89.30	82.55
2.00	4.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.03	5.58	2.01	1.86	160.68	148.68
1.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.29	5.75	2.10	1.92	41.96	38.36
1.50	3.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.37	5.83	2.12	1.94	95.48	87.38
2.00	4.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.44	5.90	2.15	1.97	171.67	157.27
1.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.71	6.08	2.24	2.03	44.70	40.50
1.50	3.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.78	6.15	2.26	2.05	101.67	92.22
2.00	4.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.85	6.22	2.28	2.07	182.66	165.86
1.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.12	6.40	2.37	2.13	47.45	42.65
1.50	3.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.19	6.47	2.40	2.16	107.85	97.05
2.00	4.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.26	6.54	2.42	2.18	193.66	174.46

CIMENTACIÓN CUADRADA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D _f , m	γ ajustado por N _s , kg/cm ³	q _s ajustado por N _s , (kg/cm ²)	q _{u+} (kg/cm ²)	q _u (neta), (kg/cm ²)	q _{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q _{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q _{adm} (bruta), (tn)	Q _{adm} (neta), (Tn)
1.00	1.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.31	5.22	1.77	1.74	17.69	17.39
1.50	1.50	0.50	0.00180000	0.090000	5.36	5.27	1.79	1.76	40.23	39.55
2.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.42	5.33	1.81	1.78	72.29	71.09
1.00	1.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.72	5.54	1.91	1.85	19.06	18.46
1.50	1.50	1.00	0.00180000	0.180000	5.78	5.60	1.93	1.87	43.32	41.97
2.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.83	5.65	1.94	1.88	77.78	75.38
1.00	1.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.13	5.86	2.04	1.95	20.44	19.54
1.50	1.50	1.50	0.00180000	0.270000	6.19	5.92	2.06	1.97	46.41	44.39
2.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.25	5.98	2.08	1.99	83.28	79.68
1.00	1.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.54	6.18	2.18	2.06	21.81	20.61
1.50	1.50	2.00	0.00180000	0.360000	6.60	6.24	2.20	2.08	49.50	46.80
2.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.66	6.30	2.22	2.10	88.78	83.98
1.00	1.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.95	6.50	2.32	2.17	23.18	21.68
1.50	1.50	2.50	0.00180000	0.450000	7.01	6.56	2.34	2.19	52.60	49.22
2.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	7.07	6.62	2.36	2.21	94.27	88.27
1.00	1.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.37	6.83	2.46	2.28	24.56	22.76
1.50	1.50	3.00	0.00180000	0.540000	7.42	6.88	2.47	2.29	55.69	51.64
2.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.48	6.94	2.49	2.31	99.77	92.57
1.00	1.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.78	7.15	2.59	2.38	25.93	23.83
1.50	1.50	3.50	0.00180000	0.630000	7.84	7.21	2.61	2.40	58.78	54.05
2.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.89	7.26	2.63	2.42	105.27	96.87
1.00	1.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.19	7.47	2.73	2.49	27.31	24.91
1.50	1.50	4.00	0.00180000	0.720000	8.25	7.53	2.75	2.51	61.87	56.47
2.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.31	7.59	2.77	2.53	110.76	101.16

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



CIMENTACIÓN CIRCULAR:

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_f , m	f_c ajustado por N_f , kg/cm ³	q_c ajustado por N_f , (kg/cm ²)	q_u , (kg/cm ²)	q_u (neta), (kg/cm ²)	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
1.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.28	5.19	1.76	1.73	13.82	13.58
1.50	0.50	0.00180000	0.09000000	5.32	5.23	1.77	1.74	31.34	30.81
2.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.36	5.27	1.79	1.76	56.17	55.23
1.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.69	5.51	1.90	1.84	14.89	14.42
1.50	1.00	0.00180000	0.18000000	5.73	5.55	1.91	1.85	33.77	32.71
2.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.78	5.60	1.93	1.87	60.49	58.60
1.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.10	5.83	2.03	1.94	15.97	15.27
1.50	1.50	0.00180000	0.27000000	6.14	5.87	2.05	1.96	36.20	34.61
2.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.19	5.92	2.06	1.97	64.80	61.98
1.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.51	6.15	2.17	2.05	17.05	16.11
1.50	2.00	0.00180000	0.36000000	6.56	6.20	2.19	2.07	38.62	36.50
2.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.60	6.24	2.20	2.08	69.12	65.35
1.00	2.50	0.00180000	0.45000000	6.93	6.48	2.31	2.16	18.13	16.95
1.50	2.50	0.00180000	0.45000000	6.97	6.52	2.32	2.17	41.05	38.40
2.00	2.50	0.00180000	0.45000000	7.01	6.56	2.34	2.19	73.44	68.72
1.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.34	6.80	2.45	2.27	19.21	17.80
1.50	3.00	0.00180000	0.54000000	7.38	6.84	2.46	2.28	43.48	40.30
2.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.42	6.88	2.47	2.29	77.75	72.10
1.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.75	7.12	2.58	2.37	20.29	18.64
1.50	3.50	0.00180000	0.63000000	7.79	7.16	2.60	2.39	45.91	42.20
2.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.84	7.21	2.61	2.40	82.07	75.47
1.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.16	7.44	2.72	2.48	21.37	19.49
1.50	4.00	0.00180000	0.72000000	8.21	7.49	2.74	2.50	48.34	44.10
2.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.25	7.53	2.75	2.51	86.39	78.85

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CUADRADA

Ancho B, m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.49	2.31
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		99.77	92.57

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CONTÍNUA O CORRIDA

Ancho B, m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	2.50	2.01	1.86
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		160.68	148.68

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CIRCULAR

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.47	2.29
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		77.75	72.10

Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

962306428



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

CALICATA : C-1

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

FECHA : MAYO DEL 2025

MUESTRA	PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS AASHTO
			Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	

M-01	0.20		Material Organico		pt
M-02	2.80		63.61% Suelo de partículas gruesas, compuesto por grava de angulosa a subangulosa, con predominancia de roca ígnea tipo granito o granodiorita, color rojizo/marrón		GM A-4 (0)

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

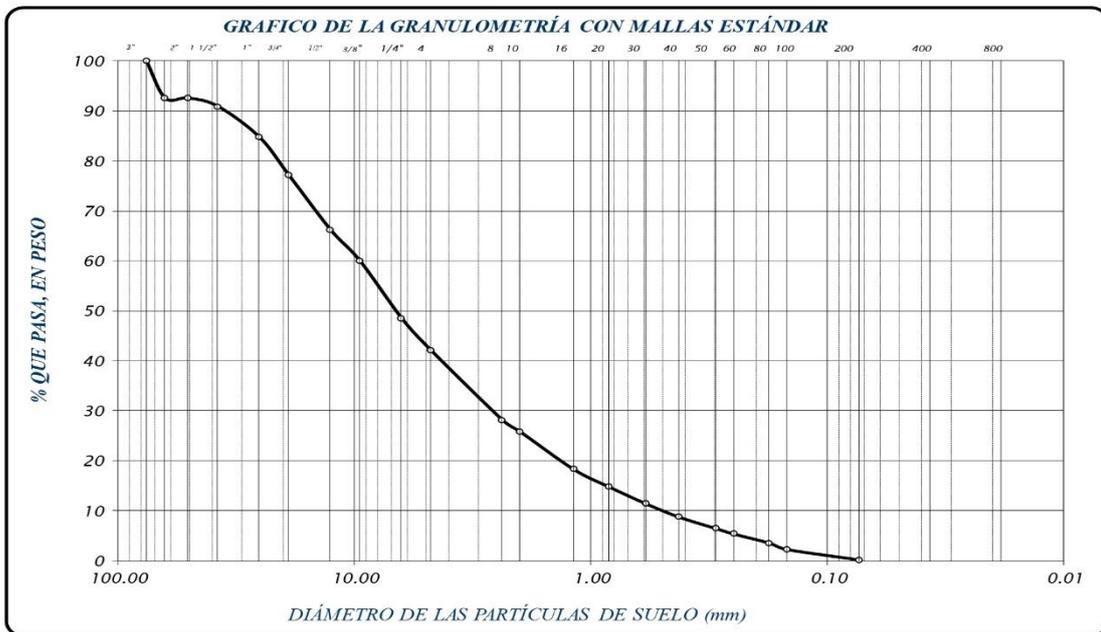


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

“COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA

PROYECTO : CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"
UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO
SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO
CALICATA : C-2
FECHA : MAYO DEL 2025

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)
GRUESA	3"	76.200		0.00	0.00	100.00	6204	5033	213
	2 1/2"	63.500	359.00	7.45	7.45	92.55	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	2"	50.800		0.00	7.45	92.55	Material de suelo de partículas gruesas equivalente a:		
	1 1/2"	38.100	78.00	1.62	9.07	90.93	99.79%		
	1"	25.400	296.00	6.14	15.21	84.79	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	3/4"	19.050	367.00	7.61	22.82	77.18	Limite Líquido	=	24.58
	1/2"	12.700	526.00	10.91	33.73	66.27	Limite Plástico	=	21.17
	3/8"	9.525	301.00	6.24	39.98	60.02	Índice Plástico	=	3.41
	1/4"	6.350	552.00	11.45	51.43	48.57	Coefficiente de Curvatura	=	N.P.
	No 4	4.760	312.00	6.47	57.90	42.10	Coefficiente de Uniformidad	=	N.P.
MEDIANA	No 8	2.380	670.00	13.90	71.80	28.20	CLASIFICACIÓN		
	No 10	2.000	114.00	2.37	74.17	25.83	SUCS	:	GW
	No 16	1.190	362.00	7.51	81.68	18.32	AASHTO	:	A-1-a (0)
	No 20	0.840	171.00	3.55	85.23	14.77	OBSERVACIONES		
	No 30	0.590	100.00	3.32	88.55	11.45	% de grava	=	57.90%
	No 40	0.426	130.00	2.70	91.24	8.76	% de arena	=	41.89%
	No 50	0.297	111.00	2.30	93.55	6.45	% de limo y arcilla	=	0.21%
	No 60	0.250	52.00	1.08	94.63	5.37	% de humedad	=	24.20%
	No 80	0.177	87.00	1.80	96.43	3.57			
	No 100	0.149	62.00	1.29	97.72	2.28			
FINA	No 200	0.074	100.00	2.07	99.79	0.21			
	CAZOLETA	0.000	10.00	0.21	100.00	0.00			
TOTAL			4820.00	100.00					



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

CALICATA : C-2

FECHA : MAYO DEL 2025

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES	15	22	34	43
Suelo Humedo + Tarro	64.26	74.74	66.48	69.25
Suelo seco + Tarro	55.51	64.44	57.97	60.66
Peso de Tarro	22.25	22.85	22.61	22.43
Peso de Agua	8.75	10.30	8.51	8.59
Peso de Suelo Seco	33.26	41.59	35.36	38.23
HUMEDAD %	26.31	24.77	24.07	22.47

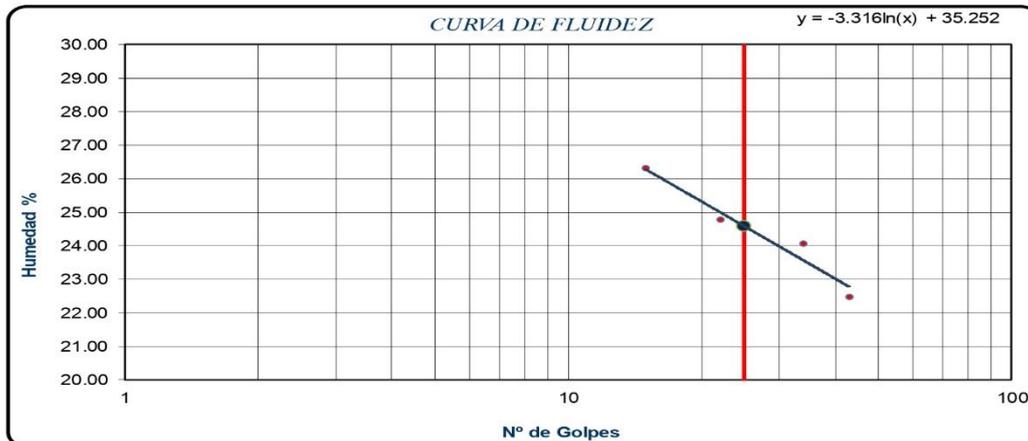
LIMITE LIQUIDO : 24.58

LIMITE PLÁSTICO : 21.17

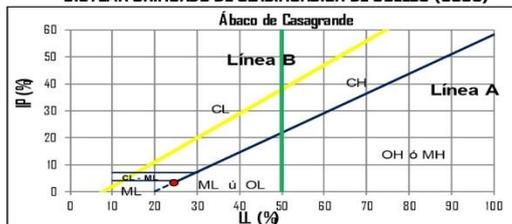
INDICE PLÁSTICO : 3.41

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

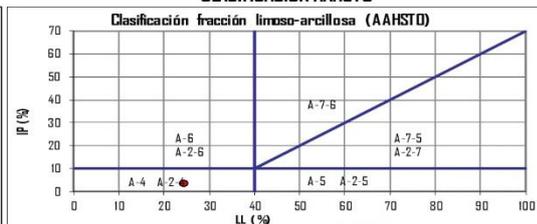
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	23.38	23.65	21.19
Suelo seco + Tarro	22.29	22.44	20.25
Peso de Tarro	17.11	16.77	15.80
Peso de Agua	1.09	1.21	0.94
Peso de Suelo Seco	5.18	5.67	4.45
HUMEDAD %	21.04	21.34	21.12



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AAHSTO



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



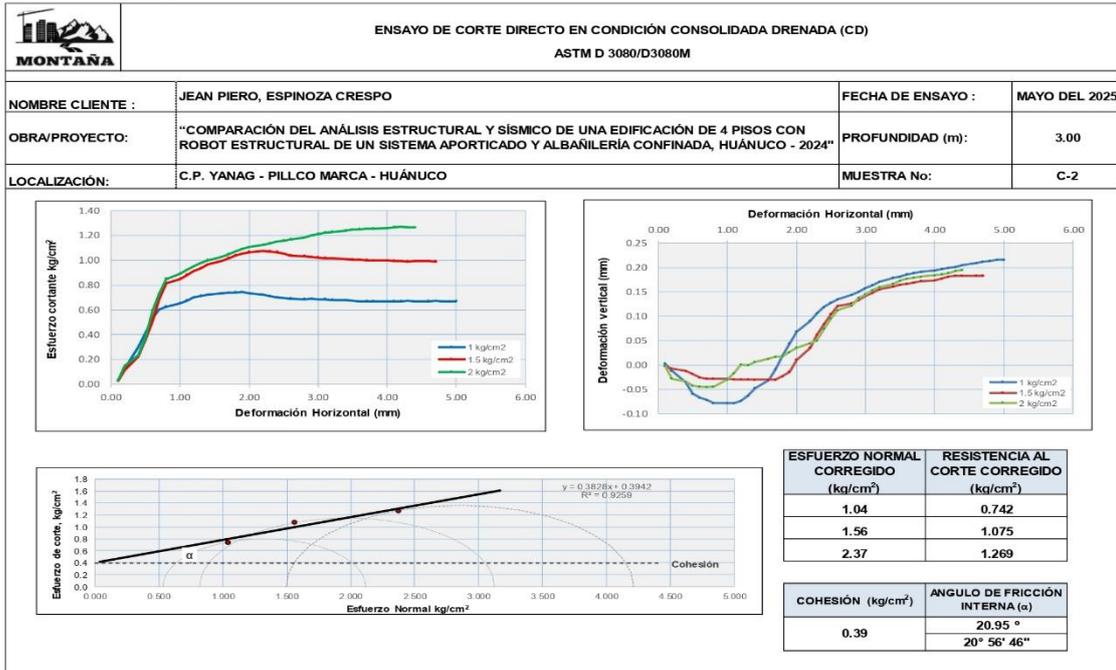
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD) - DATOS DE LA MUESTRA																																												
ASTM D 3080/D3080M																																												
NOMBRE CLIENTE : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO															PROFUNDIDAD (m):		3.00																											
PROYECTO: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"															MUESTRA No:		C-2																											
ESPECIMEN No. 01					Esfuerzo Normal:					1.00 kg/cm ²					ESPECIMEN No. 02					Esfuerzo Normal:					1.50 kg/cm ²					ESPECIMEN No. 03					Esfuerzo Normal:					2.00 kg/cm ²				
Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido		Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido		Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido		Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido														
	Min./Seg	Horizontal (mm)				Vertical (mm)	kgf		cm ²	kg/cm ²				kg/cm ²	Min./Seg		Horizontal (mm)	Vertical (mm)				kgf	cm ²		kg/cm ²	kg/cm ²				Min./Seg	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	kgf	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	Min./Seg	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	kgf	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	
0 : 10	0.10	0.003	0.80	0.93	29.03	1.00	0.03	0 : 10	0.10	-0.002	0.58	0.80	29.03	1.50	0.03	0 : 10	0.10	-0.001	0.80	0.93	29.03	2.00	0.03	0 : 10	0.10	0.003	0.80	0.93	29.03	1.00	0.03													
0 : 20	0.20	-0.012	5.66	3.84	28.97	1.00	0.13	0 : 20	0.20	-0.007	5.13	3.34	28.97	1.51	0.12	0 : 20	0.20	-0.028	6.77	4.26	28.97	2.01	0.15	0 : 20	0.20	-0.012	5.66	3.84	28.97	1.00	0.13													
0 : 30	0.40	-0.035	14.70	8.68	28.85	1.01	0.30	0 : 30	0.40	-0.012	10.65	6.42	28.85	1.51	0.22	0 : 30	0.40	-0.034	11.28	6.77	28.85	2.02	0.23	0 : 30	0.40	-0.035	14.70	8.68	28.85	1.01	0.30													
0 : 40	0.50	-0.059	20.45	11.88	28.79	1.01	0.41	0 : 40	0.50	-0.018	17.53	10.26	28.79	1.52	0.36	0 : 40	0.50	-0.042	18.50	10.90	28.79	2.02	0.38	0 : 40	0.50	-0.059	20.45	11.88	28.79	1.01	0.41													
0 : 50	0.60	-0.067	26.58	15.30	28.73	1.01	0.53	0 : 50	0.60	-0.026	25.54	14.72	28.73	1.52	0.51	0 : 50	0.60	-0.044	29.72	17.04	28.73	2.03	0.59	0 : 50	0.60	-0.067	26.58	15.30	28.73	1.01	0.53													
1 : 0	0.70	-0.071	30.09	17.25	28.66	1.01	0.60	1 : 0	0.70	-0.028	34.34	19.61	28.66	1.52	0.68	1 : 0	0.70	-0.045	36.58	20.86	28.66	2.03	0.73	1 : 0	0.70	-0.071	30.09	17.25	28.66	1.01	0.60													
1 : 10	0.80	-0.078	31.34	17.94	28.60	1.02	0.63	1 : 10	0.80	-0.028	40.95	23.28	28.60	1.53	0.81	1 : 10	0.80	-0.044	42.68	24.25	28.60	2.03	0.85	1 : 10	0.80	-0.078	31.34	17.94	28.60	1.02	0.63													
1 : 20	1.00	-0.078	32.59	18.64	28.48	1.02	0.65	1 : 20	1.00	-0.028	42.57	24.18	28.48	1.53	0.85	1 : 20	1.00	-0.030	44.79	25.42	28.48	2.04	0.89	1 : 20	1.00	-0.078	32.59	18.64	28.48	1.02	0.65													
1 : 30	1.10	-0.078	33.53	19.16	28.42	1.02	0.67	1 : 30	1.10	-0.029	44.19	25.08	28.42	1.54	0.88	1 : 30	1.10	-0.016	46.25	26.23	28.42	2.05	0.92	1 : 30	1.10	-0.078	33.53	19.16	28.42	1.02	0.67													
1 : 40	1.20	-0.073	34.77	19.85	28.36	1.03	0.70	1 : 40	1.20	-0.029	45.58	25.86	28.36	1.54	0.91	1 : 40	1.20	0.001	47.52	26.93	28.36	2.05	0.95	1 : 40	1.20	-0.073	34.77	19.85	28.36	1.03	0.70													
1 : 50	1.30	-0.063	35.40	20.20	28.30	1.03	0.71	1 : 50	1.30	-0.029	46.73	26.49	28.30	1.54	0.94	1 : 50	1.30	0.000	48.80	27.64	28.30	2.06	0.98	1 : 50	1.30	-0.063	35.40	20.20	28.30	1.03	0.71													
2 : 0	1.40	-0.047	35.71	20.37	28.24	1.03	0.72	2 : 0	1.40	-0.030	48.12	27.26	28.24	1.55	0.97	2 : 0	1.40	0.007	49.89	28.25	28.24	2.06	1.00	2 : 0	1.40	-0.047	35.71	20.37	28.24	1.03	0.72													
2 : 10	1.60	-0.031	36.02	20.55	28.12	1.03	0.73	2 : 10	1.60	-0.030	49.27	27.90	28.12	1.55	0.99	2 : 10	1.60	0.013	50.98	28.85	28.12	2.07	1.03	2 : 10	1.60	-0.031	36.02	20.55	28.12	1.03	0.73													
2 : 20	1.70	-0.008	36.33	20.72	28.06	1.04	0.74	2 : 20	1.70	-0.030	50.43	28.55	28.06	1.56	1.02	2 : 20	1.70	0.017	52.07	29.46	28.06	2.07	1.05	2 : 20	1.70	-0.008	36.33	20.72	28.06	1.04	0.74													
2 : 30	1.80	0.019	36.33	20.72	28.00	1.04	0.74	2 : 30	1.80	-0.023	51.35	29.06	28.00	1.56	1.04	2 : 30	1.80	0.018	52.98	29.96	28.00	2.08	1.07	2 : 30	1.80	0.019	36.33	20.72	28.00	1.04	0.74													
2 : 40	1.90	0.044	36.33	20.72	27.93	1.04	0.74	2 : 40	1.90	-0.014	52.04	29.44	27.93	1.56	1.05	2 : 40	1.90	0.027	53.89	30.46	27.93	2.08	1.09	2 : 40	1.90	0.044	36.33	20.72	27.93	1.04	0.74													
2 : 50	2.00	0.069	35.71	20.37	27.87	1.04	0.73	2 : 50	2.00	0.011	52.50	29.69	27.87	1.57	1.07	2 : 50	2.00	0.036	54.61	30.86	27.87	2.09	1.11	2 : 50	2.00	0.069	35.71	20.37	27.87	1.04	0.73													
3 : 0	2.20	0.091	35.09	20.03	27.75	1.05	0.72	3 : 0	2.20	0.036	52.73	29.82	27.75	1.57	1.07	3 : 0	2.20	0.045	55.16	31.17	27.75	2.10	1.12	3 : 0	2.20	0.091	35.09	20.03	27.75	1.05	0.72													
3 : 10	2.30	0.106	34.46	19.68	27.69	1.05	0.71	3 : 10	2.30	0.062	52.50	29.69	27.69	1.58	1.07	3 : 10	2.30	0.050	55.71	31.47	27.69	2.10	1.14	3 : 10	2.30	0.106	34.46	19.68	27.69	1.05	0.71													
3 : 20	2.40	0.119	33.84	19.33	27.63	1.05	0.70	3 : 20	2.40	0.084	52.04	29.44	27.63	1.58	1.07	3 : 20	2.40	0.074	56.25	31.77	27.63	2.11	1.15	3 : 20	2.40	0.119	33.84	19.33	27.63	1.05	0.70													
3 : 30	2.50	0.128	33.53	19.16	27.57	1.06	0.70	3 : 30	2.50	0.105	51.35	29.06	27.57	1.58	1.05	3 : 30	2.50	0.096	56.61	31.97	27.57	2.11	1.16	3 : 30	2.50	0.128	33.53	19.16	27.57	1.06	0.70													
3 : 40	2.60	0.135	33.21	18.98	27.51	1.06	0.69	3 : 40	2.60	0.121	50.43	28.55	27.51	1.59	1.04	3 : 40	2.60	0.112	56.98	32.18	27.51	2.12	1.17	3 : 40	2.60	0.135	33.21	18.98	27.51	1.06	0.69													
3 : 50	2.80	0.144	32.90	18.81	27.39	1.06	0.69	3 : 50	2.80	0.127	49.96	28.29	27.39	1.59	1.03	3 : 50	2.80	0.122	57.34	32.38	27.39	2.12	1.18	3 : 50	2.80	0.144	32.90	18.81	27.39	1.06	0.69													
4 : 0	2.90	0.150	32.90	18.81	27.33	1.06	0.69	4 : 0	2.90	0.133	49.50	28.03	27.33	1.60	1.03	4 : 0	2.90	0.138	58.07	32.78	27.33	2.13	1.20	4 : 0	2.90	0.150	32.90	18.81	27.33	1.06	0.69													
4 : 10	3.00	0.158	32.59	18.64	27.27	1.07	0.68	4 : 10	3.00	0.142	49.27	27.90	27.27	1.60	1.02	4 : 10	3.00	0.145	58.61	33.08	27.27	2.13	1.21	4 : 10	3.00	0.158	32.59	18.64	27.27	1.07	0.68													
4 : 20	3.10	0.164	32.59	18.64	27.20	1.07	0.69	4 : 20	3.10	0.148	48.81	27.65	27.20	1.60	1.02	4 : 20	3.10	0.154	58.98	33.29	27.20	2.14	1.22	4 : 20	3.10	0.164	32.59	18.64	27.20	1.07	0.69													
4 : 30	3.20	0.171	32.28	18.47	27.14	1.07	0.68	4 : 30	3.20	0.155	48.58	27.52	27.14	1.61	1.01	4 : 30	3.20	0.160	59.16	33.38	27.14	2.14	1.23	4 : 30	3.20	0.171	32.28	18.47	27.14	1.07	0.68													
4 : 40	3.40	0.179	31.97	18.29	27.02	1.08	0.68	4 : 40	3.40	0.161	48.12	27.26	27.02	1.61	1.01	4 : 40	3.40	0.167	59.34	33.48	27.02	2.15	1.24	4 : 40	3.40	0.179	31.97	18.29	27.02	1.08	0.68													
4 : 50	3.50	0.181	31.65	18.12	26.96	1.08	0.67	4 : 50	3.50	0.165	47.89	27.14	26.96	1.62	1.01	4 : 50	3.50	0.173	59.70	33.68	26.96	2.16	1.25	4 : 50	3.50	0.181	31.65	18.12	26.96	1.08	0.67													
5 : 0	3.60	0.186	31.34	17.94	26.90	1.08	0.67	5 : 0	3.60	0.167	47.66	27.01	26.90	1.62	1.00	5 : 0	3.60	0.177	59.67	33.67	26.90	2.16	1.25	5 : 0	3.60	0.186	31.34	17.94	26.90	1.08	0.67													
5 : 10	3.70	0.189	31.34	17.94	26.84	1.08	0.67	5 : 10	3.70	0.169	47.42	26.88	26.84	1.63	1.00	5 : 10	3.70	0.179	59.62	33.64	26.84	2.17	1.25	5 : 10	3.70	0.189	31.34	17.94	26.84	1.08	0.67													
5 : 20	3.80	0.191	31.34	17.94	26.78	1.09	0.67	5 : 20	3.80	0.172	47.19	26.75	26.78	1.63	1.00	5 : 20	3.80	0.181	59.57	33.61	26.78	2.17	1.26	5 : 20	3.80	0.191	31.34	17.94	26.78	1.09	0.67													
5 : 30	4.00	0.194	31.03	17.77	26.66	1.09	0.67	5 : 30	4.00	0.174	46.96	26.62	26.66	1.64	1.00	5 : 30	4.00	0.184	59.51	33.58	26.66	2.18	1.26	5 : 30	4.00	0.194	31.03	17.77	26.66	1.09	0.67													
5 : 40	4.10	0.197	31.03	17.77	26.60	1.09	0.67	5 : 40	4.10	0.177	46.73	26.49	26.60	1.64	1.00	5 : 40	4.10	0.186	59.77	33.72	26.60	2.19	1.27	5 : 40	4.10	0.197	31.03	17.77	26.60	1.09	0.67													
5 : 50	4.20	0.199	31.03	17.77	26.54	1.10	0.67	5 : 50	4.20	0.181	46.50	26.37	26.54	1.64	0.99	5 : 50	4.20	0.189	59.68	33.67	26.54	2.19	1.27	5 : 50	4.20	0.199	31.03	17.77	26.54	1.10	0.67													
6 : 0	4.30	0.201	31.03	17.77	26.48	1.10	0.67	6 : 0	4.30	0.183	46.27	26.24	26.48	1.65	0.99	6 : 0	4.30	0.193	59.29	33.46	26.48	2.20	1.26																					



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



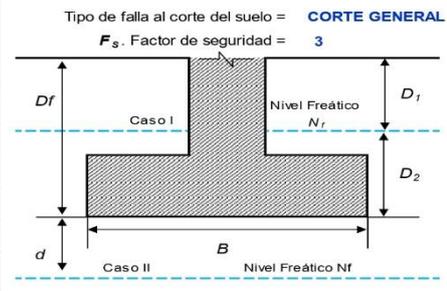
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DEL SUELO - CAPACIDAD DE CARGA PEMISIBLE DEL SUELO							
PROYECTO:		"COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"					
SOLICITANTE:		JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO					
LOCALIZACIÓN:		C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO					
MUESTRA:		C-2		CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN:		SUCS: GW	
PROF. MUESTRA:		3.00 m		AASHTO:		A-1-a (0)	
A. DATOS GENERALES:							
Método de cálculo =				Terzaghi 1943			
C' , Cohesión del suelo =				0.39 kg/cm ²			
ϕ' , Angulo de fricción interna del suelo =				20.95 °			
FS_{corte} , Factor de seguridad a la falla por corte =				1.40 <small>FS_{corte} entre 1.4 y 1.6</small>			
C' , Cohesión del suelo (ajustada por falla al corte) =				0.28 kg/cm ²			
ϕ' , Angulo de fricción interna (ajustada por falla al corte) =				15.29 °			
γ , Peso específico del suelo =				0.00180 kg/cm ³			
γ_{sat} , Peso específico del suelo saturado =				0.00200 kg/cm ³			
N_f , Nivel freático =				NO = 0.00 m			
B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:							
N_c :		13.05		N_q :		4.58	
N_y :				N_γ :		1.60	
C. AFECTACIÓN POR PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO:							
Ancho B, m	Desplante D_r, m	Caso N_r	d, m	$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$ (kg/cm ³)	$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{\sigma}{2}(\gamma - \gamma')$ (kg/cm ³)	q (kg/cm²)	γ, Peso específico del suelo a usar en el calculo de q_{adm} (kg/cm³)
1.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.50	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
2.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.50	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
2.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.50	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
2.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.50	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
2.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.50	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
2.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.50	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
2.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.50	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
2.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
1.50	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
2.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



D. CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO:
CIMENTACIÓN CONTINUA O CORRIDA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D _r , m	γ ajustado por N _r , kg/cm ³	q _r ajustado por N _r , (kg/cm ²)	q _u , (kg/cm ²)	q _u (neta), (kg/cm ²)	q _{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q _{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q _{adm} (bruta), (tn)	Q _{adm} (neta), (Tn)
1.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.23	4.14	1.41	1.38	28.21	27.61
1.50	3.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.30	4.21	1.43	1.40	64.57	63.22
2.00	4.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.38	4.29	1.46	1.43	116.71	114.31
1.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.64	4.46	1.55	1.49	30.96	29.76
1.50	3.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.72	4.54	1.57	1.51	70.75	68.05
2.00	4.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.79	4.61	1.60	1.54	127.70	122.90
1.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.06	4.79	1.69	1.60	33.71	31.91
1.50	3.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.13	4.86	1.71	1.62	76.93	72.88
2.00	4.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.20	4.93	1.73	1.64	138.69	131.49
1.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.47	5.11	1.82	1.70	36.46	34.06
1.50	3.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.54	5.18	1.85	1.73	83.12	77.72
2.00	4.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.61	5.25	1.87	1.75	149.69	140.09
1.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.88	5.43	1.96	1.81	39.21	36.21
1.50	3.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.95	5.50	1.98	1.83	89.30	82.55
2.00	4.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.03	5.58	2.01	1.86	160.68	148.68
1.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.29	5.75	2.10	1.92	41.96	38.36
1.50	3.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.37	5.83	2.12	1.94	95.48	87.38
2.00	4.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.44	5.90	2.15	1.97	171.67	157.27
1.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.71	6.08	2.24	2.03	44.70	40.50
1.50	3.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.78	6.15	2.26	2.05	101.67	92.22
2.00	4.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.85	6.22	2.28	2.07	182.66	165.86
1.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.12	6.40	2.37	2.13	47.45	42.65
1.50	3.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.19	6.47	2.40	2.16	107.85	97.05
2.00	4.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.26	6.54	2.42	2.18	193.66	174.46

CIMENTACIÓN CUADRADA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D _r , m	γ ajustado por N _r , kg/cm ³	q _r ajustado por N _r , (kg/cm ²)	q _u , (kg/cm ²)	q _u (neta), (kg/cm ²)	q _{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q _{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q _{adm} (bruta), (tn)	Q _{adm} (neta), (Tn)
1.00	1.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.31	5.22	1.77	1.74	17.69	17.39
1.50	1.50	0.50	0.00180000	0.090000	5.36	5.27	1.79	1.76	40.23	39.55
2.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.42	5.33	1.81	1.78	72.29	71.09
1.00	1.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.72	5.54	1.91	1.85	19.06	18.46
1.50	1.50	1.00	0.00180000	0.180000	5.78	5.60	1.93	1.87	43.32	41.97
2.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.83	5.65	1.94	1.88	77.78	75.38
1.00	1.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.13	5.86	2.04	1.95	20.44	19.54
1.50	1.50	1.50	0.00180000	0.270000	6.19	5.92	2.06	1.97	46.41	44.39
2.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.25	5.98	2.08	1.99	83.28	79.68
1.00	1.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.54	6.18	2.18	2.06	21.81	20.61
1.50	1.50	2.00	0.00180000	0.360000	6.60	6.24	2.20	2.08	49.50	46.80
2.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.66	6.30	2.22	2.10	88.78	83.98
1.00	1.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.95	6.50	2.32	2.17	23.18	21.68
1.50	1.50	2.50	0.00180000	0.450000	7.01	6.56	2.34	2.19	52.60	49.22
2.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	7.07	6.62	2.36	2.21	94.27	88.27
1.00	1.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.37	6.83	2.46	2.28	24.56	22.76
1.50	1.50	3.00	0.00180000	0.540000	7.42	6.88	2.47	2.29	55.69	51.64
2.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.48	6.94	2.49	2.31	99.77	92.57
1.00	1.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.78	7.15	2.59	2.38	25.93	23.83
1.50	1.50	3.50	0.00180000	0.630000	7.84	7.21	2.61	2.40	58.78	54.05
2.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.89	7.26	2.63	2.42	105.27	96.87
1.00	1.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.19	7.47	2.73	2.49	27.31	24.91
1.50	1.50	4.00	0.00180000	0.720000	8.25	7.53	2.75	2.51	61.87	56.47
2.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.31	7.59	2.77	2.53	110.76	101.16

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
☎ 962306428



CIMENTACIÓN CIRCULAR:

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_r , m	% ajustado por N_r , kg/cm ³	q_c ajustado por N_r , (kg/cm ²)	q_{u^*} (kg/cm ²)	q_u (neta), (kg/cm ²)	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
1.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.28	5.19	1.76	1.73	13.82	13.58
1.50	0.50	0.00180000	0.09000000	5.32	5.23	1.77	1.74	31.34	30.81
2.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.36	5.27	1.79	1.76	56.17	55.23
1.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.69	5.51	1.90	1.84	14.89	14.42
1.50	1.00	0.00180000	0.18000000	5.73	5.55	1.91	1.85	33.77	32.71
2.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.78	5.60	1.93	1.87	60.49	58.60
1.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.10	5.83	2.03	1.94	15.97	15.27
1.50	1.50	0.00180000	0.27000000	6.14	5.87	2.05	1.96	36.20	34.61
2.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.19	5.92	2.06	1.97	64.80	61.98
1.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.51	6.15	2.17	2.05	17.05	16.11
1.50	2.00	0.00180000	0.36000000	6.56	6.20	2.19	2.07	38.62	36.50
2.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.60	6.24	2.20	2.08	69.12	65.35
1.00	2.50	0.00180000	0.45000000	6.93	6.48	2.31	2.16	18.13	16.95
1.50	2.50	0.00180000	0.45000000	6.97	6.52	2.32	2.17	41.05	38.40
2.00	2.50	0.00180000	0.45000000	7.01	6.56	2.34	2.19	73.44	68.72
1.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.34	6.80	2.45	2.27	19.21	17.80
1.50	3.00	0.00180000	0.54000000	7.38	6.84	2.46	2.28	43.48	40.30
2.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.42	6.88	2.47	2.29	77.75	72.10
1.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.75	7.12	2.58	2.37	20.29	18.64
1.50	3.50	0.00180000	0.63000000	7.79	7.16	2.60	2.39	45.91	42.20
2.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.84	7.21	2.61	2.40	82.07	75.47
1.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.16	7.44	2.72	2.48	21.37	19.49
1.50	4.00	0.00180000	0.72000000	8.21	7.49	2.74	2.50	48.34	44.10
2.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.25	7.53	2.75	2.51	86.39	78.85

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CUADRADA

Ancho B, m	Desplante D_r , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.49	2.31
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		99.77	92.57

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CONTÍNUA O CORRIDA

Ancho B, m	Desplante D_r , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	2.50	2.01	1.86
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		160.68	148.68

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CIRCULAR

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_r , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.47	2.29
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		77.75	72.10


Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968


MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

CALICATA : C-2

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

FECHA : MAYO DEL 2025

MUESTRA	PROF. (m)	GRAFICO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS AASHTO
---------	-----------	---------	-----------------------	----------------

M-01	0.20		Material Organico		pt
M-02	2.80		99.79% Suelo de partículas gruesas, compuesto por grava de angulosa a subangulosa, con predominancia de roca ígnea tipo granito o granodiorita, color rojizo/marrón		GW A-1-a (0)

Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

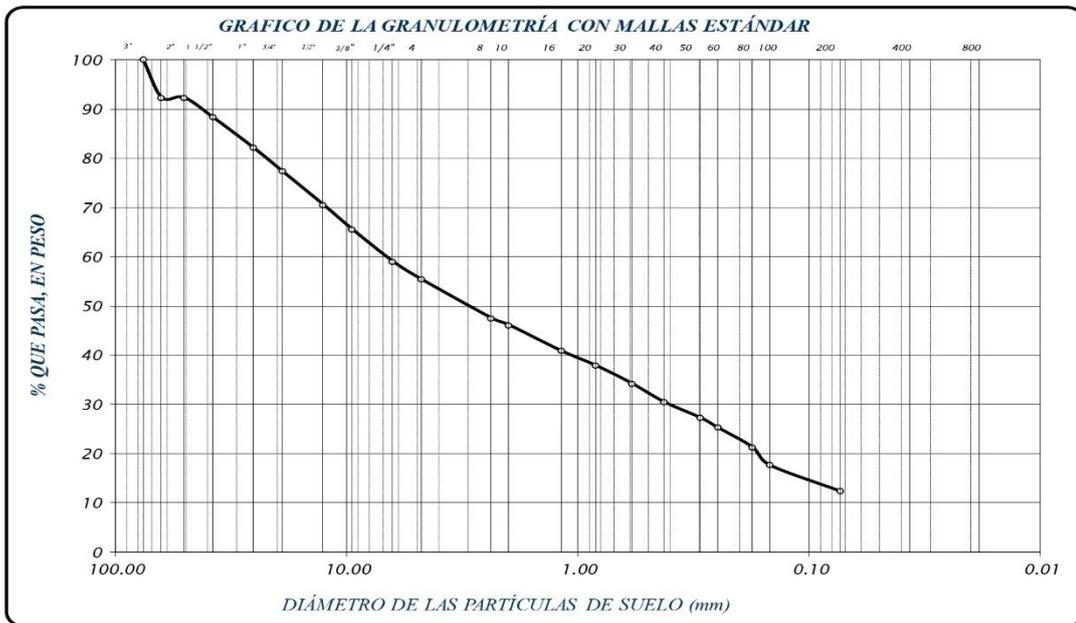


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

“COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA

PROYECTO : CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"
UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO
SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO
CALICATA : C-3
FECHA : MAYO DEL 2025

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)
GRUESA	3"	76.200		0.00	0.00	100.00	5801	5548	233
	2 1/2"	63.500	269.00	7.67	7.67	92.33	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Material de suelo de partículas gruesas equivalente a: 87.71% LÍMITES DE CONSISTENCIA Límite Líquido = 26.71 Límite Plástico = 19.84 Índice Plástico = 6.87 Coeficiente de Curvatura = N.P. Coeficiente de Uniformidad = N.P. CLASIFICACIÓN SUCS : GC-GM AASITO : A-4 (0) OBSERVACIONES % de grava = 44.67% % de arena = 43.04% % de limo y arcilla = 12.29% % de humedad = 4.76%		
	2"	50.800	0.00	0.00	7.67	92.33			
	1 1/2"	38.100	141.00	4.02	11.69	88.31			
	1"	25.400	218.00	6.21	17.90	82.10			
	3/4"	19.050	168.00	4.79	22.69	77.31			
	1/2"	12.700	237.00	6.76	29.45	70.55			
	3/8"	9.525	175.00	4.99	34.44	65.56			
	1/4"	6.350	230.00	6.56	40.99	59.01			
	No 4	4.760	129.00	3.68	44.67	55.33			
No 8	2.380	275.00	7.84	52.51	47.49				
GRUESA	No 10	2.000	49.00	1.40	53.91	46.09			
	No 16	1.190	184.00	5.25	59.15	40.85			
	No 20	0.840	106.00	3.02	62.17	37.83			
	No 30	0.590	126.00	3.59	65.76	34.24			
	No 40	0.426	134.00	3.82	69.58	30.42			
	No 50	0.297	112.00	3.19	72.78	27.22			
	No 60	0.250	70.00	2.00	74.77	25.23			
	No 80	0.177	140.00	3.99	78.76	21.24			
	No 100	0.149	128.00	3.65	82.41	17.59			
	No 200	0.074	186.00	5.30	87.71	12.29			
CAZOLETA	0.000	431.00	12.29	100.00	0.00				
TOTAL			3508.00	100.00					



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

CALICATA : C-3

FECHA : MAYO DEL 2025

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES	17	23	27	45
Suelo Humedo + Tarro	95.15	94.25	92.30	83.10
Suelo seco + Tarro	83.19	83.04	80.58	73.39
Peso de Tarro	39.86	40.58	36.56	35.95
Peso del Agua	11.96	11.21	11.72	9.71
Peso de Suelo Seco	43.33	42.46	44.02	37.44
HUMEDAD %	27.60	26.40	26.62	25.93

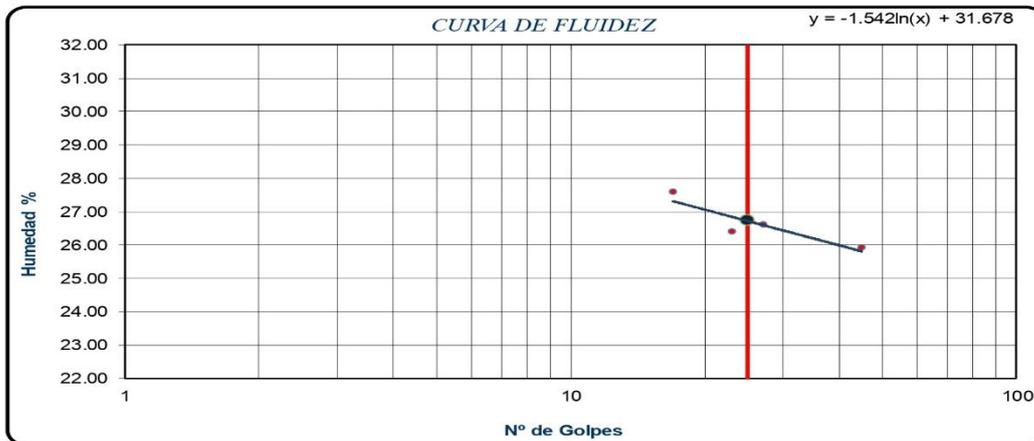
LIMITE LIQUIDO : 26.71

LIMITE PLÁSTICO : 19.84

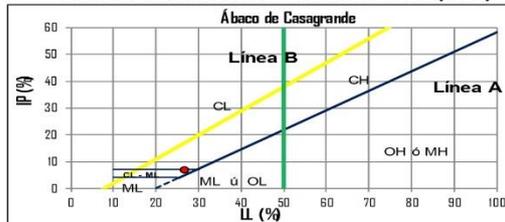
INDICE PLÁSTICO : 6.87

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

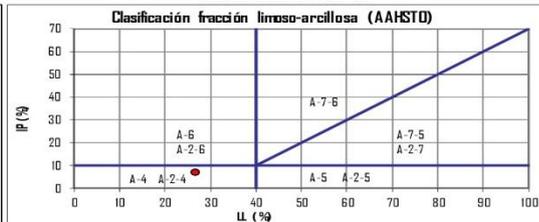
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	22.28	22.26	23.53
Suelo seco + Tarro	21.27	21.15	22.41
Peso de Tarro	15.92	15.80	16.78
Peso del Agua	1.01	1.11	1.12
Peso de Suelo Seco	5.35	5.35	5.63
HUMEDAD %	18.88	20.75	19.89



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AAHSTO



J. Falcon
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS

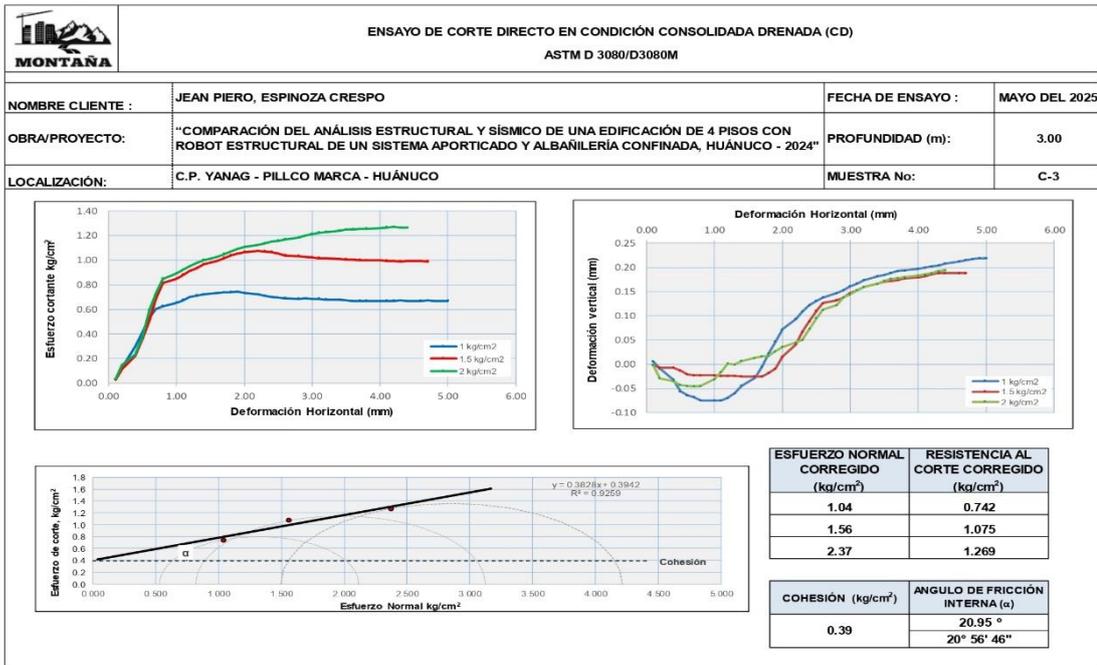


ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN CONSOLIDADA DRENADA (CD) - DATOS DE LA MUESTRA																																															
ASTM D 3080/D3080M																																															
NOMBRE CLIENTE : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO															PROFUNDIDAD (m):		3.00																														
PROYECTO: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"															MUESTRA No:		C-3																														
ESPECIMEN No. 01		Esfuerzo Normal:					1.00 kg/cm ²					ESPECIMEN No. 02		Esfuerzo Normal:					1.50 kg/cm ²					ESPECIMEN No. 03		Esfuerzo Normal:					2.00 kg/cm ²																
Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido	Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido	Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido	Tiempo	Deformación		Lect. Dial de Carga	Carga	Área corregida	Esfuerzo Corregido																				
	Horizontal (mm)	Vertical (mm)						Horizontal (mm)	Vertical (mm)						Horizontal (mm)	Vertical (mm)						Horizontal (mm)	Vertical (mm)					Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)	Horizontal (mm)	Vertical (mm)										
Min/Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	Min/Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	Min/Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²	Min/Seg	(mm)	(mm)	mm	kgf	cm ²	kg/cm ²																				
0 : 10	0.10	0.006	0.80	0.93	29.03	1.00	0.03	0 : 10	0.10	-0.002	0.58	0.80	29.03	1.50	0.03	0 : 10	0.10	-0.001	0.80	0.93	29.03	2.00	0.03	0 : 10	0.10	-0.009	5.66	3.64	28.97	1.00	0.13	0 : 20	0.20	-0.027	5.13	3.34	28.97	1.51	0.12	0 : 20	0.20	-0.029	6.77	4.26	28.97	2.01	0.15
0 : 30	0.40	-0.032	14.70	8.68	28.85	1.01	0.30	0 : 30	0.40	-0.007	10.65	8.42	28.85	1.51	0.22	0 : 30	0.40	-0.055	11.28	6.77	28.85	2.02	0.23	0 : 40	0.50	-0.056	20.45	11.88	28.79	1.01	0.41	0 : 40	0.50	-0.013	17.53	10.26	28.79	1.52	0.36	0 : 40	0.50	-0.043	18.50	10.80	28.79	2.02	0.38
0 : 50	0.60	-0.064	26.58	15.30	28.73	1.01	0.53	0 : 50	0.60	-0.021	25.54	14.72	28.73	1.52	0.51	0 : 50	0.60	-0.045	29.72	17.04	28.73	2.03	0.59	1 : 0	0.70	-0.068	30.09	17.25	28.66	1.01	0.60	1 : 0	0.70	-0.023	34.34	19.61	28.66	1.52	0.68	1 : 0	0.70	-0.046	36.58	20.86	28.66	2.03	0.73
1 : 10	0.80	-0.075	31.34	17.94	28.60	1.02	0.63	1 : 10	0.80	-0.023	40.95	23.28	28.60	1.53	0.81	1 : 10	0.80	-0.045	42.68	24.25	28.60	2.03	0.85	1 : 20	1.00	-0.075	32.59	18.64	28.48	1.02	0.65	1 : 20	1.00	-0.023	42.57	24.18	28.48	1.53	0.85	1 : 20	1.00	-0.031	44.79	25.42	28.48	2.04	0.89
1 : 30	1.10	-0.075	33.53	19.16	28.42	1.02	0.67	1 : 30	1.10	-0.024	44.19	25.08	28.42	1.54	0.86	1 : 30	1.10	-0.016	46.25	26.23	28.42	2.05	0.92	1 : 40	1.20	-0.070	34.77	19.85	28.36	1.03	0.70	1 : 40	1.20	-0.024	45.58	25.86	28.36	1.54	0.91	1 : 40	1.20	0.001	47.52	26.93	28.36	2.05	0.95
1 : 50	1.30	-0.060	35.40	20.20	28.30	1.03	0.71	1 : 50	1.30	-0.024	46.73	26.49	28.30	1.54	0.94	1 : 50	1.30	-0.001	48.80	27.64	28.30	2.06	0.98	2 : 0	1.40	-0.044	35.71	20.37	28.24	1.03	0.72	2 : 0	1.40	-0.025	48.12	27.26	28.24	1.55	0.97	2 : 0	1.40	0.007	49.89	28.25	28.24	2.06	1.00
2 : 10	1.60	-0.028	36.02	20.55	28.12	1.03	0.73	2 : 10	1.60	-0.025	49.27	27.90	28.12	1.55	0.99	2 : 10	1.60	0.013	50.98	28.85	28.12	2.07	1.03	2 : 20	1.70	-0.005	36.33	20.72	28.06	1.04	0.74	2 : 20	1.70	-0.025	50.43	28.55	28.06	1.56	1.02	2 : 20	1.70	0.016	52.07	29.46	28.06	2.07	1.05
2 : 30	1.90	0.022	36.33	20.72	28.00	1.04	0.74	2 : 30	1.90	-0.018	51.35	29.06	28.00	1.56	1.04	2 : 30	1.90	0.017	52.98	29.96	28.00	2.08	1.07	2 : 40	1.90	0.047	36.33	20.72	27.93	1.04	0.74	2 : 40	1.90	-0.009	52.04	29.44	27.93	1.56	1.05	2 : 40	1.90	0.027	53.89	30.46	27.93	2.08	1.09
2 : 50	2.00	0.072	35.71	20.37	27.87	1.04	0.73	2 : 50	2.00	0.016	52.50	29.69	27.87	1.57	1.07	2 : 50	2.00	0.036	54.61	30.86	27.87	2.09	1.11	3 : 0	2.20	0.094	35.09	20.03	27.75	1.05	0.72	3 : 0	2.20	0.041	52.73	29.82	27.75	1.57	1.07	3 : 0	2.20	0.045	55.16	31.17	27.75	2.10	1.12
3 : 10	2.30	0.109	34.46	19.68	27.69	1.05	0.71	3 : 10	2.30	0.067	52.50	29.69	27.69	1.58	1.07	3 : 10	2.30	0.050	55.71	31.47	27.69	2.10	1.14	3 : 20	2.40	0.122	33.84	19.33	27.63	1.05	0.70	3 : 20	2.40	0.089	52.04	29.44	27.63	1.58	1.07	3 : 20	2.40	0.073	56.25	31.77	27.63	2.11	1.15
3 : 30	2.50	0.131	33.53	19.16	27.57	1.06	0.70	3 : 30	2.50	0.110	51.35	29.06	27.57	1.58	1.05	3 : 30	2.50	0.095	56.81	31.97	27.57	2.11	1.16	3 : 40	2.60	0.138	33.21	18.98	27.51	1.06	0.69	3 : 40	2.60	0.126	50.43	28.55	27.51	1.59	1.04	3 : 40	2.60	0.112	56.98	32.18	27.51	2.12	1.17
3 : 50	2.80	0.147	32.90	18.81	27.39	1.06	0.69	3 : 50	2.80	0.132	49.96	28.29	27.39	1.59	1.03	3 : 50	2.80	0.122	57.34	32.38	27.39	2.12	1.18	4 : 0	2.90	0.153	32.90	18.81	27.33	1.06	0.69	4 : 0	2.90	0.138	49.50	28.03	27.33	1.60	1.03	4 : 0	2.90	0.138	58.07	32.78	27.33	2.13	1.20
4 : 0	3.00	0.161	32.59	18.64	27.27	1.07	0.68	4 : 0	3.00	0.147	49.27	27.90	27.27	1.60	1.02	4 : 0	3.00	0.144	58.61	33.08	27.27	2.13	1.21	4 : 10	3.10	0.167	32.59	18.64	27.20	1.07	0.69	4 : 10	3.10	0.153	48.81	27.65	27.20	1.60	1.02	4 : 10	3.10	0.153	58.98	33.29	27.20	2.14	1.22
4 : 20	3.20	0.174	32.28	18.47	27.14	1.07	0.68	4 : 20	3.20	0.160	48.58	27.52	27.14	1.61	1.01	4 : 20	3.20	0.159	59.16	33.38	27.14	2.14	1.23	4 : 30	3.40	0.182	31.97	18.29	27.02	1.08	0.68	4 : 30	3.40	0.166	48.12	27.26	27.02	1.61	1.01	4 : 30	3.40	0.166	59.34	33.48	27.02	2.15	1.24
4 : 40	3.40	0.182	31.97	18.29	27.02	1.08	0.68	4 : 40	3.40	0.166	48.12	27.26	27.02	1.61	1.01	4 : 40	3.40	0.166	59.34	33.48	27.02	2.15	1.24	4 : 50	3.50	0.184	31.65	18.12	26.96	1.08	0.67	4 : 50	3.50	0.170	47.89	27.14	26.96	1.62	1.01	4 : 50	3.50	0.172	59.70	33.68	26.96	2.16	1.25
5 : 0	3.60	0.189	31.34	17.94	26.90	1.08	0.67	5 : 0	3.60	0.172	47.89	27.01	26.90	1.62	1.00	5 : 0	3.60	0.176	59.67	33.67	26.90	2.16	1.25	5 : 10	3.70	0.192	31.34	17.94	26.84	1.08	0.67	5 : 10	3.70	0.174	47.42	26.98	26.84	1.63	1.00	5 : 10	3.70	0.178	59.62	33.64	26.84	2.17	1.25
5 : 20	3.80	0.194	31.34	17.94	26.78	1.09	0.67	5 : 20	3.80	0.177	47.19	26.75	26.78	1.63	1.00	5 : 20	3.80	0.180	59.57	33.61	26.78	2.17	1.26	5 : 30	4.00	0.197	31.03	17.77	26.66	1.09	0.67	5 : 30	4.00	0.179	46.96	26.62	26.66	1.64	1.00	5 : 30	4.00	0.183	59.51	33.58	26.66	2.18	1.26
5 : 40	4.10	0.200	31.03	17.77	26.60	1.09	0.67	5 : 40	4.10	0.182	46.73	26.49	26.60	1.64	1.00	5 : 40	4.10	0.185	59.77	33.72	26.60	2.19	1.27	5 : 50	4.20	0.202	31.03	17.77	26.54	1.10	0.67	5 : 50	4.20	0.188	46.50	26.37	26.54	1.64	0.99	5 : 50	4.20	0.188	59.68	33.67	26.54	2.19	1.27
6 : 0	4.30	0.204	31.03	17.77	26.48	1.10	0.67	6 : 0	4.30	0.188	46.27	26.24	26.48	1.65	0.99	6 : 0	4.30	0.192	59.29	33.46	26.48	2.20	1.26	6 : 10	4.40	0.208	30.72	17.60	26.42	1.10	0.67	6 : 10	4.40	0.188	46.27	26.24	26.42	1.65	0.99	6 : 10	4.40	0.194	59.15	33.38	26.42	2.20	1.26
6 : 20	4.60	0.212	30.72	17.60	26.29	1.11	0.67	6 : 20	4.60	0.188	46.04	26.11	26.29	1.66	0.99	6 : 20	4.60	0.192	58.98	33.29	26.29	2.21	1.27	6 : 30	4.70	0.215	30.72	17.60	26.23	1.11	0.67	6 : 30	4.70	0.188	45.81	25.98	26.23	1.66	0.99	6 : 30	4.70	0.192	58.79	33.19	26.23	2.21	1.27
6 : 40	4.80	0.217	30.41	17.43	26.17	1.11	0.67	6 : 40	4.70	0.188	45.81	25.98	26.23	1.66	0.99	6 : 40	4.80	0.192	58.60	33.10	26.17	2.22	1.28	6 : 50	4.90	0.219	30.41	17.43	26.11	1.11	0.67	6 : 50	4.90	0.192	58.41	33.01	26.11	2.22	1.28	6 : 50	4.90	0.192	58.41	33.01	26.11	2.22	1.28
7 : 0	5.00	0.219	30.41	17.43	26.05	1.12	0.67	7 : 0	5.00	0.192	58.22	32.92	26.05	1.66	0.99	7 : 0	5.00	0.192	58.22	32.92	26.05	2.23	1.29																								

Solís
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Kevin Jhoel
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DEL SUELO - CAPACIDAD DE CARGA PEMISIBLE DEL SUELO

PROYECTO: "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

SOLICITANTE: JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

LOCALIZACIÓN: C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

MUESTRA: C-3 **CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN:** **SUCS:** GC-GM

PROF. MUESTRA: 3.00 m **AASHTO:** A-4 (0)

A. DATOS GENERALES:

Método de cálculo = **Terzaghi 1943**

C' , Cohesión del suelo = **0.39** kg/cm²

ϕ' , Angulo de fricción interna del suelo = **20.95** °

FS_{corte} , Factor de seguridad a la falla por corte = **1.40** FS_{corte} entre 1.4 y 1.6

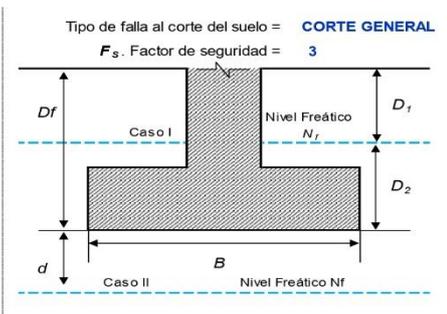
C' , Cohesión del suelo (ajustada por falla al corte) = **0.28** kg/cm²

ϕ' , Angulo de fricción interna (ajustada por falla al corte) = **15.29** °

γ , Peso específico del suelo = **0.00180** kg/cm³

γ_{sat} , Peso específico del suelo saturado = **0.00200** kg/cm³

N_f , Nivel freático **NO** = **0.00** m



B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

N_c : **13.05** N_q : **4.58** N_γ : **1.60**

C. AFECTACIÓN POR PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO:

Ancho B, m	Desplante D_f , m	Caso N_f	d, m	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ (kg/cm ³)	$\gamma = \gamma' + \frac{d}{s}(\gamma - \gamma')$ (kg/cm ³)	q (kg/cm ²)	γ , Peso específico del suelo a usar en el calculo de q_{adm} (kg/cm ³)
1.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.50	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
2.00	0.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.0900	0.00180000
1.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.50	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
2.00	1.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.1800	0.00180000
1.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.50	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
2.00	1.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.2700	0.00180000
1.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.50	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
2.00	2.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.3600	0.00180000
1.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.50	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
2.00	2.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.4500	0.00180000
1.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.50	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
2.00	3.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.5400	0.00180000
1.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.50	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
2.00	3.50	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.6300	0.00180000
1.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
1.50	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000
2.00	4.00	Caso III	N/A	N/A	N/A	0.7200	0.00180000

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Aquino Garcia Kevin Jhoel
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

? N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
☎ 962306428



D. CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO:
CIMENTACIÓN CONTÍNUA O CORRIDA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D_r , m	% ajustado por N_r , kg/cm ³	q_c , ajustado por N_r , (kg/cm ²)	q_{u_c} , (kg/cm ²)	q_u (neta), (kg/cm ²)	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
1.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.23	4.14	1.41	1.38	28.21	27.61
1.50	3.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.30	4.21	1.43	1.40	64.57	63.22
2.00	4.00	0.50	0.00180000	0.090000	4.38	4.29	1.46	1.43	116.71	114.31
1.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.64	4.46	1.55	1.49	30.96	29.76
1.50	3.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.72	4.54	1.57	1.51	70.75	68.05
2.00	4.00	1.00	0.00180000	0.180000	4.79	4.61	1.60	1.54	127.70	122.90
1.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.06	4.79	1.69	1.60	33.71	31.91
1.50	3.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.13	4.86	1.71	1.62	76.93	72.88
2.00	4.00	1.50	0.00180000	0.270000	5.20	4.93	1.73	1.64	138.69	131.49
1.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.47	5.11	1.82	1.70	36.46	34.06
1.50	3.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.54	5.18	1.85	1.73	83.12	77.72
2.00	4.00	2.00	0.00180000	0.360000	5.61	5.25	1.87	1.75	149.69	140.09
1.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.88	5.43	1.96	1.81	39.21	36.21
1.50	3.00	2.50	0.00180000	0.450000	5.95	5.50	1.98	1.83	89.30	82.55
2.00	4.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.03	5.58	2.01	1.86	160.68	148.68
1.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.29	5.75	2.10	1.92	41.96	38.36
1.50	3.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.37	5.83	2.12	1.94	95.48	87.38
2.00	4.00	3.00	0.00180000	0.540000	6.44	5.90	2.15	1.97	171.67	157.27
1.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.71	6.08	2.24	2.03	44.70	40.50
1.50	3.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.78	6.15	2.26	2.05	101.67	92.22
2.00	4.00	3.50	0.00180000	0.630000	6.85	6.22	2.28	2.07	182.66	165.86
1.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.12	6.40	2.37	2.13	47.45	42.65
1.50	3.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.19	6.47	2.40	2.16	107.85	97.05
2.00	4.00	4.00	0.00180000	0.720000	7.26	6.54	2.42	2.18	193.66	174.46

CIMENTACIÓN CUADRADA:

Ancho B, m	Largo L, m	Desplante D_r , m	% ajustado por N_r , kg/cm ³	q_c , ajustado por N_r , (kg/cm ²)	q_{u_c} , (kg/cm ²)	q_u (neta), (kg/cm ²)	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
1.00	1.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.31	5.22	1.77	1.74	17.69	17.39
1.50	1.50	0.50	0.00180000	0.090000	5.36	5.27	1.79	1.76	40.23	39.55
2.00	2.00	0.50	0.00180000	0.090000	5.42	5.33	1.81	1.78	72.29	71.09
1.00	1.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.72	5.54	1.91	1.85	19.06	18.46
1.50	1.50	1.00	0.00180000	0.180000	5.78	5.60	1.93	1.87	43.32	41.97
2.00	2.00	1.00	0.00180000	0.180000	5.83	5.65	1.94	1.88	77.78	75.38
1.00	1.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.13	5.86	2.04	1.95	20.44	19.54
1.50	1.50	1.50	0.00180000	0.270000	6.19	5.92	2.06	1.97	46.41	44.39
2.00	2.00	1.50	0.00180000	0.270000	6.25	5.98	2.08	1.99	83.28	79.68
1.00	1.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.54	6.18	2.18	2.06	21.81	20.61
1.50	1.50	2.00	0.00180000	0.360000	6.60	6.24	2.20	2.08	49.50	46.80
2.00	2.00	2.00	0.00180000	0.360000	6.66	6.30	2.22	2.10	88.78	83.98
1.00	1.00	2.50	0.00180000	0.450000	6.95	6.50	2.32	2.17	23.18	21.68
1.50	1.50	2.50	0.00180000	0.450000	7.01	6.56	2.34	2.19	52.60	49.22
2.00	2.00	2.50	0.00180000	0.450000	7.07	6.62	2.36	2.21	94.27	88.27
1.00	1.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.37	6.83	2.46	2.28	24.56	22.76
1.50	1.50	3.00	0.00180000	0.540000	7.42	6.88	2.47	2.29	55.69	51.64
2.00	2.00	3.00	0.00180000	0.540000	7.48	6.94	2.49	2.31	99.77	92.57
1.00	1.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.78	7.15	2.59	2.38	25.93	23.83
1.50	1.50	3.50	0.00180000	0.630000	7.84	7.21	2.61	2.40	58.78	54.05
2.00	2.00	3.50	0.00180000	0.630000	7.89	7.26	2.63	2.42	105.27	96.87
1.00	1.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.19	7.47	2.73	2.49	27.31	24.91
1.50	1.50	4.00	0.00180000	0.720000	8.25	7.53	2.75	2.51	61.87	56.47
2.00	2.00	4.00	0.00180000	0.720000	8.31	7.59	2.77	2.53	110.76	101.16

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS



CIMENTACIÓN CIRCULAR:

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_f , m	% ajustado por N_r , kg/cm ³	q_u ajustado por N_r , (kg/cm ²)	q_u , (kg/cm ²)	q_u (neta), (kg/cm ²)	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)	Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
1.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.28	5.19	1.76	1.73	13.82	13.58
1.50	0.50	0.00180000	0.09000000	5.32	5.23	1.77	1.74	31.34	30.81
2.00	0.50	0.00180000	0.09000000	5.36	5.27	1.79	1.76	56.17	55.23
1.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.69	5.51	1.90	1.84	14.89	14.42
1.50	1.00	0.00180000	0.18000000	5.73	5.55	1.91	1.85	33.77	32.71
2.00	1.00	0.00180000	0.18000000	5.78	5.60	1.93	1.87	60.49	58.60
1.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.10	5.83	2.03	1.94	15.97	15.27
1.50	1.50	0.00180000	0.27000000	6.14	5.87	2.05	1.96	36.20	34.61
2.00	1.50	0.00180000	0.27000000	6.19	5.92	2.06	1.97	64.80	61.98
1.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.51	6.15	2.17	2.05	17.05	16.11
1.50	2.00	0.00180000	0.36000000	6.56	6.20	2.19	2.07	38.62	36.50
2.00	2.00	0.00180000	0.36000000	6.60	6.24	2.20	2.08	69.12	65.35
1.00	2.50	0.00180000	0.45000000	6.93	6.48	2.31	2.16	18.13	16.95
1.50	2.50	0.00180000	0.45000000	6.97	6.52	2.32	2.17	41.05	38.40
2.00	2.50	0.00180000	0.45000000	7.01	6.56	2.34	2.19	73.44	68.72
1.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.34	6.80	2.45	2.27	19.21	17.80
1.50	3.00	0.00180000	0.54000000	7.38	6.84	2.46	2.28	43.48	40.30
2.00	3.00	0.00180000	0.54000000	7.42	6.88	2.47	2.29	77.75	72.10
1.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.75	7.12	2.58	2.37	20.29	18.64
1.50	3.50	0.00180000	0.63000000	7.79	7.16	2.60	2.39	45.91	42.20
2.00	3.50	0.00180000	0.63000000	7.84	7.21	2.61	2.40	82.07	75.47
1.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.16	7.44	2.72	2.48	21.37	19.49
1.50	4.00	0.00180000	0.72000000	8.21	7.49	2.74	2.50	48.34	44.10
2.00	4.00	0.00180000	0.72000000	8.25	7.53	2.75	2.51	86.39	78.85

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CUADRADA

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CONTÍNUA O CORRIDA

Ancho B, m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.49	2.31
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		99.77	92.57

Ancho B, m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	2.50	2.01	1.86
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		160.68	148.68

SELECCIÓN DE CIMENTACIÓN A USAR

CIRCULAR

Ancho B (Diámetro), m	Desplante D_f , m	q_{adm} (bruta), (kg/cm ²)	q_{adm} (neta), (kg/cm ²)
2.00	3.00	2.47	2.29
		Q_{adm} (bruta), (tn)	Q_{adm} (neta), (Tn)
		77.75	72.10


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968



MONTAÑA AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE 4 PISOS CON ROBOT ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERÍA CONFINADA, HUÁNUCO - 2024"

UBICACIÓN : C.P. YANAG - PILLCO MARCA - HUÁNUCO

CALICATA : C-3

SOLICITA : JEAN PIERO, ESPINOZA CRESPO

FECHA : MAYO DEL 2025

MUESTRA	PROF. (m)	GRAFI CO	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS AASHTO
			Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	

M-01	0.20		Material Organico		pt
M-02	2.80		87.71% Suelo de partículas gruesas, compuesto por grava de angulosa a subangulosa, con predominancia de roca ígnea tipo granito o granodiorita, color rojizo/marrón		GC-GM A-4 (0)


Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968


AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS