



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible  
reforzamiento, Collique, Comas, 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Castillo Pereda, Ivan Antony (orcid.org/0000-0002-5331-9248)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2023", cuyo autor es CASTILLO PEREDA IVAN ANTONY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Junio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-07- 2024 21:02:18

Código documento Trilce: TRI - 0766601



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CASTILLO PEREDA IVAN ANTONY estudiante de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CASTILLO PEREDA IVAN ANTONY <b>DNI:</b> 74599600 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5331-9248	Firmado electrónicamente por: ICASTILLOPE el 24-07- 2024 20:21:49

Código documento Trilce: INV - 1770323

## DEDICATORIA

Quiero expresar mi gratitud en esta tesis, en primer lugar, agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de llegar hasta aquí hoy, por darme la fortaleza y la salud necesarias para alcanzar mis metas y objetivos. Dedico este trabajo de manera especial a mi padre, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo, animándome a seguir adelante en momentos de duda. Él ha sido el ejemplo de responsabilidad y superación que ha guiado mi camino hacia el éxito profesional. Además, quiero dedicar este trabajo a mis hermanos, así como a mi madre, quienes siempre han estado a mi lado, inculcándome buenos valores y brindándome su amor incondicional, siendo una constante motivación en mi vida. Además de mi mayor motivo para seguir adelante y quienes representan el mejor regalo que he recibido de parte de Dios.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, quienes son el pilar más importante en mi vida. Ellos siempre han sido mis mayores impulsores y han contribuido significativamente a mi desarrollo como persona. Sin su constante guía, amor y apoyo, no habría llegado tan lejos como lo he hecho. Agradezco especialmente a mis padres y hermanos por todo lo que han hecho por mí; su influencia ha sido fundamental en mi crecimiento.

En especial a mi padre, le agradezco por su confianza y por ser una fuente constante de motivación. No tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que ha hecho por mí. Eres un verdadero ejemplo a seguir y quiero que sepas que te quiero con todo mi corazón. Gracias por estar siempre a mi lado.

Además, quiero agradecerles por su comprensión y apoyo durante el tiempo que dediqué a esta tesis. Sé que tuve que sacrificar momentos juntos para completar este trabajo académico, pero cada sonrisa suya y cada muestra de afecto fueron mi mayor motivación. Estoy inmensamente orgulloso de ser tu parte de esta familia.

Por último, quiero expresar mi sincero agradecimiento al Mg. Pinto Barrantes Raúl Antonio, por su paciencia y estímulo en la continuación de esta tesis. Su apoyo fue fundamental para su éxito.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	13
III. RESULTADOS.....	20
IV. DISCUSIÓN.....	63
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	79

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Centros de Masa y Rigidez</i> .....	26
Tabla 2. <i>Peso por Nivel</i> .....	26
Tabla 3. <i>Ratios de masa modales participantes</i> .....	27
Tabla 4. <i>Factor de amplificación sísmica</i> .....	27
Tabla 5. <i>Desplazamientos conjuntos</i> .....	35
Tabla 6. <i>Derivas</i> .....	36
Tabla 7. <i>Detalles del elemento de columna</i> .....	39
Tabla 8. <i>Propiedades de sección</i> .....	39
Tabla 9. <i>Propiedades materiales</i> .....	39
Tabla 10. <i>Parámetros del código de diseño</i> .....	39
Tabla 11. <i>Comprobación de fuerza axial y momento biaxial para Pu, Mu2, Mu3</i> .....	39
Tabla 12. <i>Factores de fuerza axial y momento biaxial</i> .....	39
Tabla 13. <i>Diseño de corte para Vu2, Vu3</i> .....	39
Tabla 14. <i>Verificación/diseño de corte de juntas</i> .....	40
Tabla 15. <i>. (6/5) Relación de capacidad viga/columna</i> .....	40
Tabla 16. <i>Detalles del elemento de columna</i> .....	41
Tabla 17. <i>Propiedades de sección</i> .....	41
Tabla 18. <i>Propiedades materiales</i> .....	41
Tabla 19. <i>Parámetros del código de diseño</i> .....	41
Tabla 20. <i>Comprobación de fuerza axial y momento biaxial para Pu, Mu2, Mu3</i> .....	41
Tabla 21. <i>Factores de fuerza axial y momento biaxial</i> .....	41
Tabla 22. <i>Diseño de corte para Vu2, Vu3</i> .....	42
Tabla 23. <i>Verificación/diseño de corte de juntas</i> .....	42
Tabla 24. <i>. (6/5) Relación de capacidad viga/columna</i> .....	42
Tabla 25. <i>Desplazamientos conjuntos</i> .....	42
Tabla 26. <i>Derivas</i> .....	43
Tabla 27. <i>Centros de Masa y Rigidez</i> .....	50
Tabla 28. <i>Peso por Nivel</i> .....	51
Tabla 29. <i>Ratios de masa modales participantes</i> .....	51
Tabla 30. <i>Factor de amplificación sísmica</i> .....	51
Tabla 31. <i>Desplazamientos conjuntos</i> .....	57

Tabla 32. <i>Deriva</i> .....	57
Tabla 33. <i>Detalles del elemento de viga</i> .....	59
Tabla 34. <i>Propiedades de sección</i> .....	59
Tabla 35. <i>Propiedades materiales</i> .....	59
Tabla 36. <i>Parámetros del código de diseño</i> .....	59
Tabla 37. <i>Momento de diseño y refuerzo a flexión para momento, <math>Mu3</math></i> .....	60
Tabla 38. <i>Fuerza cortante y refuerzo para corte, <math>Vu2</math></i> .....	60
Tabla 39. <i>Fuerza de torsión y refuerzo de torsión para torsión, <math>Tu</math></i> .....	60
Tabla 40. <i>Detalles del elemento de viga</i> .....	61
Tabla 41. <i>Propiedades de sección</i> .....	61
Tabla 42. <i>Propiedades materiales</i> .....	61
Tabla 43. <i>Parámetros del código de diseño</i> .....	61
Tabla 44. <i>Momento de diseño y refuerzo a flexión para momento, <math>Mu3</math></i> .....	62
Tabla 45. <i>Fuerza cortante y refuerzo para corte, <math>Vu2</math></i> .....	62
Tabla 46. <i>Fuerza de torsión y refuerzo de torsión para torsión, <math>Tu</math></i> .....	62
Tabla 47. <i>Verificación/diseño de corte de juntas</i> .....	62
Tabla 48. <i>(6/5) Relación de capacidad viga/columna</i> .....	62



## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> El diseño simple y la estructura flexible de una vivienda autoconstruida.....	8
<i>Figura 2.</i> Conceptos básicos de diseño y análisis estructural.....	9
<i>Figura 3.</i> Enseñanza del diseño arquitectónico a través de prácticas creativas...	10
<i>Figura 4.</i> Respuesta suelo-MPs-estructura con diferentes ángulos de inclinación.....	11
<i>Figura 5.</i> Comparación entre las fuerzas de fuga axiales y cortantes del modelo predictivo y los resultados experimentales.....	12
<i>Figura 6.</i> Vivienda de 4 pisos.....	20
<i>Figura 7.</i> Arquitectura y configuración geométrica 1° al 4° piso.....	22
<i>Figura 8.</i> Estados de carga.....	23
<i>Figura 9.</i> Combinaciones de cargas.....	24
<i>Figura 10.</i> Envoltente.....	25
<i>Figura 11.</i> Diafragma 1° - 4° piso.....	25
<i>Figura 12.</i> Espectro de sismo de diseño ( $S_a/g$ ).....	31
<i>Figura 13.</i> Espectro de sismo de diseño ( $S_a/g$ ).....	34
<i>Figura 14.</i> Diseño de concreto armado.....	37
<i>Figura 15.</i> Diseño de concreto armado.....	38
<i>Figura 16.</i> ETABS Concrete Frame Design.....	39
<i>Figura 17.</i> Reforzamiento de la estructura.....	40
<i>Figura 18.</i> ETABS Concrete Frame Design.....	41
<i>Figura 19.</i> Vivienda de 2 pisos.....	43
<i>Figura 20.</i> Arquitectura y configuración geométrica 1° al 2° piso.....	45
<i>Figura 21.</i> Estructuración.....	46
<i>Figura 22.</i> Estados de carga.....	47
<i>Figura 23.</i> Combinaciones de cargas.....	48
<i>Figura 24.</i> Envoltente.....	49
<i>Figura 25.</i> Diafragma 1° - 2° piso.....	49
<i>Figura 26.</i> Espectro de sismo de diseño.....	55
<i>Figura 27.</i> Diseño de concreto armado.....	58
<i>Figura 28.</i> Diseño de concreto armado.....	59

*Figura 29. Reforzamiento de la estructura.....61*

## Resumen

El propósito de este estudio es fortalecer, a través de modelado, las viviendas autoconstruidas ubicadas en la zona 3 de Collique, Comas, con el fin de mejorar su resistencia sísmica. La metodología empleada es de carácter aplicado, con un diseño de investigación cuasi-experimental y un enfoque cuantitativo. Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron estudios de suelo, diseño arquitectónico y diseño estructural. Los resultados obtenidos indican que el suelo analizado se clasifica como grava pobremente gradada con arena (GP) y arena pobremente gradada con grava (SP). En cuanto al diseño arquitectónico, se ha representado fielmente la disposición de los ambientes y espacios según la construcción original de cada vivienda. En lo que respecta al diseño estructural, se ha demostrado la viabilidad de implementar un diseño sísmico resistente para viviendas de dos y cuatro niveles utilizando elementos de reforzamiento. Se concluye que la aplicación de estos elementos estructurales cumple con todos los requisitos de diseño sísmico establecidos por las regulaciones peruanas y el código ACI318-19.

**Palabras Clave:** Elementos estructurales, sistemas constructivos, diseño.

## **Abstract**

The purpose of this study is to strengthen, through modeling, the self-built homes located in zone 3 of Collique, Comas, in order to improve their seismic resistance. The methodology used is of an applied nature, with a quasi-experimental research design and a quantitative approach. To carry out this research, soil studies, architectural design and structural design were carried out. The results obtained indicate that the soil analyzed is classified as poorly graded gravel with sand (GP) and poorly graded sand with gravel (SP). Regarding the architectural design, the layout of the environments and spaces has been faithfully represented according to the original construction of each home. Regarding structural design, the feasibility of implementing a seismic resistant design for two- and four-story homes using strengthening elements has been demonstrated. It is concluded that the application of these structural elements meets all the seismic design requirements established by Peruvian regulations and the ACI318-19 code.

**Keywords:** structural elements, construction systems, design.

## I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las situaciones de los diversos países del mundo, se puede observar que los domicilios en zonas urbanas no están diseñadas adecuadamente para resistir movimientos sísmicos. Esto se debe a diferentes factores, por ejemplo, una mala gestión de la construcción, falta de mantenimiento o la falta de adaptación a las constantes amenazas naturales, como los terremotos. Es importante la necesidad de llevar a cabo evaluaciones de vulnerabilidad sísmica a escala global, ya que los terremotos no conocen límites geográficos y pueden tener lugar en cualquier región del mundo. Esto se evidencia (Dang, Phan Y Tapponnier, 2022, párr. 1), se informa que un terremoto con una magnitud de 5,9 sacudió Afganistán, con su epicentro a una profundidad de 10 km. El desastre resultó en la trágica pérdida de 1.039 vidas, dejando a 2.949 personas heridas y causando daños en más de 4.500 hogares e infraestructuras en las provincias de Paktika y Khost. Este evento ha motivado a los ingenieros de todo el mundo a trabajar en el diseño de estructuras más seguras y eficientes para proteger la vida humana.

Hablando sobre el cinturón de fuego en relación a los temblores, se menciona que Perú se encuentra en esta zona geográfica propensa a sufrir frecuentes movimientos sísmicos. (Tavera, 2020, párr. 1), Indica que el Anillo de Fuego del Pacífico es el resultado de la acción de las así llamadas placas tectónicas y es diligente de la mayor parte de los movimientos teluricos a nivel mundial. Estos movimientos pueden ocasionar daños materiales y pérdidas humanas en las construcciones. A pesar de tener edificaciones de calidad en nuestro país, es necesario tener en cuenta que muchas de ellas son antiguas y no están siendo supervisadas adecuadamente, tanto las públicas como las privadas. Los recientes terremotos en el país han demostrado que no son los sismos en sí mismos los que representan un mayor peligro, sino la debilidad de las construcciones ante estas ocurrencias de movimientos subterráneos de la corteza terrestre a lo largo del tiempo.

La ciudad de Lima, a pesar de tener una alta concentración de energía sísmica, ha visto un incremento en su cantidad de habitantes por la llegada de personas de varias partes de la nación en una busca de oportunidades. Sin embargo, este crecimiento urbano ha provocado ocupación de zonas que no son ideales para la

vivienda. en donde comienzan los cerros de los distintos distritos de Lima con el objetivo de establecerse. Como consecuencia, se han formado asentamientos humanos consolidados y emergentes, lo cual ha causado un serio desorden urbano. Esta situación ha llevado a la construcción informal de edificaciones en terrenos de alta vulnerabilidad ante desastres naturales o sismos, a causa del desconocimiento técnico y la falta de conciencia por parte de los habitantes, además de la escasez de los bienes económicos en dichas áreas.

Por lo antes mencionado, se ha presentado la siguiente cuestión general de manera amplia: ¿De qué manera influye el modelamiento de las viviendas autoconstruidas para el mejoramiento de su comportamiento sísmico en Collique, Comas, 2023?, Así mismo se formulan los problemas específicos: ¿De qué manera mejorar los desplazamientos laterales en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?, ¿De qué manera mejorar la rigidez en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?, ¿De qué manera mejorar las cortantes en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?.

Esta investigación tiene una justificación teórica sólida, ya que busca encontrar el nivel de la vulnerabilidad sísmica. Además, se destacan las contribuciones científicas que ofrece esta investigación, ya que es importante contar con referentes sólidos que respalden nuestro trabajo. Al investigar un tema, es fundamental conocer cuántas investigaciones se han realizado sobre él, quiénes las han llevado a cabo, dónde y cuándo, para asegurar que las referencias que utilizamos sean de buena calidad. Por otro lado, también existe una justificación práctica para este estudio, ya que es necesario mejorar la estabilidad de las viviendas autoconstruidas con baja resistencia sísmica. También se busca promover la construcción sostenible y poder proporcionar bienestar a los ciudadanos ante los asequibles acontecimientos sísmicos.

La justificación metodológica es crucial, ya que se utilizaron criterios científicos para recopilar la información necesaria en la investigación. De esta manera, se sugiere y se desarrolla una metodología del procedimiento para evaluar la fragilidad ante terremotos y la mejora de la resistencia de las estructuras. Además, este estudio también tiene una justificación social, ya que su principal objetivo es el poder ayudar a renovar el bienestar y la protección de las personas. en las viviendas de los

habitantes de Collique. Esto se logrará por medio de la implementación de elementos estructurales prefabricados que mejorarán la estabilidad.

En esta investigación, se formula el siguiente objetivo general: Reforzar mediante un modelamiento las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023. Siendo los objetivos específicos: Analizar la irregularidad de los desplazamientos laterales de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023, Analizar la irregularidad de la rigidez de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023., y Analizar la irregularidad de las cortantes de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.

Por consiguiente, se plantea como suposición general: La aplicación de un reforzamiento en el modelamiento influye de manera favorable el comportamiento sísmico en una vivienda autoconstruida, Collique, Comas, 2023. Las hipótesis específicas serán: Los desplazamientos laterales de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023, La rigidez de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023, y Las cortantes de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.

Como los antecedentes nacionales presentados en esta investigación comenzamos con, Morales (2020), Esencialmente, el propósito principal de este estudio es, fue el de poder analizar cómo la evaluación de la debilidad estructural impacta en la reducción de los perjuicios ocasionados por los terremotos a través del método de resistencia sísmica. El enfoque del estudio fue aplicado y experimental, teniendo como población objetivo las edificaciones de Chaclacayo. Para recolectar datos, se usó un formulario para recopilar información y el programa ETABS. El resultado principal del estudio fue que la utilización del enfoque de evaluación sismorresistente en la construcción del centro vacacional Huampaní produce una disminución significativa de los efectos causados por los sismos. En

conclusión, se determinó que el análisis de la debilidad estructural tiene influencia de una manera significativa en la disminución de las consecuencias sísmicas permitiendo identificar los puntos débiles en la estructura de la edificación.

Roque (2022), el objetivo principal de este estudio en el año 2022 fue optar por elementos estructurales prefabricados resulta ser una opción económica para construir viviendas tradicionales de dos pisos en la ciudad de Juliaca. Se utilizó en esta indagación un estudio aplicado y experimental, teniendo como población de manera referencial a las viviendas ubicadas en el distrito de Juliaca. Para poder realizar esta búsqueda de información, se emplearon instrumentos tales como una guía de visualización, fichas de recolección, el programa ETABS y fichas técnicas de datos. El resultado principal fue que la estructura respondió de manera favorable al diseño propuesto. Como conclusión, se determinó que el diseño para resistir terremotos de estas viviendas de dos alturas obtuvo todos los requisitos de diseño establecidos por las regulaciones en Perú y el estándar ACI318-19, por lo que es adecuado para su aplicación.

Seguidamente, se presentan los antecedentes de carácter internacional como, Marín (2019), el cual tuvo como mayor objetivo formar en un hospital un procedimiento de aislamiento de la base para resistir los movimientos sísmicos. con dispositivos aisladores de plomo en el núcleo de su estructura. Se llevó a cabo un estudio mediante un análisis dinámico no lineal para examinar la reacción del sistema de forma dinámica. Se compararon los resultados con los de una estructura que no contaba con un sistema de aislamiento sísmico. Este estudio tuvo un enfoque aplicado y cuasi experimental en los edificios hospitalarios de Bucaramanga, Colombia, constituyendo la totalidad de la población. El edificio hospitalario seleccionado para la investigación tenía dos pisos y una cubierta, y se utilizó un muestreo no probabilístico. Los instrumentos que fueron utilizados son el programa Excel y el programa ETABS. El resultado principal fue que el estudio de la estructura con aislamiento mediante un estudio en movimiento que no sigue una línea definida sirvió para arreglar la capacidad de la resistencia de la estructura ante actividades sísmicas. Se llegó a la conclusión que la utilización de equipos sísmicos reduce los movimientos de la estructura y, por ende, las deformaciones requeridas para un desempeño sísmico efectivo.



Ñañez y Hernández (2019), Se centró en analizar la resistencia ante terremotos de una estructura creada o planificada según la Norma Sismo Resistente del 2010. Fue un estudio experimental de tipo aplicado, realizado en estructuras típicas con aisladores sísmicos y Soportes firmes en la ciudad de Bogotá, Colombia. La muestra dispuesta en investigación consistió en un edificio típico con estos elementos en la Av. Agoberto Mejía. Se utilizaron como herramientas de análisis el software ETABS y Excel. Los resultados obtenidos principalmente demostraron que, durante la evaluación en movimiento, los cambios de dirección permanecieron dentro del tope determinado por la Norma Sismo Resistente - 10. En cuanto al análisis estático, se notó una reducción importante en el cortante basal, lo que favorecerá un mayor funcionamiento estructural del modelo colocado con aisladores sísmicos. Se pudo llegar a la conclusión que, El estudio ejecutado a una construcción con una base empotrada se ajusta a los criterios que se establecieron en la Norma Sismo Resistente - 10, pero al utilizar un sistema que tenga aislación sísmica, el edificio mostró un rendimiento superior en términos de desplazamientos y fuerzas internas.

Con respecto a los artículos científicos internacionales tenemos a, Loor, Palma y García (2021), El objetivo que tuvo esta investigación es evaluar La vulnerabilidad de las casas en términos de resistencia y seguridad rurales establecidas en la parroquia de Santa Marianita en Manta, Ecuador, dado que esta zona costera es propensa a eventos sísmicos. El enfoque de la investigación utilizada es descriptivo y cualitativo, y la población objetivo son las viviendas en la ciudad de Manta. Los instrumentos utilizados incluyen la observación bien estructurada y el formulario FEMA-154, así como unas entrevistas con los habitantes o propietarios de las viviendas seleccionadas. Las respuestas generadas revelaron la necesidad de recomendaciones para poder rehabilitar las viviendas rurales con índices de vulnerabilidad sísmica menores a 2. Se concluyó que más de la mitad de los domicilios instalados en la parroquia de Santa Marianita presentan una alta vulnerabilidad sísmica, ya que no logran cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en la Norma Ecuatoriana de Construcción y no garantizan la seguridad estructural en caso de un terremoto.

Laissy (2022), El propósito de esta labor consiste en examinar los impactos producidos por diversos sistemas de fortalecimiento y determinar cuál es el más

idóneo para la resistencia ante cargas sísmicas. Se realizó una investigación tanto analítica como experimental. La población objetiva fueron edificaciones con diferentes sistemas de refuerzo. El implemento utilizado fue el software ETABS V. 18.1. Los resultados evidenciaron que la implementación de un sistema de refuerzo combinado aumentó tanto la rigidez como la estabilidad de los modelos, así como la resistencia de los edificios de hormigón armado ante cargas sísmicas en áreas inclinadas. Como conclusión, se determinó que el periodo de tiempo fundamental de los modelos bajo estudio exhibió una reducción del plazo de un 22,29% en el caso de los modelos con sistemas de arriostramiento, y un 24,93% en los modelos reforzados con muros estructurales.

Gottem, Lingeshwaran, Kumar, Chowdary, Pratheba, y Perumal (2023), El objetivo presente en este estudio fue la de evaluar la eficacia de distintas configuraciones de refuerzo para reducir la reacción de un edificio ante un terremoto con 50 niveles de concreto reforzado, centrándose en los efectos P-delta. Se realizó un estudio tanto analítico como experimental. La población objetiva fueron las edificaciones de gran altura. El implemento usado fue el software ETABS. Los resultados indican que tanto los arriostramientos Tipo 4 como los Tipo 2 presentan una función similar en diversos aspectos en las zonas sísmicas III y V. En conclusión, este análisis demuestra que los tipos 2 y 4 muestran un rendimiento destacado para soportar cargas laterales, especialmente las provocadas por fuerzas sísmicas. En comparación con la estructura sin refuerzos.

Con respecto a los artículos científicos en otro idioma tenemos a Tarque y Pancca (2022), El objetivo fue categorizar y definir las características de las unidades de construcción utilizadas en este estudio. Las pruebas de control se realizaron tanto para clasificar como para no clasificar. Se realizó un estudio tanto analítico como experimental. La población objetiva fueron viviendas autoconstruidas en el distrito de San Miguel. El instrumento que fue utilizado es la hoja que se utilizará para recolectar datos y el software ETABS. Los resultados revelaron que el 25% de las viviendas encuestadas tienen paredes con un espesor de junta de 20 mm, mientras que el 58% tiene un espesor de 30 mm, el 12% de 40 mm y el 5% tiene una variación en el espesor. Los principales problemas constructivos en estas casas incluyen muros con variaciones no uniformes en el espesor de las juntas de mortero, exposición del acero, entre otras cosas. En

conclusión, la resistencia de la mampostería es inversamente proporcional al espesor de las juntas de mortero, lo que indica que cuanto más gruesa sea la junta, menor será la resistencia.

Wu y Wu (2020), El objetivo centrado de esta investigación es descubrir si el subsidio de la política tiene un efecto de estímulo en la E-RCB (Capacidad de Resistencia a Desastres de la Edificación) y si el hogar recibió el subsidio como una variable dependiente. Se utilizaron como variables independientes el uso de planos sísmicos que reflejan servicios técnicos, el equipo de construcción calificado que refleja la formación de los artesanos de la construcción y la construcción sísmica de casas autoconstruidas. Se realizó un estudio tanto analítico como experimental. La población objetiva fueron las viviendas autoconstruidas en áreas rurales de China. El instrumento que fue utilizado en la investigación es la hoja de recolección para los datos y el software ETABS. Los resultados indican que el subsidio de vivienda promovido por el gobierno estimula la E-RCB en hogares rurales. La E-RCB se vio afectada por factores como la disponibilidad de seguro de responsabilidad civil de edificios, la antigüedad de la vivienda y la experiencia en terremotos. En conclusión, el gobierno chino debe prestar atención a la supervisión de la fortificación sísmica durante la construcción de nuevas viviendas en zonas rurales, así como en la restauración y reconstrucción posterior a desastres naturales, para asegurar que las nuevas viviendas rurales satisfacen con los parámetros locales de fortificación sísmica.

Wang, Ma, Jiang, Dou, Liu, Hao, Li, Zhou, Cao y Ma (2023), El objetivo es desarrollar dos métodos distintos para reparar muros de corte dañados por un terremoto y ensamblados con camisas inyectadas. En base a diferentes escenarios de daños, el primer método consiste en reemplazar el concreto dañado por una lechada de alta resistencia, mientras que el segundo método utiliza un revestimiento de lechada con refuerzo y malla para mejorar la sección transversal dañada. Se realizó un estudio tanto analítico como experimental. La población objetiva fueron los edificios dañados sísmicamente. El instrumento que se utilizó fue la hoja que se utilizará para recolectar datos y el software ETABS. Los resultados de las pruebas demuestran que ambos métodos de reparación logran restaurar la suficiencia de carga de muros de corte ensamblados. Concluyendo, la muestra reparada con reemplazo de concreto roto por lechada de alta resistencia

(CRPSW) presenta características de daño comparables a la muestra original del muro de corte ensamblado. Por otro lado, la muestra reparada con revestimiento reforzado (NRPSW) tiene una mayor capacidad de carga última. Durante la etapa de falla, se desprende la malla de refuerzo del revestimiento y este se separa de la pared.

Proseguimos con la teoría de la variable viviendas autoconstruidas, como refiere (Ugalde, 2018, p. 33), las viviendas autoconstruidas por parte de los propios habitantes podrían considerarse como una solución razonable ante la escasez de viviendas que persiste en la región.

La teoría de la variable conocida como el comportamiento sísmico (Seismology Committee, 1999, p. 143), se define como la reacción ante un sismo de una construcción, teniendo en cuenta su capacidad para tener intactos sus atributos y roles esenciales, como la protección y funcionalidad.

Los conceptos de la variable viviendas autoconstruidas, para (Bossuyt, Salet y Majoor, 2018, párr. 2), la construcción de viviendas por parte de los propios residentes, implica que ellos asuman la responsabilidad y tengan el control de su propio proceso de construcción, está siendo cada vez más promovida como una forma de proveer viviendas. Por otra parte, para (Heffernan y Wilde, 2020, párr. 3), en el ámbito de la construcción, la autoconstrucción utiliza sus propios recursos, sin la necesidad de contar con la asesoría de profesionales como parte fundamental de su enfoque. De la misma forma, para (Soliman, 2012, párr. 9), El método más adecuado para que los pobres de las áreas urbanas puedan tener un lugar para vivir ellos mismos parece ser construir su propia casa de acuerdo a su propio ritmo, capacidad económica y criterio.

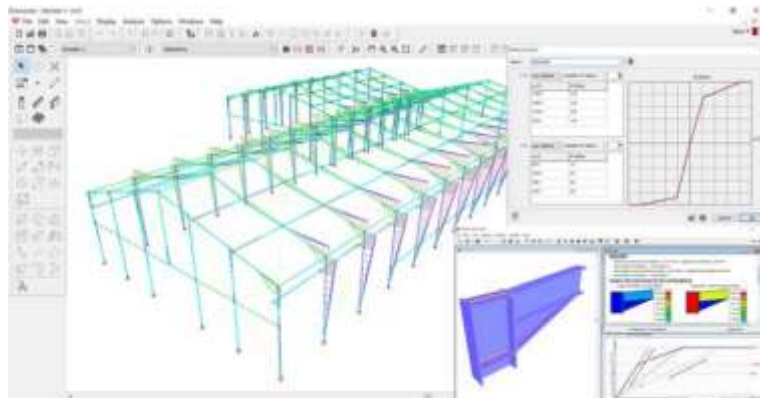


*Figura 1.* El diseño simple y la estructura flexible de una vivienda autoconstruida

Fuente: Izar (2022)

Para la dimensión levantamiento topográfico, según (Granemann, 2010, párr. 1), es fundamental que los expertos en topografía sigan medidas de precaución y protección durante los levantamientos, ya que el cumplimiento de estas acciones es crucial para garantizar el éxito de las tareas. Por otro lado, para (IGAC, 2023, párr. 1), este proceso da lugar a la creación de un plano detallado, conocido como el acopio de datos, el cual sirve como una herramienta de planificación para la construcción de edificios y estructuras.

Para la dimensión Diseño estructural, según (Delgado y Hofmeyer, 2013, párr. 3), el diseño estructural es una forma de investigar y estudiar la estabilidad, resistencia y rigidez de las estructuras, con el objetivo principal de asegurar la estabilidad de una estructura mediante el adecuado uso de materiales y su diseño. Por otro lado, para (Gerold, Beucke y Seible, 2012, párr. 1), replantear por completo el proceso de diseño estructural secuencial tradicional de los autores es necesario para crear un diseño que tenga en cuenta varios objetivos, como la seguridad, la funcionalidad y la estética.



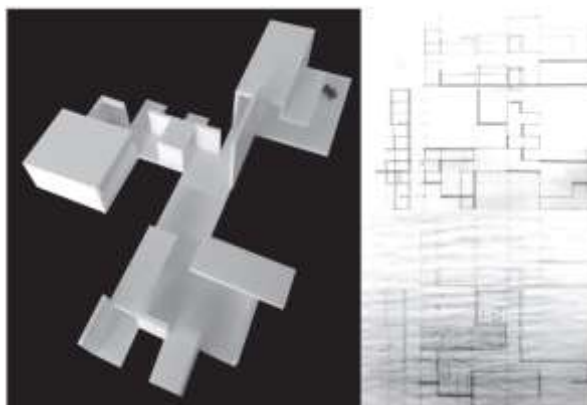
*Figura 2.* Conceptos básicos de diseño y análisis estructural

Fuente: BuildSoft (2022)

Para la dimensión Sistema estructural, según (Thoens, Dohlder y Long, 2018, párr. 1), la evaluación de los posibles peligros en la estructura del sistema incluye varios tipos de modelos, como el estático, el dinámico, el de deterioro, el de confiabilidad y el de consecuencias. Estos modelos sirven de base para calcular los riesgos que surgen directamente de las fallas de los componentes y los riesgos indirectos que se generan por las fallas del sistema. (Biondini y Frangopol, 2016, párr. 1), en los últimos años, se han obtenido progresos destacados en las áreas

del modelaje, análisis y creación de sistemas de ingeniería civil en estado de deterioro.

Para la dimensión Diseño arquitectónico, según (Luck, 2019, párr. 2), nos referimos a la creación de un plan y resultado que abarca elementos que, al ser combinados, crean una estructura que es confortable y práctica. Por otro lado, para (Li, Yang, Xiang, Kong, Dai y Zeng, 2023, párr. 5), el diseño arquitectónico es un proceso que combina la creatividad y las habilidades técnicas para dar forma a nuestro entorno.



*Figura 3.* Enseñanza del diseño arquitectónico a través de prácticas creativas  
Fuente: Lizondo-Sevilla, Bosch-Roig, Ferrer-Ribera y Alapont-Ramon (2019)

Para la dimensión Reglamento, según (GOB, 2021, párr. 1), todas las instituciones gubernamentales y los individuos y empresas privadas de derecho legal que planeen o lleven a cabo proyectos de urbanización y construcción en el país deben cumplir con el Normativa nacional para la construcción de edificaciones, que es una regulación técnica obligatoria. Por otro lado, para (RNE, 2006, p. 3), el objetivo de la Normativa nacional sobre construcciones. es establecer normas y mínimos requisitos para el diseño y construcción de los permisos de construcción y construcciones urbanas, con el fin de garantizar una ejecución eficiente de los proyectos de desarrollo en las ciudades.

Los conceptos de la variable comportamiento sísmico, para (Soureshjani y Massumi, 2022, párr. 1), Después de un terremoto principal, una estructura puede experimentar múltiples réplicas. En muchos enfoques de diseño sísmico, no se tiene en cuenta directamente o se subestima el impacto de las secuencias sísmicas.

Por otro lado, según (Peña y Chavez, 2016, párr. 1), En las últimas dos décadas, ha surgido un gran interés en investigar cómo se comportan las construcciones antiguas de mampostería frente a los terremotos en América Latina. Por otra parte, para (Teran, 1997, p. 70), representa la manifestación de la conducta deseada o el rendimiento específico que un edificio debería ser capaz de lograr cuando está expuesto a un nivel específico de actividad sísmica.

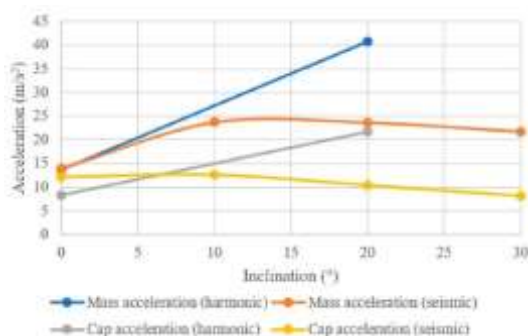


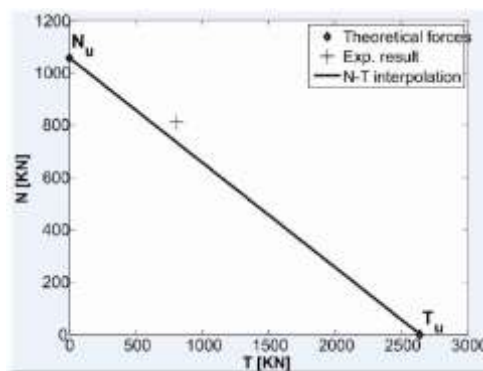
Figura 4. Respuesta suelo-MPs-estructura con diferentes ángulos de inclinación

Fuente: Abou Alhaja y Batali (2022)

Para la dimensión Ensayo de laboratorio de suelos, para (Botía, 2015, p.19), la índole de las consecuencias de los experimentos de laboratorio no solo se basa en el cumplimiento riguroso de los procedimientos sugeridos en las normas establecidas, sino también en la excelencia y condiciones óptimas de los instrumentos utilizados durante el proceso. Por otro lado, Según (Peth, Rostek, Zink, Mordhorst y Horn, 2010, párr. 1), los ensayos de suelo son diferentes pruebas que se llevan a cabo en muestras de suelo tomadas del lugar que se está analizando, para esto es fundamental evaluar y predecir la deformación del suelo y estimar los cambios en las funciones del suelo.

Para la dimensión Predimensionamiento y Medrado de Cargas, Según (ULIMA, 2020, párr. 2), el predimensionamiento es un procedimiento que calcula las primeras medidas de los componentes de una estructura, permitiendo su análisis y comprobación. Por otra parte, para (Juárez, 2023, párr. 3), los metrados se pueden describir como una agrupación de información recolectada a partir de cálculos, mediciones y planos de edificación.

Para la dimensión Análisis sismorresistente, Según (Blanco, 2012, p. 71), el propósito principal del análisis sismorresistente es preservar vidas y, además, reducir al mínimo los daños materiales. Los ingenieros tienen la responsabilidad de alcanzar estos objetivos a través de la planificación de la estructura, el análisis del terreno, la supervisión de los materiales utilizados y la implementación de los procesos constructivos apropiados. Por otra parte, para (Fajfar, 2018, párr. 2), el análisis sismorresistente es utilizado como una herramienta para calcular cómo una estructura responderá ante un terremoto y es usado en la creación de formas y diseños en edificaciones que sean resistentes a los movimientos sísmicos.



*Figura 5.* Comparación entre las fuerzas de fuga axiales y cortantes del modelo predictivo y los resultados experimentales

Fuente: Bursi, Di Filippo, La Salandra, Pedot y Reza (2022)



## II. METODOLOGÍA

**Tipo, enfoque y diseño de investigación:** En la investigación de tipo aplicada se enfoca en encontrar soluciones prácticas a problemas concretos tanto en la sociedad como en las empresas, lo cual implica abordar problemas reales y concretos (Arias, 2020, párr. 1). Esta investigación, utiliza la investigación aplicada, debido a que su objetivo principal consiste en emplear principios, conocimientos y herramientas tecnológicas ya existentes para llevar a cabo un análisis de las estructuras de viviendas autoconstruidas. El propósito es evaluar su capacidad de resistencia ante sismos y presentar un plan de refuerzo que permita mejorar su baja eficiencia sísmica. En el enfoque de investigación cuantitativo se destaca por dar mayor importancia a la lógica basada en pruebas empíricas y deducciones, asegurándose de seguir procedimientos rigurosos, utilizar métodos experimentales y emplear técnicas para recopilar datos estadísticos (Mata, 2019, párr. 15). La investigación se centra en el enfoque cuantitativo porque el objetivo es encontrar respuestas cuantificables a través de un estudio de datos que permita identificar las tendencias de comportamiento y validar las hipótesis propuestas. En la investigación experimental es toda investigación que se lleva a cabo utilizando un enfoque científico, en el cual se mantienen constantes ciertas variables mientras se miden otras variables como objeto de estudio (Velázquez, 2018, párr. 1). El presente estudio utiliza un diseño experimental, aunque no se trata de una investigación pura, sino más bien de una investigación cuasi-experimental. En este tipo de estudio, no se busca crear algo completamente nuevo, sino más bien alterar o manipular la variable que se estudia para determinar la conexión de causa y consecuencia entre las variables independientes y las variables dependientes. En este caso, la variable independiente son las viviendas autoconstruidas, mientras que el comportamiento sísmico representa la variable dependiente. La manipulación de la variable independiente tiene como objetivo mejorar el desempeño sísmico de dichas viviendas. En la investigación explicativa tiene como principal finalidad desvelar las razones tras las acciones a través de la identificación de vínculos causa-efecto. Esta forma de estudio puede examinar tanto que se basan en la prueba de hipótesis tanto para las causas (investigación post facto) como para los efectos (investigación experimental). Los hallazgos y las

conclusiones derivan de este método de análisis que se obtienen de este tipo de investigación representan un nivel de conocimiento más profundo (Arias, 2006, p. 23). La investigación realizada en este estudio será principalmente explicativo, ya que se pretende analizar la relación entre diferentes condiciones y escenarios con el fin de evaluar cómo interactúan y se comportan las variables. Se busca precisar de manera adecuada cómo se determinan los hallazgos y las inferencias derivadas de los datos previamente analizada.

**VARIABLES/CATEGORÍAS:** Las variables de estudio son las diferentes cualidades o atributos de seres vivos, objetos o eventos que tienen la capacidad de experimentar modificaciones y que pueden ser observadas, cuantificadas, analizadas y manipuladas durante la realización de una investigación (González, 2020, párr. 1). Se han propuesto dos variables de investigación en este estudio, las cuales estarán vinculadas considerando una variable que actúa de forma independiente y otra que actúa de forma dependiente, como se explica más adelante.

La operacionalización de las variables es el proceso metodológico por el cual se involucra la descomposición deductiva de las variables que conforman el problema de esta investigación, iniciando desde la perspectiva más amplia hasta llegar a los detalles más específicos. En otros términos, estas variables se subdividen (en caso de ser complejas) en diferentes dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices, y elementos; mientras que, si las variables son más concretas, se subdividen únicamente en indicadores, índices y elementos (Moreno, 2013, párr. 1). Así se fundamenta la investigación actual en un método que se enfoca en desglosar las variables de análisis en aspectos significativos, como las descripciones de términos de manera conceptual, operacionales, dimensiones e indicadores.

Variable independiente: Viviendas autoconstruidas, tiene como un concepto que define las viviendas construidas por uno mismo. son construcciones que los propietarios realizan por sí mismos, con la ayuda de un maestro o albañil local si es posible, sin la necesidad de contar con personal especializado (Enríquez, 2016, p. 22). Y como definición operacional que para realizar el trabajo se usara una Guía de observación con el fin de recaudar los datos necesarios referentes al estado de las viviendas actualmente. Las dimensiones de esta variable serán las de levantamiento topográfico, diseño estructural, sistema estructural, diseño

arquitectónico y el reglamento. Estos parámetros incluirán el tamaño del área a estudiar en metros cuadrados, el tipo de suelo, la carga muerta, la carga viva, la actividad sísmica, la combinación de cargas, los elementos estructurales, los planos, las normativas E-020, E-030, E-050, E-060, y la ACI 318-19 y su medida estará en una escala de razón.

Variable dependiente: Comportamiento sísmico, tiene como definición conceptual que el comportamiento sísmico se enfoca en analizar los parámetros que surgen durante un terremoto, como las fuerzas y los desplazamientos. Existen diversos métodos que proporcionan valores numéricos, los cuales, si son implementados correctamente a través de un diseño adecuado que controle los efectos del movimiento sísmico, pueden reducir la amenaza que representa para la vida humana. El colapso total o parcial de las estructuras es la principal causa de pérdidas en estos casos. (Oviedo y Duque, 2006, p. 106). El comportamiento sísmico se puede definir como la forma en que se obtienen diferentes resultados a partir de varias situaciones de estudio, después de realizar un análisis estático y dinámico de un evento sísmico. Las dimensiones de esta variable serán ensayo de laboratorio de suelos, predimensionamiento, metrado de cargas y análisis sismorresistente. Cuyos indicadores serán clasificación del suelo (S1, S2, S3, S4), resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>), dimensiones, densidades (Tn/cm<sup>2</sup>/Cm<sup>3</sup>), y pesos total y parcial (Tn), desplazamientos laterales, rigidez, cortante basal (Tn) y cortante dinámica (Tn) y su medida estará en una escala de razón.

**Población y muestra:** Una población se entiende por un grupo íntegro de personas o elementos que se distribuyen similitudes en sus características (Narváez, 2023, párr. 3). esta investigación indica como población estudiada a las viviendas autoconstruidas localizadas en la Mz. H-1 entre el Psj Santo Cristo y Jr Santa Martha, tercera zona de Collique - Comas, las cuales exhiben rasgos de falta de estabilidad y riesgos potenciales en caso de un terremoto o desastre natural. La muestra es un segmento del grupo de personas analizadas que la representa. Su objetivo es obtener conclusiones sobre la población en general. La muestra constituye una técnica investigativa muy empleada en las ciencias sociales para recabar datos sin necesidad de encuestar a toda la población (Muguira, 2017, párr. 2). En este estudio, se seleccionaron dos viviendas ubicadas en la tercera zona de Collique, Comas, como muestra de análisis. Estas viviendas fueron elegidas por el

investigador debido a su mayor vulnerabilidad ante eventos sísmicos o desastres naturales en comparación con otras viviendas de la zona. Por lo tanto, se llevará a cabo el modelamiento del reforzamiento de las viviendas con el fin de poder realizar un estudio comparativo de la estabilización de los mismos en relación a las condiciones del suelo. De esta manera, se podrá obtener el resultado de cuál de los dos presenta una mayor estabilidad. El muestreo por conveniencia es un método de selección de muestra que no se basa en la aleatoriedad y la probabilidad. En su lugar, se utiliza la accesibilidad y disposición de las personas para participar en la muestra. Esto puede incluir consideraciones prácticas como la disponibilidad de tiempo o cualquier otro criterio específico relacionado con un elemento en particular (Ortega, 2018, párr. 1). La investigación se centrará en utilizar un método de muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que se elegirá una muestra que sea representativa para el estudio, las cuales serán tres viviendas ubicadas en la tercera zona de Collique, siendo seleccionadas por estar ubicada en una zona de sismicidad considerable. Una unidad de análisis hace alusión al elemento central que se está examinando en un proyecto de investigación o estudio (Arteaga, 2022, párr. 1). En la presente investigación que se llevará a cabo, se tomarán como objeto de unidad de análisis las viviendas autoconstruidas ubicadas en el distrito de Collique, Comas, Lima, con el fin de evaluar su comportamiento sísmico en términos de desempeño.

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** referidas a un conjunto de métodos organizados de manera sistemática que guían al investigador en la tarea de ampliar el conocimiento y desarrollar nuevas áreas de indagación (Maya, 2014, p. 4). En esta investigación se ha planteado la utilización de los métodos de la observación directa y la observación experimental, considerando diversos indicadores relevantes para el análisis.

Algunos de los instrumentos para poder recolectar los datos más comunes son el uso de cuestionarios y escalas de actitudes. Estos instrumentos constan de una serie de preguntas que evalúan variables específicas y son diseñados de acuerdo a los propósitos de la investigación (Tamayo y Silva, 2019, p. 9). En este estudio en particular, utilizaremos tanto fichas para recolectar los datos como hojas que recolectan resultados de laboratorio como herramientas para recopilar información. Estas fichas nos ayudarán a conseguir todos los datos necesarios para el estudio,

cuyo objetivo es analizarlos y obtener los resultados precisos. Además, esto nos permitirá realizar conclusiones y recomendaciones apropiadas basadas en el análisis realizado.

- Es fundamental no pasar por alto el proceso de validez del contenido al realizar una investigación de gran magnitud, especialmente en el campo de la gestión de personal. Los instrumentos utilizados para recopilar datos deben incluir una cantidad adecuada de elementos para poder comprender de manera completa los aspectos, factores y variables que contribuyen a la formación del fenómeno objeto de estudio (Delgado, 2023, párr. 3). La investigación actual se considera válida debido a la evaluación y análisis realizado por tres expertos en ingeniería civil, quienes cuentan con la debida colegiatura en su campo.
- La fiabilidad que presentan los instrumentos se basa en aspectos técnicos y humanos por igual. No solo es importante que los instrumentos estén en buen estado y correctamente ajustados, sino también que el personal que los utiliza durante los procesos de toma de muestras o mediciones esté capacitado y entrenado adecuadamente (Mata, 2020, párr. 5). En este estudio actual, se garantiza la confiabilidad al utilizar programas ingenieriles con licencia, lo que garantiza una obtención de información confiable y precisa. A su vez, se recopilan resultificaciones válidas que luego podrán ser examinados y comprendidos. Aparte, se recopila información obtenida asegurándose de realizar un estudio de suelos con un laboratorio confiable y certificado para obtener resultados precisos. Esto se hace cumpliendo con reglamentos y requisitos de calidad, así como con certificaciones de calibración para asegurar resultados confiables y de alta calidad. Es importante mencionar que se elaborará un informe técnico detallando las conclusiones que se alcanzaron por medio del análisis sísmico dinámico y estático en el software ETABS. Este informe será revisado, analizado y firmado por expertos en el tema, lo cual suma a la confiabilidad y validez de este estudio de investigación. Todos estos aspectos contribuyen a otorgar la confianza necesaria a este proyecto.

- Una forma de hacer el procedimiento es siguiendo una serie de pasos establecidos para realizar una tarea de manera efectiva (Pérez y Gardey, 2008, párr. 2). La recopilación y análisis de información para esta investigación se llevará a cabo de la siguiente manera:
- Primero, se realizará una visita al lugar para recopilar los datos utilizando una ficha de recopilación de datos previamente preparada. Esta ficha se utilizará para evaluar los parámetros y características más importantes del terreno. También se tomarán muestras de suelo en puntos estratégicos a través de calcatas para poder efectuar se investigará el área de estudio de las propiedades y comportamiento de los suelos, junto con la realización de un estudio topográfico de la respectiva área de estudio.
- Luego, se llevará a cabo un análisis general de los datos recopilados en el lugar y se realizarán diferentes ensayos de laboratorio para analizar las muestras de suelo. Estos ensayos nos proporcionarán criterios relevantes como por ejemplo, factores como la capacidad de soporte del suelo, la resistencia a la compresión, la densidad, la humedad y la clasificación del suelo, entre otros. Además, se analizarán los datos recolectados del levantamiento topográfico usando los programas Excel y ETABS.
- Con base en el diseño arquitectónico y mediante el uso del software ETABS, así como hojas para calcular en Excel, se diseñarán los planos de la vivienda para poder ser estudiados en función del objetivo de la investigación.
- Completados aquellos diseños respectivos, se analizarán los planos para crear un modelo 3D en el programa ETABS.
- También se llevará a realizar el diseño en ETABS de los componentes estructurales utilizando criterios técnicos y normativos.
- A través del software ETABS, se analizarán diferentes escenarios que permitirán obtener diversos resultados en términos del comportamiento y desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas antes y después del reforzamiento.
- En esta etapa se estudiarán e interpretarán los resultados obtenidos a partir de los escenarios analizados, para entender la forma en la que la unidad de estudio se comporta y se desempeña durante un sismo en ambos casos planteados en la investigación.

- Después de revisar y evaluar la información recopilada y los resultados recopilados de los diversos contextos de investigación, se redactarán las conclusiones correspondientes de manera objetiva, veraz y confiable.
- Asimismo, se elaborarán recomendaciones basadas en la información y detalles de toda la investigación, detallando cualquier criterio relevante para contribuir al estudio.

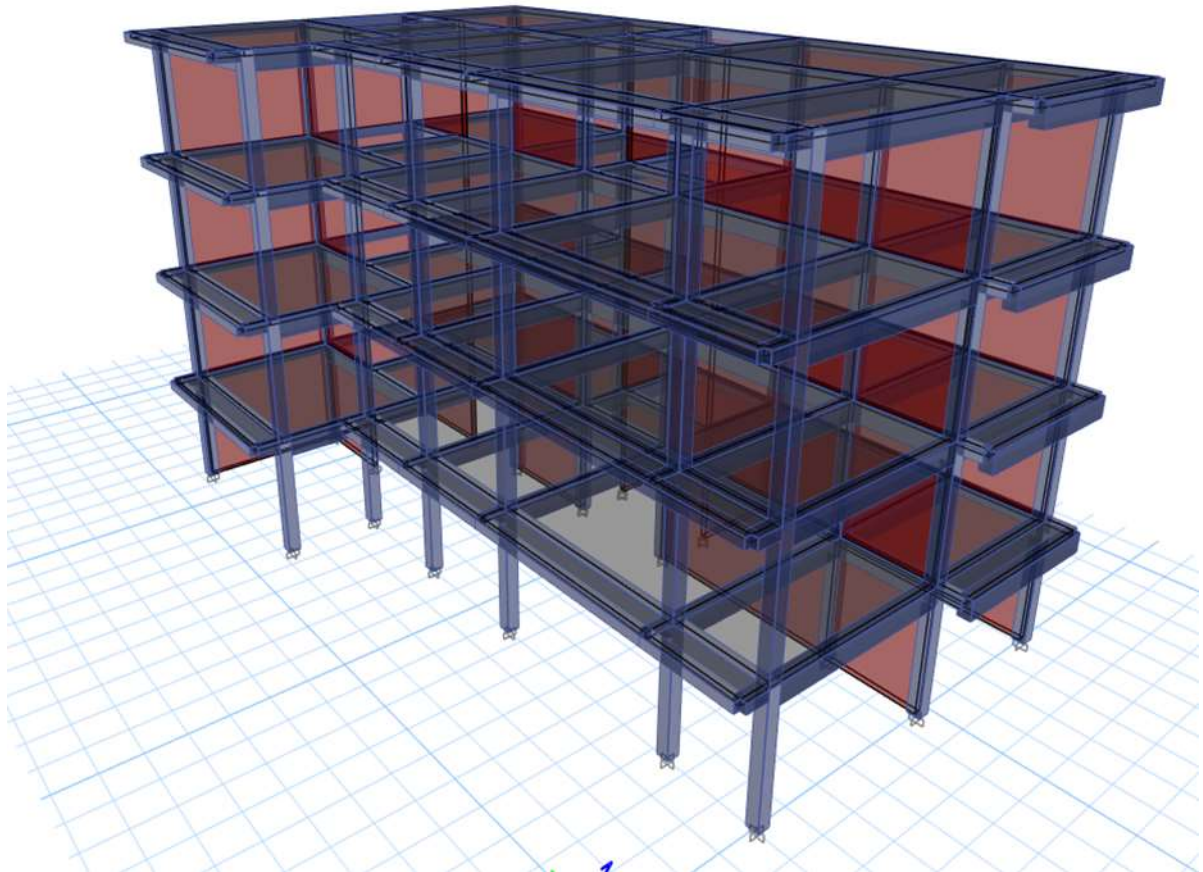
**Métodos para el análisis de datos:** La llamada estadística descriptiva es la tarea de analizar datos implicando examinar, sintetizar y exponer Las conclusiones obtenidas a partir de un registro de información extraídos de una muestra o de la población completa (Ortega, 2021, párr. 3). Así también, La estadística inferencial tiene como objetivo tomar decisiones o por otro lado hacer generalizaciones respecto a las características de las observaciones tomadas en consideración, utilizando información que puede ser parcial o incompleta (Porrás, 2017, p. 2). De acuerdo con estas metodologías, se establece que después de conseguir los efectos de los análisis sísmicos estáticos y dinámicos, se realizará un examen detallado para interpretar y describir cómo se comporta en los escenarios de estudio. Esto se hará utilizando la estadística descriptiva, para luego aplicar la estadística inferencial con el objetivo de hacer conclusiones y recomendaciones más amplias sobre la población en general.

**Aspectos éticos:** En este informe, el autor está motivado por sus valores personales predominantes, como la honradez, la honestidad, el respeto, la sinceridad y el compañerismo. Se compromete a respetar las legalidades de autor de una variedad de fuentes como libros, ensayos, estudios académicos y otros documentos de investigación que sean relevantes para el crecimiento de esta investigación. Además, seguirá las pautas y pautas establecidas en los lineamientos provistos por la institución educativa. Todas las citas y referencias se han realizado de manera correcta y de acuerdo con las normas que se establecieron en el ISO 690 - 2.

### III. RESULTADOS

**Ubicación:** 3° zona de Collique, distrito de Comas, provincia de Lima, departamento de Lima

#### VIVIENDA DE 4 PISOS



*Figura 6.* Vivienda de 4 pisos  
Fuente: Elaboración propia (2024)

#### NORMAS QUE SE EMPLEARÁN

Se cumplen con las regulaciones y normativas nacionales e internacionales mencionadas a continuación:



- RNE (N.T.E.):
  - NTE E.020, E.060, E.030, E.070, E.050 Y E.090
- A.C.I. 319 - BCRSC
- UBC 1997

Se asegura que todas las regulaciones y normativas están actualizadas y en vigor.

## CARACTERÍSTICAS DETALLADAS – MATERIALES UTILIZADOS

### CONCRETO:

- Resistencia ( $f'c$ ) : 210Kg/cm<sup>2</sup> (zapatas)  
210 Kg/cm<sup>2</sup> (vigas, columnas, losas)
- (E) : 217,000 Kg/cm<sup>2</sup> ( $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>)
- (u) : 0.20
- ( $\gamma C$ ) : 2300 Kg/m<sup>3</sup> que será utilizado para el concreto simple  
2400 Kg/m<sup>3</sup> que sera utilizado para el concreto armado

### ACERO CORRUGADO (ASTM A605):

- ( $f_y$ ) : 4,200 Kg/cm<sup>2</sup> (G<sup>o</sup> 60): “E”: 2’100,000 Kg/cm<sup>2</sup>

### RECUBRIMIENTOS:

- Zapatas, cimientos, vigas de cimentación 7.50 cm
- Vigas y Columnas 4.00 cm
- Vigas chatas, Vigas de borde, Losas Aligeradas 3.00 cm
- Escaleras, Losas macizas 2.50 cm

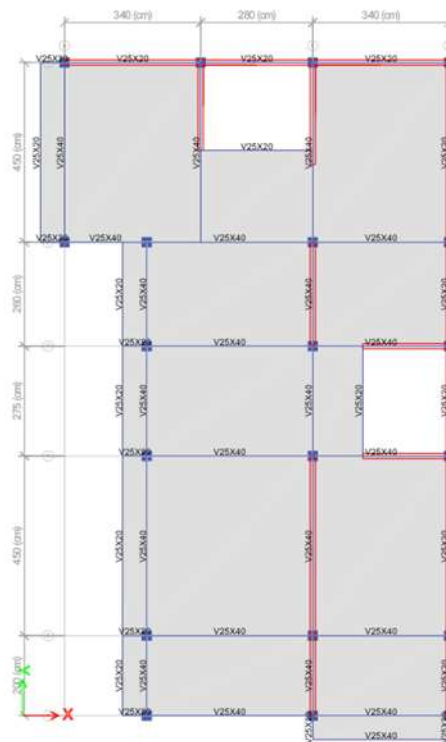
## PROPIEDADES DEL SUELO Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS

De acuerdo con las indicaciones del análisis de suelos para cimentación:

- ( $\gamma_S$ ): 1900 Kg/m<sup>3</sup> - NF: No se encontro
- ( $\sigma_T$ ): 3.79 Kg/cm<sup>2</sup> - (DF): 2.00 m

## IDENTIFICACIÓN

## ARQUITECTURA Y CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA



*Figura 7. Arquitectura y configuración geométrica 1° al 4° piso*

Fuente: Elaboración propia (2024)

La altura 2.7 m del 1°,2°,3° y 4° piso , El sistema estructural que ha sido expuesto se basa en:

- Dirección X-X: Sistema de pórticos.
- Dirección Y-Y: Sistema de albañilería confinada.

## COMBINACIONES DE LAS CARGAS Y ESTADOS DE LAS CARGAS

## ESTADOS DE LAS CARGAS

De acuerdo con las regulaciones NTE. E.020, E060 y ACI. 319, se toman en cuenta diferentes tipos de cargas en la estructura de acuerdo a los parámetros establecidos.

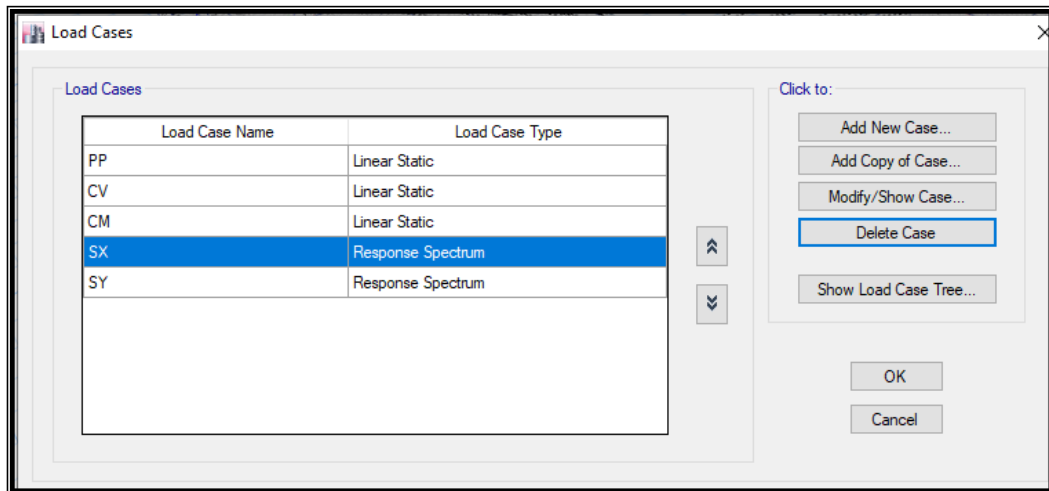


Figura 8. Estados de carga

Fuente: Elaboración propia (2024)

Dónde:

- PP
- CM
- CV
- SX
- SY

Metrado de cargas:

PP

CM:

- Piso terminado: 100 kg/m<sup>2</sup>
- Muros baranda: 285 kg/m
- Muros albañilería e=0.13 m: 684 kg/m
- Muros bajos: 285 kg/m

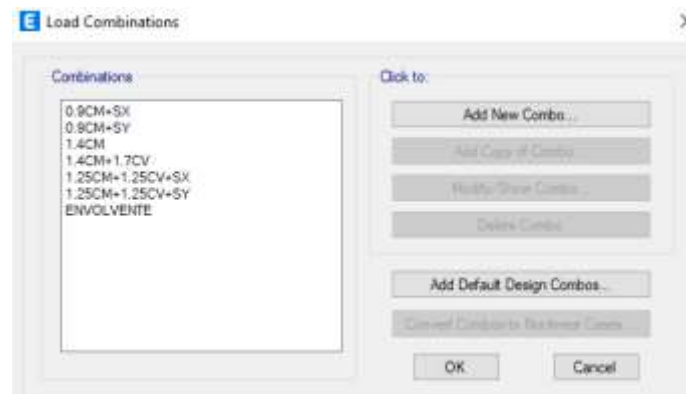
- Área de baños =30 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de muro en losa: 270 kg/m<sup>2</sup>

CV: Sobre carga según la norma E.020

- Vivienda : 200.00 kg/m<sup>2</sup>
- Corredores y escalera: 200.00 kg/m<sup>2</sup>

## COMBINACIONES DE CARGAS

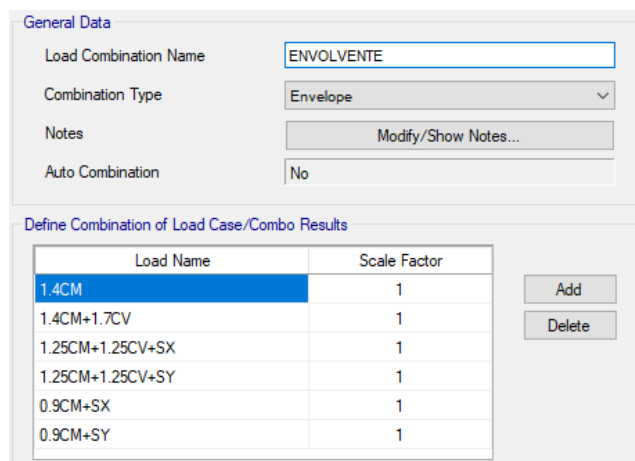
De estos estados de carga se tienen en cuenta las siguientes combinaciones:



*Figura 9. Combinaciones de cargas*

Fuente: Elaboración propia (2024)

De todas estas combinaciones, podemos observar que el diseño Estructural se efectúara → con la “ENVOLVENTE”:

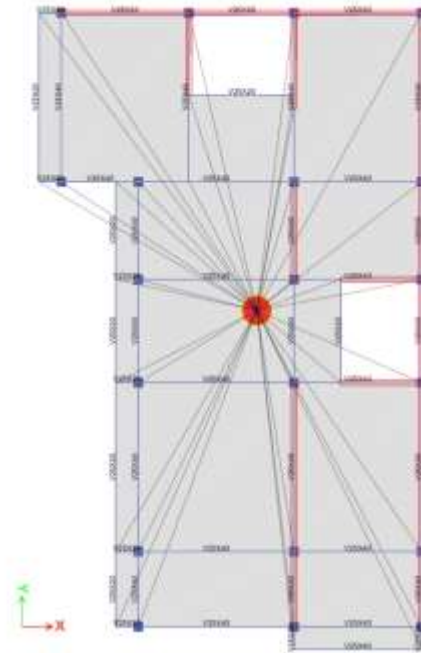


*Figura 10. Envolvente*

Fuente: Elaboración propia (2024)

## ALTERNANCIA DE CARGAS

Diafragma :



*Figura 11. Diafragma 1° - 4° piso*

Fuente: Elaboración propia (2024)

## ANÁLISIS ESTÁTICO

El Cortante Estática se determinará utilizando los parámetros establecidos previamente, considerando también el PE y el FAD (C).

## PARÁMETROS SÍSMICOS

Los criterios sísmicos (NTE E.030) que se toman en cuenta para el estudio del edificio son los siguientes:

- La “Z” será de tipo 4 con un valor de 0.45, por estar en Lima.
- El “U” será de tipo “C” con valor de 1.00, por ser una vivienda.

- El “S” será de tipo “S2” con valor de 1.05, “Tp (s)” con valor de 0.60 y “TL (s)” con un valor de 2.00.
- Un “Rx” de tipo pórticos con un valor de 8.00.
- Un “Ry” de tipo albañilería con un valor 3.00.

## PESO DE LA ESTRUCTURA

Dado que la estructura se clasifica en la categoría C, se debe considerar un peso del (100%CM + 25%CV) para el análisis estático y dinámico.

## CARGA MUERTA:

El peso de los elementos estructurales se incluye en el valor de las cargas muertas utilizadas.

## CARGA VIVA:

El valor empleado de Carga Viva es de 200 kg/m<sup>2</sup> en la vivienda y 200 kg/m<sup>2</sup> en corredores y escalera, en techo del cuarto piso 100 kg/m<sup>2</sup>.

Tabla 1. Centros de Masa y Rigidez

Story	Diafragma	Peso	Masa X	Masa Y	XCM	YCM	Cum Mass X	Cum Mass Y	XC CM	YC CM	XCR	YCR
PISO 1	D2	171.46 tn	17478.41 Kgf-s2/m	17478.41 Kgf-s2/m	6.2597 m	8.4221 m	17478.41 Kgf-s2/m	17478.41 Kgf-s2/m	6.2597 m	8.4221 m	8.9021 m	13.4768 m
PISO 2	D3	166.54 tn	16976.08 Kgf-s2/m	16976.08 Kgf-s2/m	6.2669 m	8.4014 m	16976.08 Kgf-s2/m	16976.08 Kgf-s2/m	6.2669 m	8.4014 m	9.1279 m	13.8394 m
PISO 3	D4	166.54 tn	16976.08 Kgf-s2/m	16976.08 Kgf-s2/m	6.2669 m	8.4014 m	16976.08 Kgf-s2/m	16976.08 Kgf-s2/m	6.2669 m	8.4014 m	9.3114 m	14.003 m
PISO 4	D5	138.72 tn	14140.4 Kgf-s2/m	14140.4 Kgf-s2/m	5.9452 m	8.3353 m	14140.4 Kgf-s2/m	14140.4 Kgf-s2/m	5.9452 m	8.3353 m	9.4811 m	14.1078 m

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 2. Peso por Nivel

NIVEL	Peso (Ton)
4	138.92
3	166.54

2	166.54
1	171.46
TOTAL	643.25

Fuente: Elaboración propia (2024)

## PERIODOS Y MASA PARTICIPANTE

Se muestran a continuación los periodos y la masa participante calculados mediante un análisis dinámico de 6 modos de vibración (3 modos por cada nivel).

Tabla 3. *Ratios de masa modales participantes*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.504	0.46670	0.0930000	0.000	46.67%	9.30%	0.000	0.028	0.124	0.283
Modal	2	0.225	0.30840	0.4078000	0.000	77.51%	50.08%	0.000	0.112	0.074	0.121
Modal	3	0.164	0.03980	0.0000216	0.000	81.49%	50.08%	0.000	0.096	0.388	0.122
Modal	4	0.142	0.09310	0.3588000	0.000	90.80%	85.97%	0.000	0.038	0.001	0.374
Modal	5	0.095	0.01880	0.0021000	0.000	92.69%	86.18%	0.000	0.005	0.050	0.012
Modal	6	0.074	0.04500	0.0667000	0.000	97.19%	92.85%	0.000	0.333	0.238	0.021
Modal	7	0.073	0.00600	0.0002000	0.000	97.78%	92.87%	0.000	0.000	0.027	0.001
Modal	8	0.049	0.00910	0.0433000	0.000	98.70%	97.20%	0.000	0.300	0.059	0.050
Modal	9	0.044	0.00910	0.0139000	0.000	99.61%	98.60%	0.000	0.041	0.026	0.003
Modal	10	0.035	0.00180	0.0022000	0.000	99.79%	98.82%	0.000	0.011	0.009	0.001
Modal	11	0.031	0.00180	0.0100000	0.000	99.97%	99.81%	0.000	0.024	0.004	0.010
Modal	12	0.025	0.00030	0.0019000	0.000	100.00%	100.00%	0.000	0.011	0.002	0.002

Fuente: Elaboración propia (2024)

“T” y “C”

En los Análisis, se tuvo en cuenta la Norma NTE. E.030, según:  $C = 2.5 (T_p/T) \leq 2.5$

Tabla 4. *Factor de amplificación sísmica*

Dirección	C	C/R > 0.125
X-X	2.50	0.3125
Y-Y	2.50	0.3125

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$\text{Modo.- Tx} = 0.504 \text{ seg} \quad \leftrightarrow \quad C = 2.976 < 2.5$$

$$\text{Modo.- Ty} = 0.225 \text{ seg} \quad \leftrightarrow \quad C = 6.667 < 2.5$$

$$C_x = 2.50 \quad C_y = 2.50$$

$$C/RX = 0.3125 > 0.125 \quad C/R Y = 0.8333 > 0.125$$

## COEFICIENTE DE LA CORTANTE EN LA BASE

La Fuerza Basal Se define como una parte proporcional del peso total de la construcción a través de la siguiente operación:

$$V = \frac{ZUSC}{R} \cdot P \rightarrow V_x = 0.1477 \cdot P = 94.98 \text{ tn} \quad \text{y} \quad V_y = 0.3938 \cdot P = 253.28 \text{ tn}$$

## ANÁLISIS DINÁMICO

Un análisis dinámico se realiza utilizando un sistema de ecuaciones en tres dimensiones, donde los elementos en posición vertical se encuentran unidos por diafragmas horizontales de una rigidez infinita en sus planos. Se considera una excentricidad accidental del 0.05 veces el tamaño del edificio en la dirección que forma un ángulo de 90 grados a la fuerza aplicada en cada una de las direcciones analizadas.

## ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIONES

Se utiliza un espectro de respuesta de pseudo aceleraciones de acuerdo con la normativa NTE - E.030 en el análisis dinámico de la estructura, con el objetivo de contrastar la resistencia a la fuerza de corte mínima en la parte inferior con los datos obtenidos. obtenidos en un análisis estático, para cada ubicación en la que se encuentre el edificio en su planta (X e Y).

En X-X,

## ESPECTRO DE RESPUESTA

Según la Nueva NTE E.030 – 2018

1.- Z, E.030-2018 (2.1)



Zona: 4  $Z= 0.45 g$

2.- Parámetro, E.030-2018 (2.4)

Perfil Tipo: S2  $S= 1.05$   
 $Tp= 0.60$   
 $TL= 2.00$

3.- Categoría, E.030-2018 (3.1)

Categoría: Común C  $U= 1.00$

4.- CBRFS, E.030-2018 (3.4)

SE: Concreto armado: Pórticos  
 $R_o= 8$

5.- Restricciones, E.030-2018 (3.7)

No se toleran desviaciones graves.

6.- Factores, E.030-2018 (3.6)

I. altura: 01 es considerado Regular  
 $I_a= 1.00$

I. planta,  $I_p$ : 01 es considerado Regular  
 $I_p= 1.00$

7.- CRFS, E.030-2018 (3.8)

$R=R_o \times I_a \times I_p= 8$

8.- Gráfico y Cálculo del ESD (Sa/g)

Cálculo del espectro de sismo:

Alineados en "C", "T(s)" y "Sa/g"

- 2.50 - 0.00 - 0.1477

- 2.50 - 0.02 - 0.1477
- 2.50 - 0.04 - 0.1477
- 2.50 - 0.06 - 0.1477
- 2.50 - 0.08 - 0.1477
- 2.50 - 0.10 - 0.1477
- 2.50 - 0.12 - 0.1477
- 2.50 - 0.14 - 0.1477
- 2.50 - 0.16 - 0.1477
- 2.50 - 0.18 - 0.1477
- 2.50 - 0.20 - 0.1477
- 2.50 - 0.25 - 0.1477
- 2.50 - 0.30 - 0.1477
- 2.50 - 0.35 - 0.1477
- 2.50 - 0.40 - 0.1477
- 2.50 - 0.45 - 0.1477
- 2.50 - 0.50 - 0.1477
- 2.50 - 0.55 - 0.1477
- 2.50 - 0.60 - 0.1477
- 2.31 - 0.65 - 0.1363
- 2.14 - 0.70 - 0.1266
- 2.00 - 0.75 - 0.1181
- 1.88 - 0.80 - 0.1107
- 1.76 - 0.85 - 0.1042
- 1.67 - 0.90 - 0.0984
- 1.58 - 0.95 - 0.0933
- 1.50 - 1.00 - 0.0886
- 1.36 - 1.10 - 0.0805
- 1.25 - 1.20 - 0.0738
- 1.15 - 1.30 - 0.0681
- 1.07 - 1.40 - 0.0633
- 1.00 - 1.50 - 0.0591
- 0.94 - 1.60 - 0.0554
- 0.88 - 1.70 - 0.0521

- 0.83 - 1.80 - 0.0492
- 0.79 - 1.90 - 0.0466
- 0.75 - 2.00 - 0.0443
- 0.62 - 2.20 - 0.0366
- 0.52 - 2.40 - 0.0308

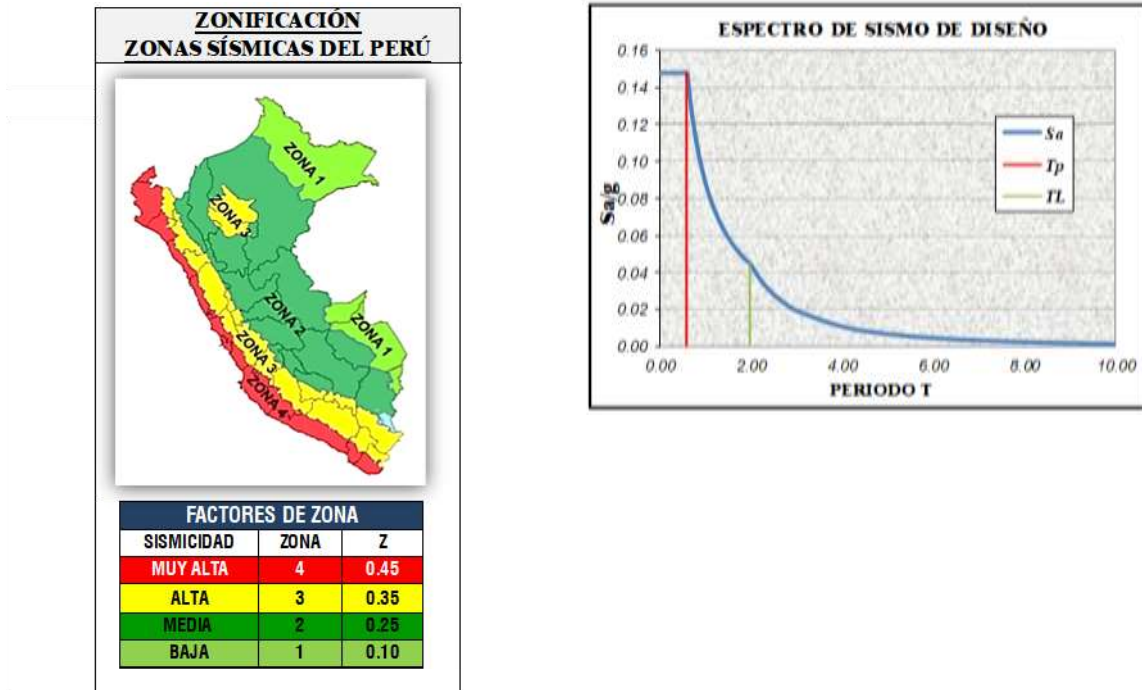


Figura 12. Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g)

Fuente: Elaboración propia (2024)

En Y-Y

ESPECTRO DE RESPUESTA

Según la Nueva NTE E.030 – 2018

1.- Zonificación, E.030-2018 (2.1)

Zona: 4

Z= 0.45 g

2.- Parámetros, E.030-2018 (2.4)

Perfil Tipo: S2

S= 1.05

Tp= 0.60

TL= 2.00

3.- Categoría, E.030-2018 (3.1)

Categoría: Común C

U= 1.00

4.- CBRFS, E.030-2018 (3.4)

SE: Albañilería armada o confinada

Ro= 3

5.- Restricciones, E.030-2018 (3.7)

No se permiten irregularidades extremas

6.- Factores, E.030-2018 (3.6)

I. altura, Ia: 01 es regular

Ia= 1.00

I. planta, Ip: 01 es regular

Ip= 1.00

7.- CRFS, E.030-2018 (3.8)

$R=R_o \times I_a \times I_p= 3$

8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g)

Cálculo del espectro sísmico

Alineados en "C", "T(s)" y "Sa/g"

- 2.50, 0.00, 0.1477
- 2.50, 0.02, 0.1477
- 2.50, 0.04, 0.3938
- 2.50, 0.06, 0.3938
- 2.50, 0.08, 0.3938
- 2.50, 0.10, 0.3938
- 2.50, 0.12, 0.3938
- 2.50, 0.14, 0.3938

- 2.50, 0.16, 0.3938
- 2.50, 0.18, 0.3938
- 2.50, 0.20, 0.3938
- 2.50, 0.25, 0.3938
- 2.50, 0.30, 0.3938
- 2.50, 0.35, 0.3938
- 2.50, 0.40, 0.3938
- 2.50, 0.45, 0.3938
- 2.50, 0.50, 0.3938
- 2.50, 0.55, 0.3938
- 2.50, 0.60, 0.3938
- 2.31, 0.65, 0.3635
- 2.14, 0.70, 0.3375
- 2.00, 0.75, 0.3150
- 1.88, 0.80, 0.2953
- 1.76, 0.85, 0.2779
- 1.67, 0.90, 0.2625
- 1.58, 0.95, 0.2487
- 1.50, 1.00, 0.2363
- 1.36, 1.10, 0.2148
- 1.25, 1.20, 0.1969
- 1.15, 1.30, 0.1817
- 1.07, 1.40, 0.1688
- 1.00, 1.50, 0.1575
- 0.94, 1.60, 0.1477
- 0.88, 1.70, 0.1390
- 0.83, 1.80, 0.1313
- 0.79, 1.90, 0.1243
- 0.75, 2.00, 0.1181
- 0.62, 2.20, 0.0976
- 0.52, 2.40, 0.0820

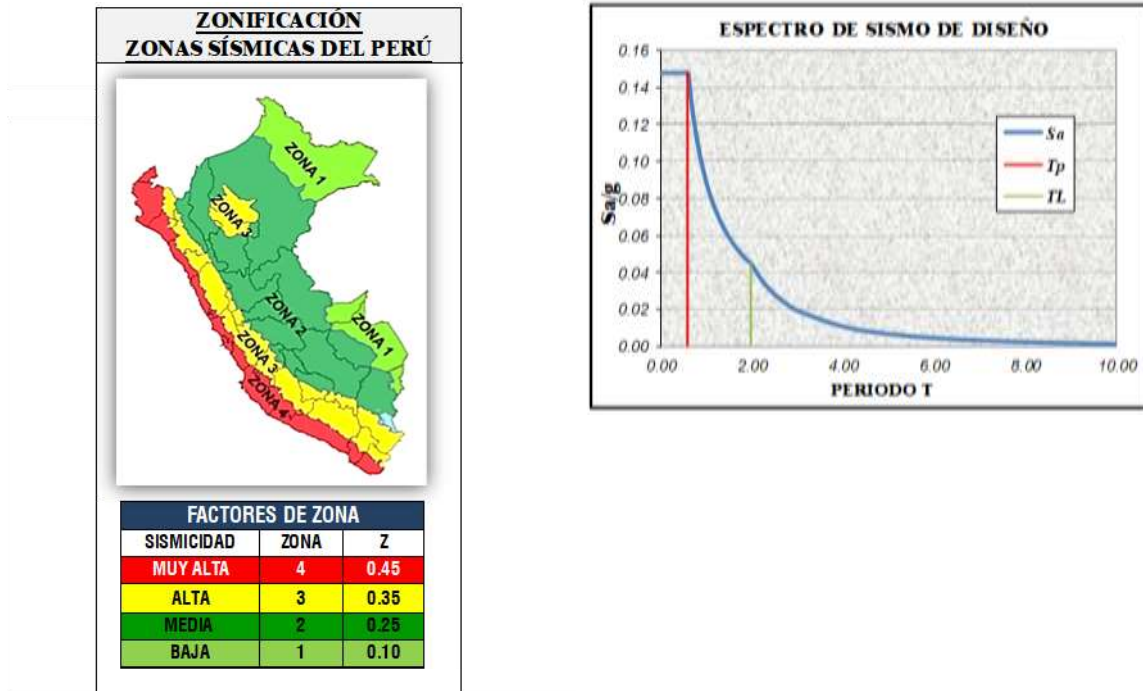


Figura 13. Espectro de Sismo de Diseño ( $S_a/g$ )

Fuente: Elaboración propia (2024)

## FUERZA DE CORTE PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

La máxima respuesta dinámica esperada para el cortante basal se determina mediante el uso del criterio de combinación cuadrática completa en todos los modos de vibración analizados.

Según lo establecido en la normativa actual, el cortante dinámico mínimo debe ser igual o superior al 80% del cortante estático para edificios regulares y al 90% para edificios irregulares.

La estructura del Edificio tiene una disposición regular en términos de planta y altura, por lo tanto se establece que el diseño estructural debe considerar como mínimo un 80% del corte estático.

Comparación entre las cortantes estática y dinámica

- Para el nivel 1 en la carga de sismo X su CD en X será de 55.32 tonf, su CE sera de 94.98 tonf, entonces CD/CE sera de 0.58, su  $0.8 \cdot CE$  (regular) será de 75.98, siendo su factor E/D de 1.37.
- Para el nivel 1 en la carga de sismo Y su CD en Y sera de 144.86 tonf, su CE sera de 253.29 tonf, entonces CD/CE sera de 0.57, su  $0.8 \cdot CE$  (regular) será de 202.63, siendo su factor E/D de 1.40.

## EVALUACIÓN

### CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Según lo establecido en la Norma NTE. E030, se debe multiplicar los resultados obtenidos para el control de los desplazamientos laterales por un factor de 0.75R.

Los resultados están presentados en la tabla que sigue, para cada dirección de análisis.

Dónde:  $\Delta i/he = DRE$

Además:  $\Delta iX/heX$  (máx.) = 0.0070

$\Delta iX/heX$  (máx.) = 0.0050

Todos los pisos intermedios respetan el límite máximo permitido de desplazamiento relativo de entrepiso ( $\Delta i/he$ ) MAX en ambas direcciones.

Tabla 5. *Desplazamientos conjuntos*

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO_4	14	194	SX	LinRespSpec	Max	1.3703 cm	0.3835 cm
PISO_3	14	114	SX	LinRespSpec	Max	1.2074 cm	0.29 cm
PISO_2	14	157	SX	LinRespSpec	Max	0.8653 cm	0.1966 cm
PISO_1	14	80	SX	LinRespSpec	Max	0.5435 cm	0.1092 cm
Base	14	27	SX	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO_4	13	151	SY	LinRespSpec	Max	0.0693 cm	0.9268 cm

PISO_3	13	152	SY	LinRespSpec	Max	0.0634 cm	0.7574 cm
PISO_2	13	153	SY	LinRespSpec	Max	0.0518 cm	0.5425 cm
PISO_1	13	154	SY	LinRespSpec	Max	0.0331 cm	0.3037 cm
Base	13	145	SY	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Fuente: Elaboración propia (2024)

RE :	REGULAR	
Coefficiente de DL :	0.75	0.75
Coefficiente de Reducción Sísmica : R =	8.00	3.00
Maxima deriva :	0.007	0.005

Tabla 6. Derivas

	DX (cm)	DY (cm)	H (cm)	ELASTIC DRIFTS (X)	INELASTIC DRIFTS (X)	MAXIMU M DRIFT (X)	ELASTIC DRIFTS (Y)	INELASTIC DRIFTS (Y)	MAXIMU M DRIFT (Y)
PISO 4	1.370 3	0.926 8	270.00	0.00060	0.003620	ok	0.00063	0.001412	ok
PISO 3	1.207 4	0.757 4	270.00	0.00127	0.007602	rigidizar	0.00080	0.001791	ok
PISO 2	0.865 3	0.542 5	270.00	0.00119	0.007151	rigidizar	0.00088	0.001990	ok
PISO 1	0.543 5	0.303 7	270.00	0.00201	0.012078	rigidizar	0.00112	0.002531	ok

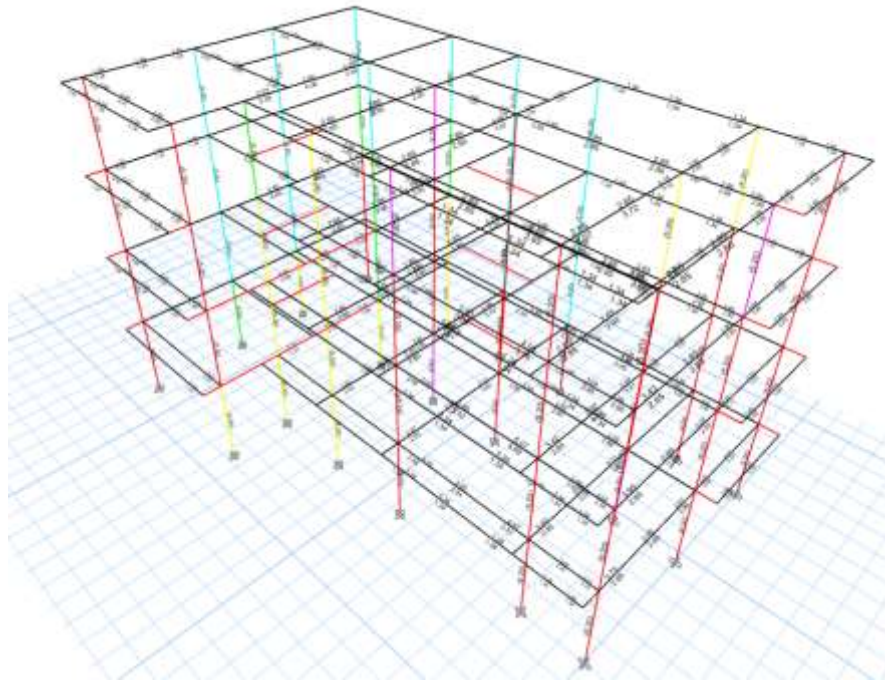
Fuente: Elaboración propia (2024)

En la dirección X-X hay que reforzar la estructura, ya que presenta derivas mayores de los máximos permitidos

## DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

### COLUMNAS

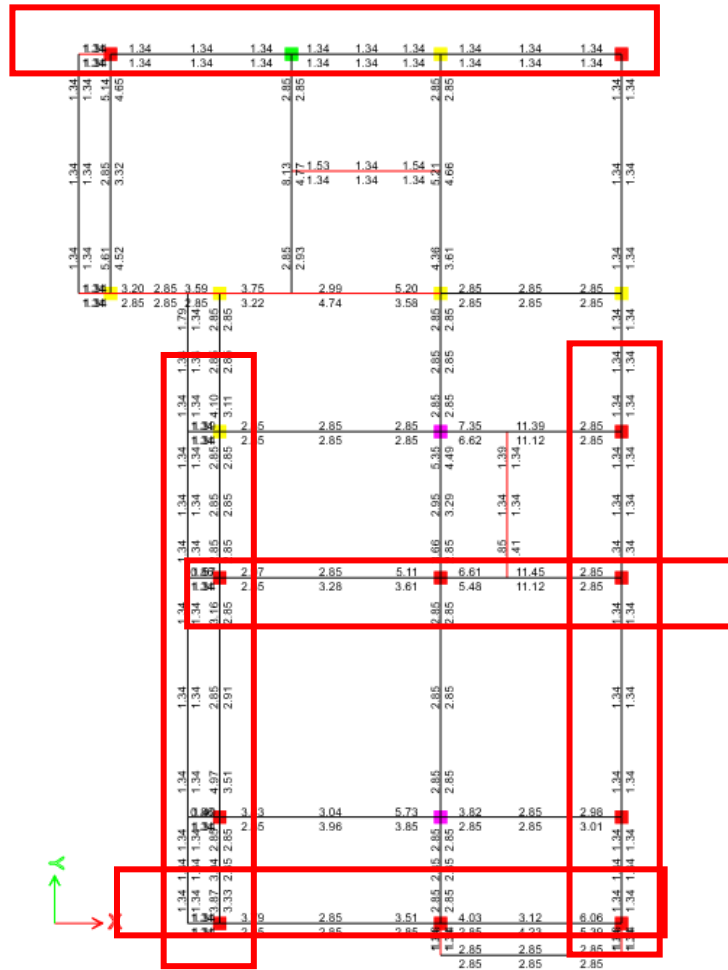




*Figura 14.* Diseño de concreto armado

Fuente: Elaboración propia (2024)

elementos de concreto armado, relación de capacidad de carga cercano a la unidad



*Figura 15.* Diseño de concreto armado  
 Fuente: Elaboración propia (2024)

De la capacidad de carga, se presenta zonas de reforzamiento de las columnas

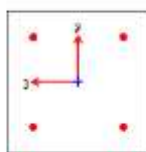


Figura 16. ETABS Concrete Frame Design

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 7. Detalles del elemento de columna

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Lenght (cm)	LLRF	Type
PISO 1	C5	4	C25X25	0.9CM+SY	230	270	0.838	Sway Special

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 8. Propiedades de sección

b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
25	25	4.587	1.73

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 9. Propiedades materiales

$E_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f'_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
218819.79	210	1	4200	4200

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 10. Parámetros del código de diseño

$\phi_T$	$\phi_{CTled}$	$\phi_{CBplral}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$	$\Omega_o$
0.9	0.7	0.75	0.85	0.6	0.85	2

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 11. Comprobación de fuerza axial y momento biaxial para  $P_u$ ,  $M_{u2}$ ,  $M_{u3}$ 

Design $P_u$ kgf	Design $M_{u2}$ kgf-cm	Design $M_{u3}$ kgf-cm	Minimum $M_2$ kgf-cm	Minimum $M_3$ kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
-24963.47	-139545.36	-56766.93	56766.93	56766.93	0.83(O/S #35)	1.964(O/S #35)

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 12. Factores de fuerza axial y momento biaxial

	$C_m$ Factor Unitless	$\sigma_{ns}$ Factor Unitless	$\sigma_s$ Factor Unitless	K Factor Unitless	Length cm
Major Bend (M3)	0.408091	1	1	1	230
Minor Bend (M2)	0.315413	1	1	1	230

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 13. Diseño de corte para  $V_{u2}$ ,  $V_{u3}$

	Shear Vu kgf	Shear $\phi Vc$ kgf	Shear $\phi Vs$ kgf	Shear $\phi Vp$ kgf	Rebar Av /s cm2/cm
Major, V u2	550.07	0	1076.36	233.07	0.0209
Minor, V u3	1441.05	0	1441.05	233.07	0.028

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 14. Verificación/diseño de corte de juntas

	Joint Shear Force kgf	Shear Vu, Top kgf	Shear Vu, Tot kgf	Shear $\phi Vc$ kgf	Joint Area cm2	Shear Ratio Unitless
Major Shear, Vu2	0	792.24	13269.15	30619.57	625	0.433
Minor Shear, Vu3	0	912.74	16141.52	30619.57	625	0.527

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 15. (6/5) Relación de capacidad viga/columna

Major Ratio	Minor Ratio
0.366	0.949

Fuente: Elaboración propia (2024)

**O/S #35 El ratio de capacidad excede el límite**

La relación de carga y capacidad de carga está muy cercano a la unidad

Se requiere reforzar las columnas para reducir dicha relación

Reforzamiento de la estructura

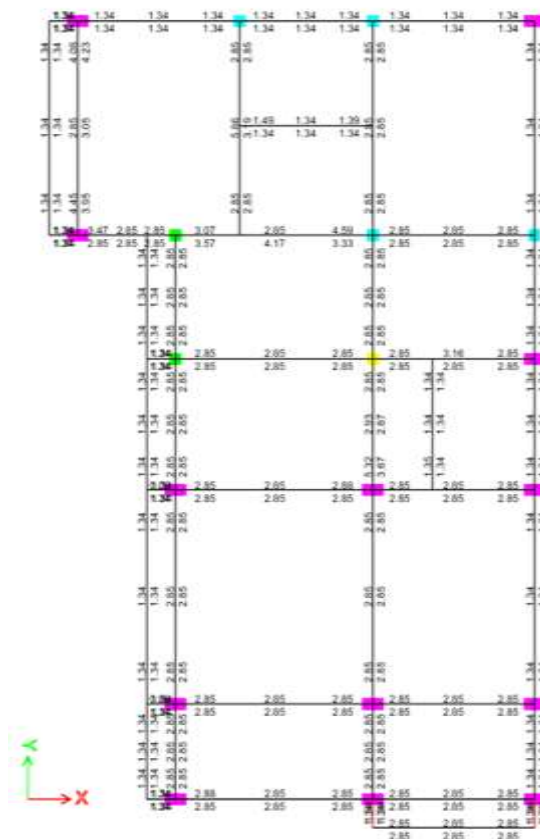


Figura 17. Reforzamiento de la estructura

Fuente: Elaboración propia (2024)

ACI 318-14 Column Section Design (Summary)

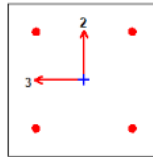


Figura 18. ETABS Concrete Frame Design

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 16. Detalles del elemento de columna

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Lenght (cm)	LLRF	Type
PISO 1	C38	20	C25X25	0.9CM+SY	230	270	0.71	Sway Special

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 17. Propiedades de sección

b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
25	25	4.587	1.73

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 18. Propiedades materiales

Ec (kgf/cm <sup>2</sup> )	f'c (kgf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	fy (kgf/cm <sup>2</sup> )	fys (kgf/cm <sup>2</sup> )
218819.79	210	1	4200	4200

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 19. Parámetros del código de diseño

$\phi_T$	$\phi_{CTled}$	$\phi_{CBplral}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$	$\Omega_o$
0.9	0.7	0.75	0.85	0.6	0.85	2

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 20. Comprobación de fuerza axial y momento biaxial para Pu, Mu2, Mu3

Design Pu kgf	Design Mu2 kgf-cm	Design Mu3 kgf-cm	Minimum M2 kgf-cm	Minimum M3 kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
25696.9	82596.82	65019.83	58434.74	58434.74	0.83	0.429

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 21. Factores de fuerza axial y momento biaxial

	Cm Factor Unitless	$\sigma_{ns}$ Factor Unitless	$\sigma_s$ Factor Unitless	K Factor Unitless	Length cm
Major Bend (M3)	0.34946	1	1	1	230
Minor Bend (M2)	0.327815	1	1	1	230

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 22. Diseño de corte para  $V_{u2}$ ,  $V_{u3}$

	Shear $V_u$ kgf	Shear $\phi V_c$ kgf	Shear $\phi V_s$ kgf	Shear $\phi V_p$ kgf	Rebar $A_v$ /s cm <sup>2</sup> /cm
Major, $V_{u2}$	2208.01	4238.79	1524.85	2208.01	0.0209
Minor, $V_{u3}$	3623.78	4238.79	1524.85	3623.78	0.0209

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 23. Verificación/diseño de corte de juntas

	Joint Shear Force kgf	Shear $V_{u,Top}$ kgf	Shear $V_{u,Tot}$ kgf	Shear $\phi V_c$ kgf	Joint Area cm <sup>2</sup>	Shear Ratio Unitless
Major Shear, $V_{u2}$	0	2208.01	19762.91	40826.09	625	0.484
Minor Shear, $V_{u3}$	0	2631.24	27249.21	40826.09	625	0.667

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 24. (6/5) Relación de capacidad viga/columna

Major Ratio	Minor Ratio
0.765	1.255

Fuente: Elaboración propia (2024)

Se verifica que se reduce dicha relación

Tabla 25. Desplazamientos conjuntos

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO_4	3	211	SX	LinRespSpec	Max	1.2047 cm	0.241 cm
PISO_3	3	209	SX	LinRespSpec	Max	0.9226 cm	0.1957 cm
PISO_2	3	207	SX	LinRespSpec	Max	0.6119 cm	0.1313 cm
PISO_1	3	205	SX	LinRespSpec	Max	0.307 cm	0.0578 cm
Base	3	27	SX	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO_4	13	151	SY	LinRespSpec	Max	0.6569 cm	1.1338 cm
PISO_3	13	152	SY	LinRespSpec	Max	0.5389 cm	0.9292 cm
PISO_2	13	153	SY	LinRespSpec	Max	0.3679 cm	0.6306 cm
PISO_1	13	154	SY	LinRespSpec	Max	0.167 cm	0.2823 cm
Base	13	145	SY	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Fuente: Elaboración propia (2024)

## DERIVAS

RE :

REGULAR

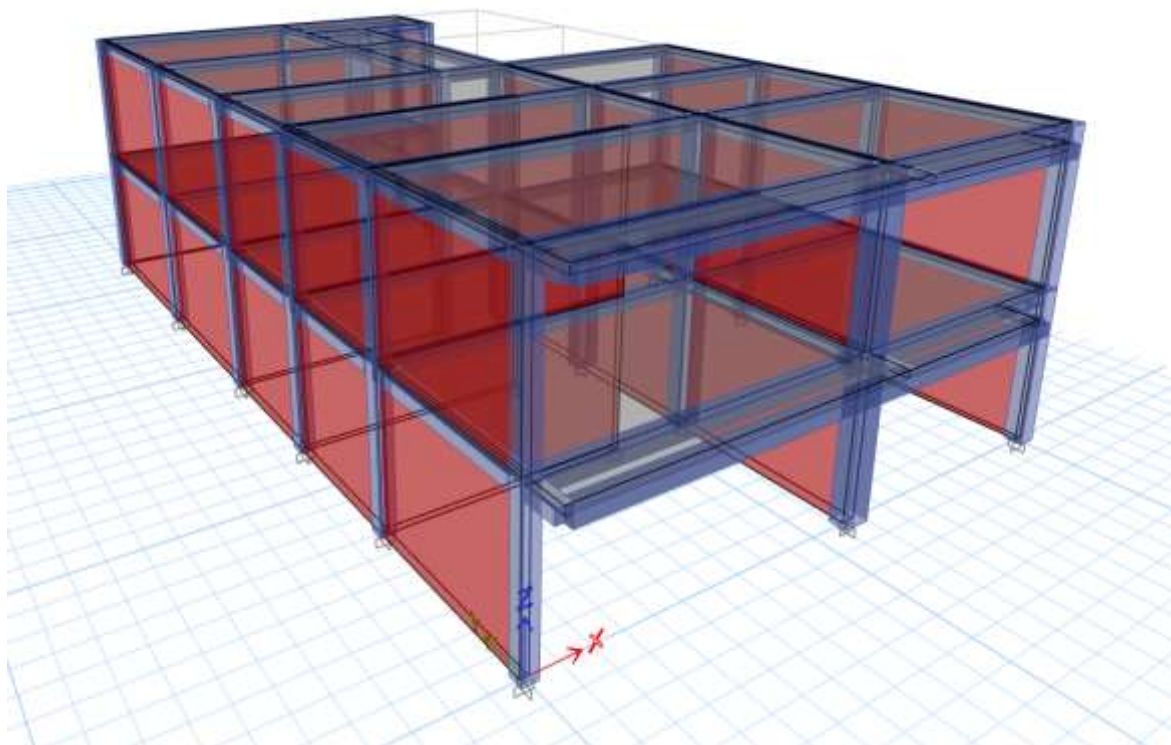
Coeficiente de DL:	0.75	0.75
Coeficiente de Reducción Sísmica : R =	8.00	3.00
Maxima deriva :	0.007	0.005

Tabla 26. Derivas

	DX (cm)	DY (cm)	H (cm)	ELASTIC DRIFTS (X)	INELASTIC DRIFTS (X)	MAXIMU M DRIFT (X)	ELASTIC DRIFTS (Y)	INELASTIC DRIFTS (Y)	MAXIMU M DRIFT (Y)
PISO 4	1.204 7	1.133 8	270.00	0.00104	0.006269	ok	0.00076	0.001705	ok
PISO 3	0.922 6	0.929 2	270.00	0.00115	0.006904	ok	0.00111	0.002488	ok
PISO 2	0.611 9	0.630 6	270.00	0.00113	0.006776	ok	0.00129	0.002903	ok
PISO 1	0.307	0.282 3	270.00	0.00114	0.006822	ok	0.00105	0.002353	ok

Fuente: Elaboración propia (2024)

VIVIENDA DE 2 PISOS



*Figura 19. Vivienda de 2 pisos*

Fuente: Elaboración propia (2024)

## CARACTERÍSTICAS DETALLADAS – MATERIALES UTILIZADOS

### CONCRETO:

- (f'c) : 210Kg/cm<sup>2</sup> (zapatas)  
210 Kg/cm<sup>2</sup> (columnas, vigas y losas)
- (f'c) : 175Kg/cm<sup>2</sup> (zapatas)  
175 Kg/cm<sup>2</sup> (columnas, vigas y losas)
  
- (E) : 217,000 Kg/cm<sup>2</sup> (f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>)
- (u) : 0.20
- (γC) : 2300 Kg/m<sup>3</sup> (concreto simple); 2400 Kg/m<sup>3</sup> (concreto armado)

### ACERO CORRUGADO (ASTM A605):

- (fy) : 4,200 Kg/cm<sup>2</sup> (G<sup>o</sup> 60): “E”: 2'100,000 Kg/cm<sup>2</sup>

### RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS (R):

- Zapatas, cimientos, vigas de cimentación 7.50 cm
- Vigas y Columnas 4.00 cm
- Vigas chatas, Losas Aligeradas, Vigas de borde 3.00 cm
- Escaleras, Losas macizas 2.50 cm

### IDENTIFICACIÓN



## ARQUITECTURA Y CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA

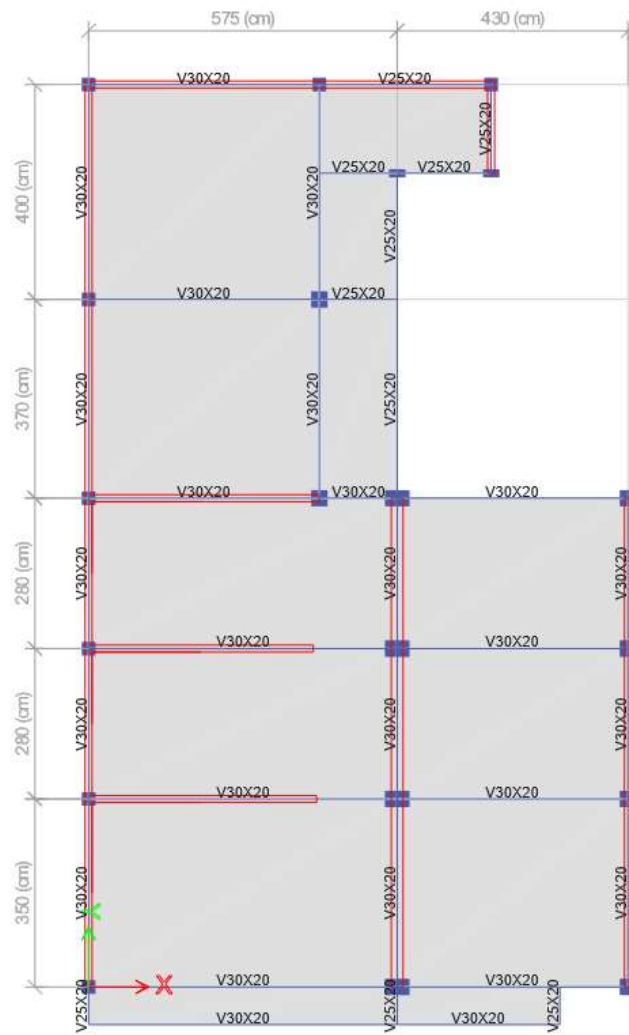
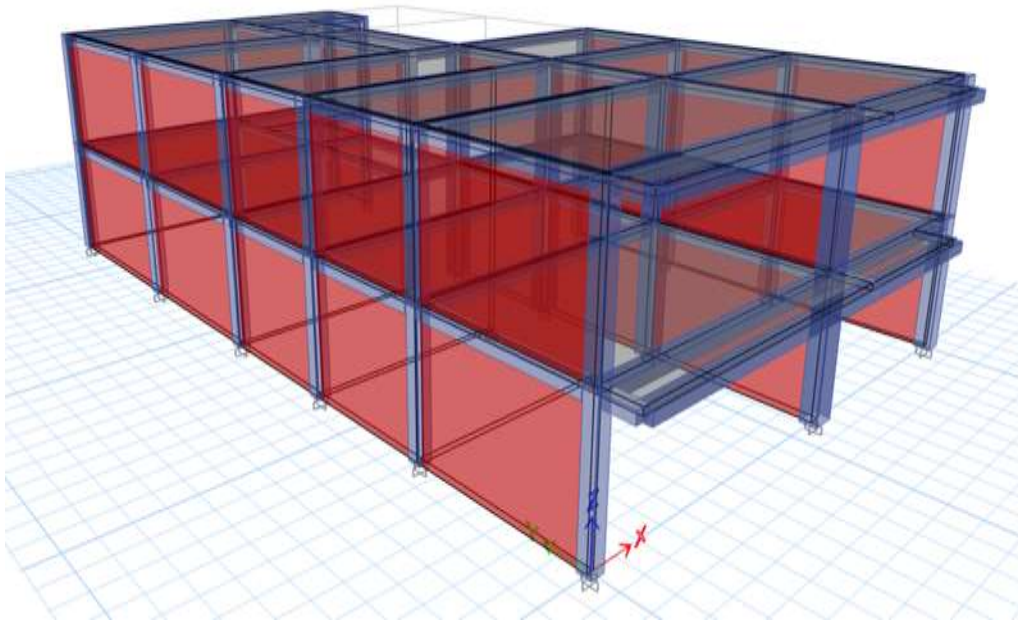


Figura 20. Arquitectura y configuración geométrica 1° al 2° piso

Fuente: Elaboración propia (2024)

## ESTRUCTURACIÓN



*Figura 21. Estructuración*

Fuente: Elaboración propia (2024)

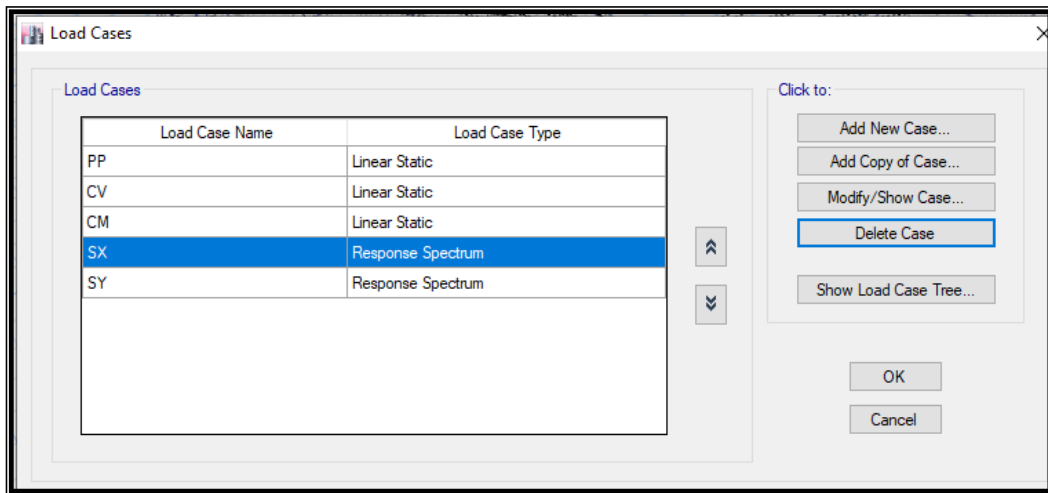
La altura 2.7 m del 1° y 2°, El sistema estructural que ha sido expuesto se basa en:

- Dirección X-X: albañilería confinada.
- Dirección Y-Y: albañilería confinada.

## ESTADOS DE CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS

### ESTADOS DE CARGAS

Según las normas NTE. E.020, E060 y el reglamento ACI 319, se contemplan los distintos niveles de carga que actúan sobre la estructura, junto con el espectro definido.



*Figura 22. Estados de carga*  
Fuente: Elaboración propia (2024)

Dónde:

- PP
- CM
- CV
- SX
- SY

Metrado de cargas:

PP

CM:

- Piso terminado: 100 kg/m<sup>2</sup>
- Muros baranda: 285 kg/m
- Muros albañilería e=0.13 m: 684 kg/m
- Muros bajos: 285 kg/m
- Área de baños =30 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de muro en losa: 270 kg/m<sup>2</sup>

## COMBINACIONES DE CARGAS

Se tienen en cuenta las siguientes combinaciones de Estados de Cargas.

CV: Sobre carga según la norma E.020

- Vivienda : 200.00 kg/m<sup>2</sup>
- Corredores y escalera: 200.00 kg/m<sup>2</sup>

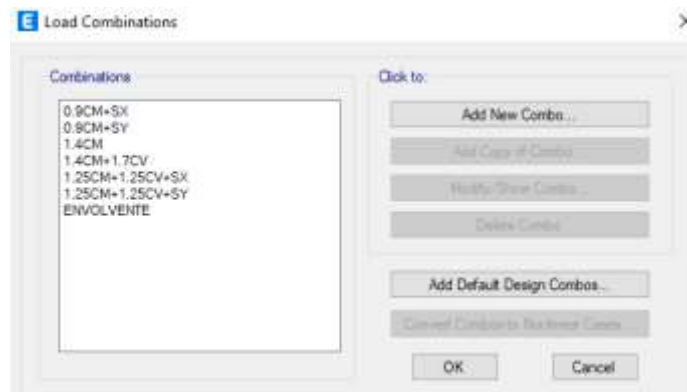
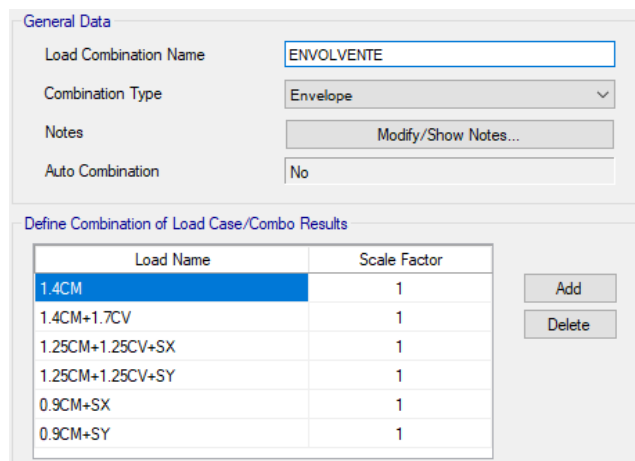


Figura 23. Combinaciones de cargas

Fuente: Elaboración propia (2024)

El diseño estructural se realiza a partir de dichas combinaciones → con la “ENVOLVENTE” .

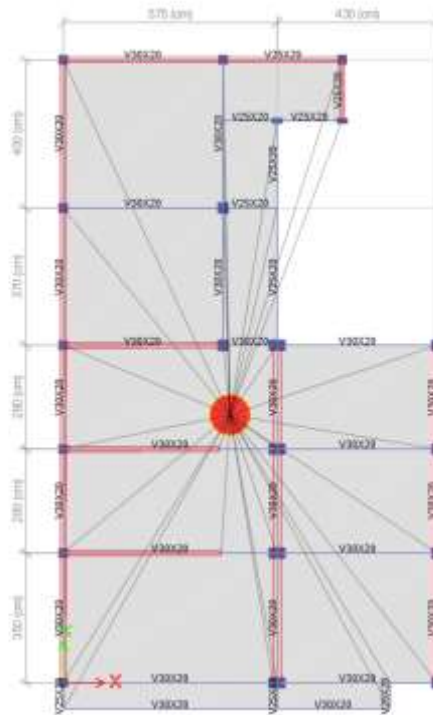


*Figura 24. Envoltente*

Fuente: Elaboración propia (2024)

## ALTERNANCIA DE CARGAS

Diafragma :



*Figura 25. Diafragma 1° - 2° piso*

Fuente: Elaboración propia (2024)

## ANÁLISIS ESTÁTICO

El Cortante Estático será determinado utilizando los parámetros previamente establecidos, así como también se establecerá el peso de la estructura y el valor del factor de ampliación dinámica (C).

## PARÁMETROS SÍSMICOS

Los criterios sísmicos (NTE E.030) que se toman en cuenta para el estudio del

edificio son los siguientes:

- La “Z” será de tipo 4 con un valor de 0.45, por estar en Lima.
- El “U” será de tipo “C” con valor de 1.00, por ser una vivienda.
- El “S” será de tipo “S2” con valor de 1.05, “Tp (s)” con valor de 0.60 y “TL (s)” con un valor de 2.00.
- Un “Rx” de tipo albañilería con un valor 3.00.
- Un “Ry” de tipo albañilería con un valor 3.00.

### PESO DE LA ESTRUCTURA (P)

Dado que la estructura se clasifica en la categoría C, se debe considerar un peso del (100%CM + 25%CV) para el análisis estático y dinámico.

### CARGA MUERTA:

El peso de los elementos estructurales se incluye en el valor de las cargas muertas utilizadas.

### CARGA VIVA:

El valor empleado de Carga Viva es de 200 kg/m<sup>2</sup> en la vivienda y 200 kg/m<sup>2</sup> en corredores y escalera, en techo del cuarto piso 100 kg/m<sup>2</sup>.

Tabla 27. Centros de Masa y Rigidez

Story	Diafragma	Peso	Masa X	Masa Y	XCM	YCM	Cum Mass X	Cum Mass Y	XCC M	YCC M	XCR	YCR
PISO 1	D1	<b>166.16 tn</b>	16937.6 2kgf- s <sup>2</sup> /m	16937.6 2kgf- s <sup>2</sup> /m	4.442 8 m	7.405 7 m	16937.62 kgf-s <sup>2</sup> /m	16937.62 kgf-s <sup>2</sup> /m	4.442 8 m	7.405 7 m	4.437 3 m	9.9926 m
PISO 2	D2	<b>120.27 tn</b>	12259.7 8kgf- s <sup>2</sup> /m	12259.7 8kgf- s <sup>2</sup> /m	4.311 m	7.451 1 m	12259.78 kgf-s <sup>2</sup> /m	12259.78 kgf-s <sup>2</sup> /m	4.311 m	7.451 1 m	4.164 9 m	10.652 2 m

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 28. *Peso por Nivel*

NIVEL	Peso (Ton)
2	120.27
1	166.16
TOTAL	286.43

Fuente: Elaboración propia (2024)

## PERIODOS Y MASA PARTICIPANTE

Los periodos y la masa participante calculados mediante un análisis dinámico para 6 modos de vibración (3 modos por cada nivel), se presentan a continuación:

Tabla 29. *Ratios de masa modales participantes*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	0.121	0.772	0.000	0.000	77.21%	0.01%
Modal	2	0.074	0.060	0.561	0.000	83.21%	56.06%
Modal	3	0.073	0.081	0.361	0.000	91.35%	92.20%
Modal	4	0.045	0.077	0.000	0.000	99.01%	92.24%
Modal	5	0.030	0.001	0.075	0.000	99.08%	99.75%
Modal	6	0.029	0.009	0.003	0.000	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2024)

“C” y “T”

Se tomó en cuenta el periodo básico estimado en la Norma NTE. E.030, según:  $C =$

$$2.5 (T_p/T) \leq 2.5$$

Tabla 30. *Factor de amplificación sísmica*

Dirección	C	C/R > 0.125
X-X	2.50	0.3125
Y-Y	2.50	0.3125

Fuente: Elaboración propia (2024)

Modo.- Tx = 0.121 seg ↔ C = 12.397 < 2.5

Modo.- Ty = 0.073 seg ↔ C = 20.548 < 2.5

Cx: 2.50 Cy: 2.50

C/RX = 0.8333 >0.125 C/R Y= 0.8333 >0.125

COEFICIENTE DE LA CORTANTE EN LA BASE

La Fuerza Cortante en la parte inferior de la estructura se calcula como una proporción del peso total de la construcción utilizando la siguiente fórmula.

$$V = \frac{ZUSC \cdot P}{R} \rightarrow V_x = 0.3938 \cdot P = 112.78 \text{ tn} \quad \text{y} \quad V_y = 0.3938 \cdot P = 112.78 \text{ tn}$$

## ANÁLISIS DINÁMICO

Un análisis dinámico se realiza utilizando una representación matemática con tres dimensiones, donde Los elementos en posición vertical están enlazados por diafragmas horizontales infinitamente rígidos en sus planos. Se considera una excentricidad accidental del 0.05 veces La medida del edificio en la dirección que forma un ángulo recto a la fuerza aplicada en cada una de las direcciones analizadas.

## ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIONES

Se utiliza un espectro de respuesta de pseudo aceleraciones de acuerdo con la normativa NTE - E.030 en el análisis dinámico de la estructura, con el objetivo de comparar la fuerza de corte mínima en el fondo y observar cualquier diferencia significativa obtenida en un análisis estático, para cada dirección de la edificación en su planta (X e Y).

En X-X ,Y-Y



## ESPECTRO DE RESPUESTA

Según la Nueva NTE E.030 – 2018

### 1.- Zonificación, E.030-2018 (2.1)

Zona: 4

Z= 0.45 g

### 2.- Parámetros, E.030-2018 (2.4)

Perfil Tipo: S2

S= 1.05

Tp= 0.60

TL= 2.00

### 3.- Categoría, E.030-2018 (3.1)

Categoría: Común C

U= 1.00

### 4.- CBRFS, E.030-2018 (3.4)

Sistema estructural: Albañilería armada o confinada

Ro= 3

### 5.- Restricciones, E.030-2018 (3.7)

No se permiten irregularidades extremas

### 6.- Factores, E.030-2018 (3.6)

I. altura, Ia: 01 es Regular

Ia= 1.00

I. planta, Ip: 04 Esquinas entrantes

Ip= 0.90

### 7.- CRFS, E.030-2018 (3.8)

$R=R_o \times I_a \times I_p = 2.7$

### 8.- Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g)

## Factor de amplificación sísmica

Alineados en "C", "T(s)" y "Sa/g"

- 2.50, 0.00, 0.4375
- 2.50, 0.02, 0.4375
- 2.50, 0.04, 0.4375
- 2.50, 0.06, 0.4375
- 2.50, 0.08, 0.4375
- 2.50, 0.10, 0.4375
- 2.50, 0.12, 0.4375
- 2.50, 0.14, 0.4375
- 2.50, 0.16, 0.4375
- 2.50, 0.18, 0.4375
- 2.50, 0.20, 0.4375
- 2.50, 0.25, 0.4375
- 2.50, 0.30, 0.4375
- 2.50, 0.35, 0.4375
- 2.50, 0.40, 0.4375
- 2.50, 0.45, 0.4375
- 2.50, 0.50, 0.4375
- 2.50, 0.55, 0.4375
- 2.50, 0.60, 0.4375
- 2.31, 0.65, 0.4038
- 2.14, 0.70, 0.3750
- 2.00, 0.75, 0.3500
- 1.88, 0.80, 0.3281
- 1.76, 0.85, 0.3088
- 1.67, 0.90, 0.2917
- 1.58, 0.95, 0.2763
- 1.50, 1.00, 0.2625
- 1.36, 1.10, 0.2386

- 1.25, 1.20, 0.2188
- 1.15, 1.30, 0.2019
- 1.07, 1.40, 0.1875
- 1.00, 1.50, 0.1750
- 0.94, 1.60, 0.1641
- 0.88, 1.70, 0.1544
- 0.83, 1.80, 0.1458
- 0.79, 1.90, 0.1382
- 0.75, 2.00, 0.1313
- 0.62, 2.20, 0.1085
- 0.52, 2.40, 0.0911

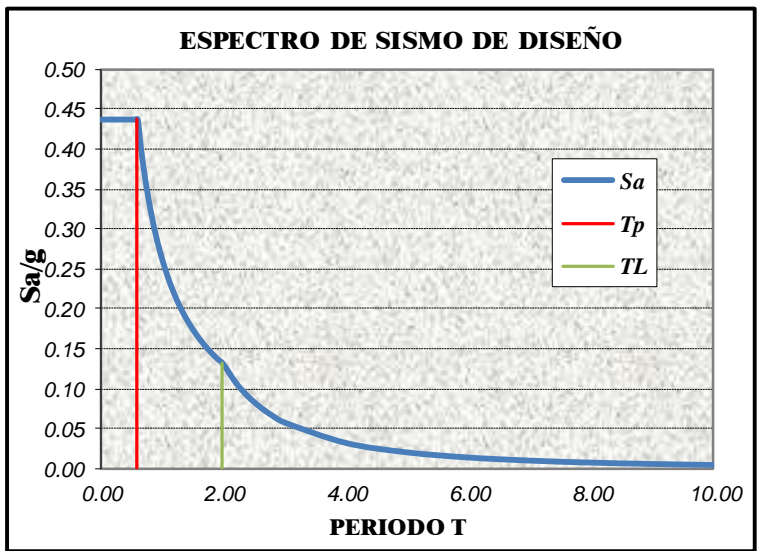


Figura 26. Espectro de sismo de diseño  
Fuente: Elaboración propia (2024)

FUERZA DE CORTE PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

La máxima respuesta dinámica esperada para el cortante basal se determina mediante el uso del criterio de combinación cuadrática completa en todos los modos de vibración analizados.

Según lo establecido en la normativa actual, el cortante dinámico mínimo debe ser igual o superior al 80% del cortante estático para edificios regulares y al 90% para edificios irregulares.

La estructura del Edificio tiene una disposición regular en términos de planta y altura, por lo tanto se establece que el diseño estructural debe considerar como mínimo un 80% del corte estático.

Comparación entre las cortantes estática y dinámica

- Para el nivel 1 en la carga de sismo X su CD en X sera de 99.58 tonf, su CE sera de 112.78 tonf, entonces CD/CE sera de 0.88, su  $0.8 \cdot CE$  (regular) sera de 101.50, siendo su factor E/D de 1.02.
- Para el nivel 1 en la carga de sismo Y su CD en Y sera de 115.60 tonf, su CE sera de 112.78 tonf, entonces CD/CE sera de 1.02, su  $0.8 \cdot CE$  (regular) sera de 101.50, siendo su factor E/D de 0.88.

## EVALUACIÓN

### CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Según lo establecido en la Norma NTE. E030, se debe multiplicar los resultados obtenidos para el control de los desplazamientos laterales por un factor de 0.75R.

Los resultados están presentados en la tabla que sigue, para cada dirección de análisis.

Dónde:  $\Delta_i/h_e = DRE$

Además:  $\Delta_iX/h_eX$  (máx.) = 0.0050

Todos los pisos intermedios respetan el límite máximo permitido de desplazamiento relativo de entrepiso ( $\Delta i/h_e$ ) MAX en ambas direcciones.

Tabla 31. *Desplazamientos conjuntos*

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO 2	8	8	SDX	LinRespSpec	Max	0.2163 cm	0.0724 cm
PISO 1	8	27	SDX	LinRespSpec	Max	0.116 cm	0.0383 cm
Base	8	28	SDX	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy
PISO 2	8	8	SY	LinRespSpec	Max	0.0027 cm	0.0736 cm
PISO 1	8	27	SY	LinRespSpec	Max	0.0023 cm	0.0401 cm
Base	8	28	SY	LinRespSpec	Max	0 cm	0 cm

Fuente: Elaboración propia (2024)

Regularidad E. : IRREGULAR  
 Coeficiente de Desplazamiento Lateral : 1  
 Coeficiente de Reducción Sísmica : R = 3.00  
 Maxima deriva : 0.005

Tabla 32. *Deriva*

	DX (cm)	DY (cm)	H (cm)	ELASTIC DRIFTS (X)	INELASTIC DRIFTS (X)	MAXIMU M DRIFT (X)	ELASTIC DRIFTS (Y)	INELASTIC DRIFTS (Y)	MAXIMU M DRIFT (Y)
PISO2	0.2163	0.0724	270.00	0.00037	0.001114	ok	0.00012	0.000372	ok
PISO 1	0.116	0.0383	270.00	0.00043	0.001289	ok	0.00015	0.000446	ok

Fuente: Elaboración propia (2024)

En la dirección X-X hay que reforzar la estructura, ya que presenta derivas mayores de los máximos permitidos.

# DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

## COLUMNAS

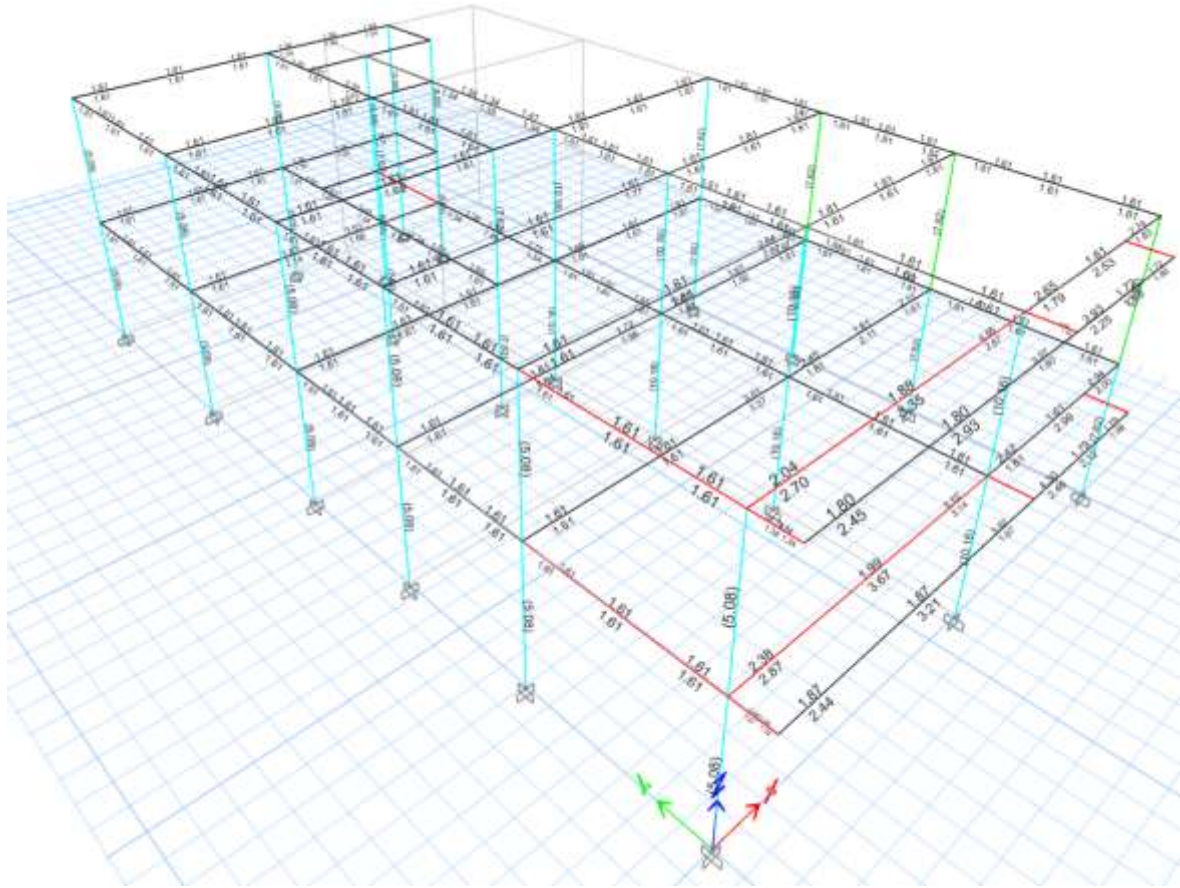


Figura 27. Diseño de concreto armado

Fuente: Elaboración propia (2024)

Elementos de concreto armado , relación de capacidad de carga esta por debajo de la unidad.

Pero en campo se presenta deflexiones notorias en las vigas de la fachada.

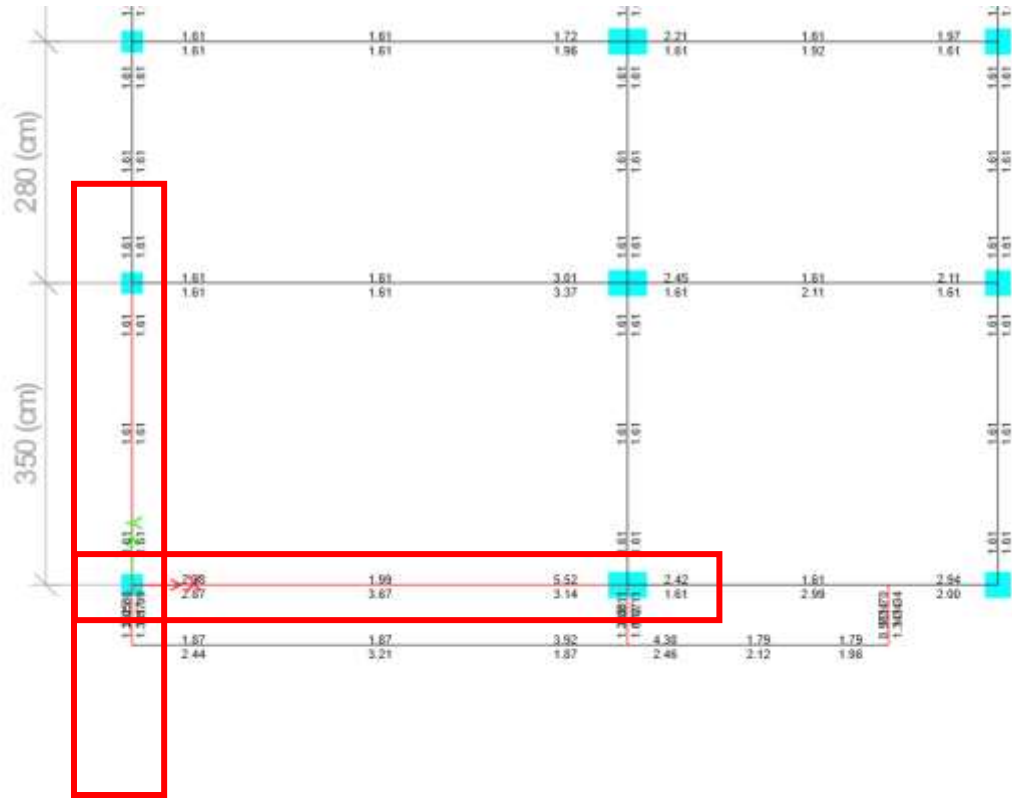


Figura 28. Diseño de concreto armado

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 33. Detalles del elemento de viga

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Lenght (cm)	LLRF	Type
PISO 1	B13	43	V30X20	1.25D+1.25CV+SY	337.5	350	1	Sway Special

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 34. Propiedades de sección

b (cm)	h (cm)	bf (cm)	ds (cm)	dct (cm)	dcb (cm)
30	20	30	0	4	4

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 35. Propiedades materiales

Ec (N/cm <sup>2</sup> )	f'c (N/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	fy (N/cm <sup>2</sup> )	fys (N/cm <sup>2</sup> )
2131677.93	2059.4	1	41187.93	41187.93

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 36. Parámetros del código de diseño

$\phi_T$	$\phi_{CTled}$	$\phi_{CBplral}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 37. *Momento de diseño y refuerzo a flexión para momento, Mu3*

	Design Moment N-cm	Design Pu N	-Moment Rebar cm2	+Moment Rebar cm2	Minimum Rebar cm2	Required Rebar cm2
Top (+2 Axis)	-31844.57	0	0.05	0	1.61	1.61
Bottom (-2 Axis)	15922.29	0	0	0.03	1.61	1.61

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 38. *Fuerza cortante y refuerzo para corte, Vu2*

Shear Vu2 N	Shear $\phi V_c$ N	Shear $\phi V_s$ N	Shear $\phi V_p$ N	Rebar Av/S cm2/cm
O/S #45	21704.61	0	7745.34	0

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 39. *Fuerza de torsión y refuerzo de torsión para torsión, Tu*

Tu N-cm	$\phi T_{th}$ N-cm	$\phi T_{cr}$ N-cm	Area Ao cm2	Perimeter, Ph cm	Rebar At /s cm2/cm	Rebar Al cm2
400532.66	101740.36	406961.43	199.4	64.44	0.0325	2.1

Fuente: Elaboración propia (2024)

La combinación de la fuerza cortante y la torsión genera un esfuerzo cortante que supera el límite máximo permitido.

Reforzamiento de la estructura

Consiste en reforzar la columna y viga



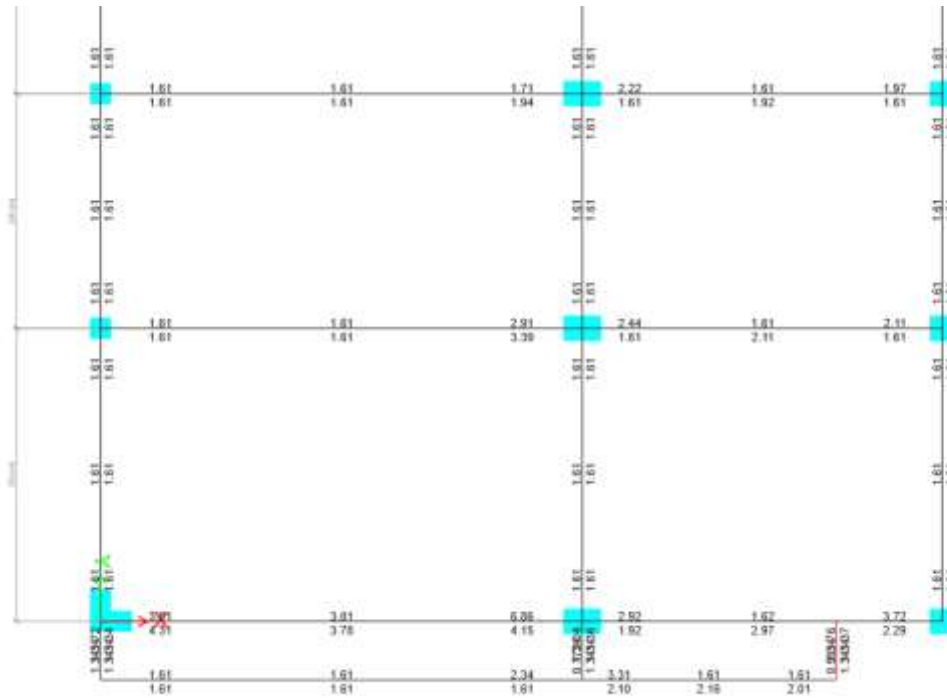


Figura 29. Reforzamiento de la estructura

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 40. Detalles del elemento de viga

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Lenght (cm)	LLRF	Type
PISO 1	B20	52	V25X40	1.25D+1.25CV+SX	552.5	575	1	Sway Special

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 41. Propiedades de sección

b (cm)	h (cm)	bf (cm)	ds (cm)	dct (cm)	dcb (cm)
25	40	25	0	4	4

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 42. Propiedades materiales

Ec (N/cm <sup>2</sup> )	f'c (N/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	fy (N/cm <sup>2</sup> )	fys (N/cm <sup>2</sup> )
2131677.93	2059.4	1	41187.93	41187.93

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 43. Parámetros del código de diseño

$\phi_T$	$\phi_{CTled}$	$\phi_{CBplral}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 44. *Momento de diseño y refuerzo a flexión para momento, Mu3*

	Design Moment N-cm	Design Pu N	-Moment Rebar cm2	+Moment Rebar cm2	Minimum Rebar cm2	Required Rebar cm2
Top (+2 Axis)	-6511413.99	0	5.24	0	3.01	5.24
Bottom (-2 Axis)	3255707	0	0	2.52	3.01	3.01

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 45. *Fuerza cortante y refuerzo para corte, Vu2*

Shear Vu2 N	Shear $\phi V_c$ N	Shear $\phi V_s$ N	Shear $\phi V_p$ N	Rebar Av/S cm2/cm
87812.13	50870.18	36941.95	33658.57	0.0332

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 46. *Fuerza de torsión y refuerzo de torsión para torsión, Tu*

Tu N-cm	$\phi T_{th}$ N-cm	$\phi T_{cr}$ N-cm	Area Ao cm2	Perimeter, Ph cm	Rebar At /s cm2/cm	Rebar Al cm2
369487.44	217393.93	869575.71	426	94.44	0.014	3.25

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 47. *Verificación/diseño de corte de juntas*

	Joint Shear Force kgf	Shear V u, Top kgf	Shear V u, Tot kgf	Shear $\phi V_c$ kgf	Joint Area cm2	Shear Ratio Unitless
Major Shear, Vu2	0	2208.01	19762.91	40826.09	625	0.484
Minor Shear, Vu3	0	2631.24	27249.21	40826.09	625	0.667

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 48. *(6/5) Relación de capacidad viga/columna*

Major Ratio	Minor Ratio
0.765	1.255

Fuente: Elaboración propia (2024)

Se verifica que se reduce dicha relación

#### **IV. DISCUSIÓN**

**Según el objetivo general: Reforzar mediante un modelamiento las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.**

Para Morales (2020) Establece cómo el examen de la debilidad en la estructura impacta en la mitigación de los resultados sísmicos a través del procedimiento de cálculo sísmico en las edificaciones, y por lo tanto, llegó a la conclusión de que tiene un papel significativo en la disminución de los efectos sísmicos. Esto se debe a que permite identificar los puntos sensibles en la estructura que pueden ser reforzados y replanteados.

Para Roque (2022) según los datos recopilados, se puede afirmar que la utilización de un sistema de componentes ya construidos de antemano reforzados en la construcción de viviendas ha resultado en una presente reducción en el tiempo de llevar a cabo la construcción y en un presupuesto de menor tamaño en relación con la construcción tradicional. Además, la implementación de este sistema contribuye a mejorar la condición de los elementos utilizados, dado que las partes preconstruidas son más precisas geométricamente y el concreto logra la resistencia necesaria. Asimismo, se reduce la necesidad de recursos en la obra, como el personal, las herramientas y los equipos, así como la cantidad de desperdicios de materiales. Además, se reducen acciones de construcción tales como el encofrado, y, por encima de todo, se logra un impacto ambiental considerablemente escaso en términos de polución en la obra.

En este estudio vimos que basándonos en las soluciones alcanzadas en la búsqueda, se ha determinado que la construcción utilizando un sistema de elementos reforzados (viga, losa alveolar y columna) arroja resultados favorables

en cuanto a la resistencia sísmica de dichos elementos. Es esencial tener en cuenta el movimiento telúrico, por lo que se han determinado tanto la fuerza cortante en la base como las cargas que afectan al marco de la estructura sugerida de las viviendas. En consecuencia, se ha podido concluir que el diseño sísmico para viviendas de dos y cuatro niveles cumple con todos los requisitos en cuanto al mínimos de los diseño establecidos por las normativas de Perú y la normativa ACI318-19. Por consiguiente, el plan elaborado en el estudio es apropiado para su implementación en este tipo de viviendas.

**Según el objetivo específico: Analizar la irregularidad de los desplazamientos laterales de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.**

Para Morales (2020). Se determina a través del método de evaluación sísmica los desplazamientos laterales, logrando valores máximos de derivas de 0.0673 y 0.0507 en los ejes "X" y "Y" correspondiente, los cuales se disminuyeron a 0.0109 y 0.0049 de acuerdo con la normativa E-030, donde el máximo valor permitido de las derivas consiste en 0.007 para realizar un análisis minucioso.

En esta investigación nos enfocamos en que la construcción sin una supervisión técnica adecuada y la falta de una planificación estructural apropiada son elementos determinantes que impactan negativamente en la capacidad sísmica de las viviendas autoconstruidas, aumentando su vulnerabilidad frente a eventos sísmicos y otros desastres naturales.

Por ello se concuerda con Morales ante el hecho que el realizar una evaluación sísmica se puede analizar mejor los valores brindados, para así reducir los desplazamientos, lo cual favorece en gran sentido al propietario del terreno o vivienda en el cual se lleve a cabo un proyecto.

**Según el objetivo específico: Analizar la irregularidad de la rigidez de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.**

Para Morales (2020) En cuanto a la distribución y concentración de masas, es fundamental repartir el peso de la construcción de forma constante en todos los niveles. Es preferible que el reparto de masas en los diversos pisos esté junto con un diverso cambio en la rigidez de la presente estructura. Una conexión inadecuada entre la rigidez y la masa puede resultar en una concentración de cargas adicionales en cada nivel, lo que podría provocar el colapso de la estructura.

Se concuerda con esta afirmación debido a que La ausencia de cálculos precisos, planos estructurales adecuados y supervisión durante la autoconstrucción conduce a un exceso en la colocación de material para asegurar la estabilidad, lo que resulta en una estructura excesivamente rígida o muy poco rígida, dándonos períodos de vibración muy cortos.

También es importante tener en cuenta la durabilidad y la homogeneidad de aquellos elementos estructurales, tales como losas y columnas, para poder garantizar una firme lateralidad, robustez estructural, solidez en su totalidad, entre otros aspectos.

**Según el objetivo específico: Analizar la irregularidad de las cortantes de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.**

Según Roque (2022) Mediante la utilización de un sistema estructural compuesto por materiales de concreto preconstruídos, como viga, placa de hormigón

prefabricada y elemento vertical de soporte, junto con paneles prefabricados utilizados para la construcción de estructuras de cerramiento y divisiones de secciones en una vivienda de dos niveles, se han obtenido resultados favorables en cuanto a la resistencia sísmica de los elementos reforzados. Es crucial destacar la importancia de comprender el movimiento de la tierra debido a fuerzas subterráneas, por lo que se han determinado tanto la fuerza de corte en la base como las cargas presentes en la estructura propuesta de la casa. En muchas viviendas de segundas plantas, las llamadas fuerzas sísmicas no reciben la misma atención que en aquellas de mayor altura o con mayor número de niveles.

En esta investigación al haber realizado un análisis sísmico a una vivienda de dos y cuatro pisos podemos afirmar que lo que comento roque es verídico, debido a que en algunos casos La combinación de fuerza cortante y torsión genera un esfuerzo cortante que supera el límite máximo permitido, generando problemas en la estructura de la vivienda.

## V. CONCLUSIONES

- Después de aplicar el refuerzo estructural como opción en viviendas autoconstruidas en la 3 zona de Collique, Comas, se concluye que tanto la vivienda autoconstruida de dos como de cuatro niveles cumplen con todos los requisitos de diseño sísmico establecidos por las normativas de Perú y el reglamento ACI318-19. Por ende, la elaboración propuesta en el estudio es adecuado para su implementación.
- La estructura analizada, cumplió con aquellos lineamientos que están dispuestos en la Norma. Cuyo ratio de esfuerzos y dimensiones de las mismas, cumple con aquellos requerimientos que nos pone la norma de estructuras metálicas E.090. Del análisis de la estructura, la deriva estructural es mínimo a 0.005 correspondiente a las estructuras con albañilería confinada.
- La falta de cálculos, planos estructurales y supervisión adecuada en la autoconstrucción lleva a la colocación excesiva de material para garantizar la estabilidad, y ser poco o muy rígida, la estructura conlleva a tener periodos muy cortos. No obstante, la conexión entre la cantidad necesaria y la cantidad accesible de carga es menor a 1. por tanto no llega a estado límite de diseño.
- La autoconstrucción sin la debida supervisión técnica y la falta de planificación estructural adecuada son factores clave que afectan negativamente el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas, haciéndolas más vulnerables ante eventos sísmicos y otros desastres naturales. La fuerza de corte por consiguiente al poder de corte y la acción de torsión juntas supera el límite establecido.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo análisis de mecánica de suelos, dado que constituye la singular manera de obtener datos exactos que permitan tomar decisiones respecto al diseño de cimentación apropiado y determinar la profundidad requerida para la cimentación de una estructura.
- Se aconseja tener en cuenta las directrices de trazado para edificaciones en áreas sísmicas conforme a las regulaciones peruanas y al ACI318-19. Dichas pautas deben aplicarse igualmente en las estructuras prefabricadas.
- Es aconsejable emplear la metodología BIM en el diseño arquitectónico, ya que esto facilitará la anticipación y verificación de todas las fases de construcción en el sitio, además de aumentar la eficiencia en la prefabricación.



## REFERENCIAS

ABOU ALHAIJA, Majd y BATALI, Loretta. Seismic Behavior of Micropiles and Micropiled Structures Used for Increasing Resilience: A Literature Review [en línea]. Vol. 12, n.º 5, marzo 2022. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://www.proquest.com/docview/2637583336?pq-origsite=wos&accountid=37408>  
ISSN 2076-3417.

ARIAS, Enrique. Investigación aplicada [en línea]. 1 de noviembre de 2020. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-aplicada.html>

ARIAS, Fideas. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6ª ed. Editorial Episteme. 2006. 23 pp.  
ISBN: 980-07-8529-9

ARTEAGA, Gabriel. La unidad de análisis explicada (con ejemplos) [en línea]. 2022. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.testsiteforme.com/unidad-de-analisis/>

BIONDINI, Fabio y FRANGOPOL, Dan. Life-Cycle Performance of Deteriorating Structural Systems under Uncertainty: Review [en línea]. Vol.142, septiembre 2016.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0001544](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001544)  
ISSN 0733-9445

BLANCO, Marianela. CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE [en línea]. Vol. 27, agosto de 2022. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en <https://ve.scielo.org/pdf/rfiucv/v27n3/art08.pdf>

BOSSUYT, Daniel, SALET, Willem y MAJOOR, Stan. Commissioning as the cornerstone of self-build. Assessing the constraints and opportunities of self-build housing in the Netherlands [en línea]. Vol.77, septiembre 2018. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.003>  
ISSN 0264-8377

BOTÍA, Wilmar. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CÁLCULO. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, 2015.

BURSI, Oreste, DI FILIPPO, Rocco, LA SALANDRA, Vincenzo, PEDOT, Massimiliano y REZA, Md. Probabilistic seismic analysis of an LNG subplant [en línea]. Vol. 53, mayo 2018. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.10.009>  
ISSN 0950-4230.

Conceptos básicos de diseño y análisis estructural [Mensaje en un blog]. Bélgica: Buildsoft, (23 de marzo de 2023). [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://www.buildsoft.eu/es/blog/conceptos-basicos-de-diseno-y-analisis-estructural>

DANG, Khac, PHAN, Trinh y TAPPONNIER, Paul. Surface ruptures and land deformation from the 21 June 2022 Afghanistan earthquake [en línea]. Vol. 44, n.º 3, 2022. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.15625/2615-9783/17258>  
ISSN 0866-7187.

DELGADO, Davila y HOFMEYER, H. Automated generation of structural solutions based on spatial designs [en línea]. Vol.35, noviembre 2013. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.06.008>  
ISSN 0926-5805.

¿En qué consiste un levantamiento topográfico?. IGAC. 23 de octubre de 2023.  
disponible en: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico>

FAJFAR, Peter. Analysis in seismic provisions for buildings: past, present and future [en línea]. Vol. 16, n.º 7, julio 2018. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10518-017-0290-8>  
ISSN 1570-761X.

GEROLD, F, BEUCKE, K y SEIBLE, F. Integrative Structural Design [en línea]. Vol.26, diciembre 2012.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000180](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000180)  
ISSN 0887-3801

GONZÁLEZ, Gabriela. Variables de investigación: tipos, características y ejemplos [en línea]. 2 de junio de 2020. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/variables-de-investigacion/>

GOTTEM, Aparna, LINGESHWARAN, N, KUMAR, Y, CHOWDARY, Ch, PRATHEBA, S y PERUMAL, K. Analytical Study of Buckling Restrained Braced Frames in Different Seismic Zone Using ETABS [en línea]. Vol. 19, n.º 1, 11 de mayo de 2023. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.2478/cee-2023-0038>  
ISSN 1336-5835.

GRANEMANN, Daniel. Risk identification and analysis in topographic surveys of hydroelectric dams; a study case in UHE Salto Caxias Identificação e análise de riscos em levantamentos topográficos de barragens de usinas hidrelétricas: estudo de caso na UHE Salto Caxias [en línea]. Vol.16, diciembre 2010. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S1982-21702010000400008>  
ISSN 1413-4853

HEFFERNAN, Emma y WILDE, Pieter. Group self-build housing: A bottom-up approach to environmentally and socially sustainable housing [en línea]. Vol.243, 10 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118657>  
ISSN 0959-6526

Importancia de la confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación [Mensaje en un blog]. Delgado, Y., (3 de octubre de 2023). [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://yamilesmith.blogspot.com/2014/03/importancia-de-la-confiabilidad-y.html?m=0>

IZAR, Priscila. Meanings of Self-Building: Incrementality, Emplacement, and Erasure in Dar es Salaam's Traditional Swahili Neighborhoods [en línea]. Vol. 7, n.º 1, enero 2022. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://www.proquest.com/docview/2650005929?pq-origsite=wos&accountid=37408>  
ISSN 2183-7635.

LAISSY, M. Effect of Different Types of Bracing System and Shear Wall on the Seismic Response of RC Buildings Resting on Sloped Terrain [en línea]. Vol. 8, n.º 9, septiembre 2022. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-09-014>  
ISSN 2676-6957.

LI, Lin, YANG, Xiaolong, XIANG, Xingwei, KONG, Luyi, DAI, Jiner y ZENG, Qingyong. Integrating Sustainable Manufacturing into Architectural Design Teaching through Architectural Design Competitions [en línea]. Vol.13, abril 2023.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/buildings13041023>  
ISSN 2075-5309

LIZONDO-SEVILLA, Laura, BOSCH-ROIG, Luis, FERRER-RIBERA, Carmen y ALAPONT-RAMON, Jose. TEACHING ARCHITECTURAL DESIGN THROUGH CREATIVE PRACTICES [en línea]. Vol. 36, n.º 1, 2019. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/articles/metujfa2019108.pdf>  
ISSN 0258-5316.

LOOR, Efren, PALMA, Willians y GARCIA, Lincoln. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE ZONA RURAL: EL CASO SANTA MARIANITA –MANTA –ECUADOR [en línea]. Vol. 4, n.º 7, 11 de enero de 2021. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.46296/ig.v4i7.0018>  
ISSN 2737-6249.

LUCK, Rachael. Design research, architectural research, architectural design research: An argument on disciplinarity and identity [en línea]. Vol.65, noviembre 2019.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.11.001>  
ISSN 0142-694X

MARIN, Edgar. Análisis Comparativo de la Respuesta Dinámica entre una Estructura Sísmicamente Aislada con Aisladores LRB (Lead Rubber Bearing) Vs una Estructura Convencional. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Bucaramanga – Colombia: Universidad de Santander, 2019.

MATA, Luis. Confiabilidad y validez en la investigación cuantitativa [en línea]. 7 de julio de 2020. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://investigaliacr.com/investigacion/confiabilidad-de-instrumentos-y-validez-de-resultados-en-la-investigacion-cuantitativa/>

MATA, Luis. El enfoque cuantitativo de investigación [en línea]. 21 de mayo de 2019. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en:

<https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>

MAYA, Esther. Métodos y técnicas de investigación. 1ª ed. México: Distrito Federal. 2014. 4 pp.  
ISBN: 978-97032-5432-3

Metrados y presupuestos para construcción [Mensaje en un blog]. Juárez, A., (2023). [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://arcux.net/blog/metrados-y-presupuestos-para-construccion/#:~:text=De%20acuerdo%20al%20%E2%80%9CAnexo%20de,la%20unidad%20de%20medida%20establecida.>

MORALES, Jhonatan. Análisis de vulnerabilidad estructural para reducción de efectos sísmicos mediante el método sismoresistente de una edificación en Huampaní-Chaclacayo-Lima-2020. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

MORENO, Eliseo. ¿QUÉ ES OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES? [en línea]. 10 de agosto de 2013. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-operacionalizacion-de-variables.html>

MUGUIRA, Andres. Tipos de muestreo: Cuáles son y en qué consisten [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-muestreo-para-investigaciones-sociales/>

NARVAEZ, Marytere, ¿Qué es una población? Definición, tipos y métodos de estudio [en línea]. 2023. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-una-poblacion/>

ÑAÑEZ, Angie y HERNANDEZ, Saúl. estudio comparativo del diseño de la estructura de una edificación típica apoyada sobre aisladores sísmicos y apoyos rígidos. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019.

ORTEGA, Cristina. Estadística descriptiva: Qué es, objetivo, tipos y ejemplos [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/estadistica-descriptiva/>

ORTEGA, Cristina, ¿Qué es el muestreo por conveniencia? [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>

PEÑA, Fernando y CHAVEZ, Marcos. Seismic Behavior of Mexican Colonial Churches [en línea]. Vol.10, 2016. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/15583058.2015.1113341>  
ISSN 1558-3058

PÉREZ, Julian y GARDEY, Ana. PROCEDIMIENTO [en línea]. 2008. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://definicion.de/procedimiento/>

PETH, S, ROSTEK, J, ZINK, A, MORDHORST, A y HORN, R. Soil testing of dynamic deformation processes of arable soils [en línea]. Vol. 106, n.º 2, enero 2010. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.10.007>  
ISSN 0167-1987.

PORRAS, Alberto. Estadística inferencial [en línea], 2017. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/159/1/15-Estadistica%20Inferencial%20->

[%20%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf](#)

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO [Mensaje en un blog]. ULIMA, (5 de noviembre de 2020). [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Recuperado de <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-civil/noticias/predimensionamiento-de-elementos-estructurales-de-concreto-armado#:~:text=El%20ponente%20se%20B1al%C3%B3%20que%20el,puedan%20ser%20analizados%20y%20verificados.>

Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE [en línea]. Gob.pe. 4 de noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE [en línea]. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006 [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Capítulo 1. GENERALIDADES. Disponible en: [https://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/RNE\\_parte%2001.pdf](https://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/RNE_parte%2001.pdf)

ROQUE, Alex. Aplicación de Elementos Estructurales Prefabricados como Alternativa Costo Beneficio en Viviendas Tradicionales de 2 niveles en la Ciudad de Juliaca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2022.

SEISMOLOGY COMMITTEE. Recommended Lateral Force Requirements and Commentary. 7.a ed. Structural Engineers Association of California, 1999.

SOLIMAN, Ahmed. The Egyptian episode of self-build housing [en línea]. Vol.36, abril 2012. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.08.004>  
ISSN 0197-3975



SOURESHJANI, Omid y MASSUMI, Ali. Seismic behavior of RC moment resisting structures with concrete shear wall under mainshock-aftershock seismic sequences [en línea]. Vol.20, enero 2022.[Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01291-x>

ISSN 1570-761X

TAMAYO, Carla y SILVA, Irene. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>

TARQUE, Nicola y PANCCA, Erika. Building constructions characteristics and mechanical properties of confined masonry walls in San Miguel (Puno-Peru) [en línea]. Vol. 45, enero 2022. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103540>  
eISSN 2352-7102.

TAVERA, Hernando. Cinturón de Fuego del Pacífico: ¿activación en cadena? [en línea]. gob.pe. 22 de abril de 2020. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023].

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/127394-cinturon-de-fuego-del-pacifico-activacion-en-cadena/>

TERÁN, L. DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICACIONES ESENCIALES. Tdx.cat [en línea]. 1997. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/15CAPITULO6.pdf>

THOENS, Sebastian, DOHLDER, Michael y LONG, Lijia. On Damage Detection System Information for Structural Systems [en línea]. Vol.28, 2018. [Fecha

de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/10168664.2018.1459222>  
ISSN 1016-8664

UGALDE, José. PAISAJES AUTOCONSTRUIDOS EI SIGNIFICADO DE LA VIVIENDA POPULAR. Tesis (Magíster en Ciencias del hábitat). México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2018.

VELÁZQUEZ, Aldrin. Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>

WANG, Tan, MA, Xianqian, JIANG, Ruinian, DOU, Lijun, LIU, Jun, HAO, Yinlong, LI, Liwei, ZHOU, Zhijie, CAO, Yibo y MA, Haibin. Seismic performance of repaired prefabricated shear walls [en línea]. Vol. 18, julio 2023. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e01896>  
ISSN 2214-5095.

WU, Manqing y WU, Guochun. An Analysis of Rural Households' Earthquake-Resistant Construction Behavior: Evidence from Pingliang and Yuxi, China [en línea]. Vol. 17, n.º 23, diciembre 2020. [Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2023]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijerph17239079>  
eISSN 1660-4601.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

**Título:** Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2023

**Autor:** Castillo Pereda, Ivan Antony

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS	Las viviendas autoconstruidas son construcciones que los propietarios realizan por sí mismos, con la ayuda de un maestro o albañil local si es posible, sin la necesidad de contar con personal especializado (Enríquez, 2016, p. 22).	Para realizar el trabajo se usara una Guía de observación con el fin de recaudar los datos necesarios referentes al estado de las viviendas actualmente.	Levantamiento topográfico	Área de Estudio (m) Tipo de Terreno	De razón
			Diseño Estructural	Carga Muerta y Carga Viva Sismos Combinación de cargas	
			Sistema Estructural	Elementos estructurales	De razón
			Diseño Arquitectónico	Planos	De razón
			Reglamento	Norma E-020 cargas	De razón
				Norma E-030 diseño sismorresistente	
Norma E-050 suelos y cimentaciones					
Norma E-060 concreto Armado ACI 318-19					
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	Comportamiento sísmico consiste en el estudio de parámetros generados durante un movimiento sísmico, como lo son las fuerzas y los desplazamientos. Para ello, se cuentan con una gran diversidad de métodos que otorgan valores numéricos, los cuales, si son bien desarrollados por medio de un adecuado diseño que mitigue que controle los efectos de estos movimientos, hacen que el efecto sísmico deje de ser una fuerte amenaza que vulnere contra la vida humana, puesto que el colapso total o parcial de la estructura es el principal causante de este tipo de pérdidas (Oviedo y Duque, 2006, p. 106).	La comportamiento sísmico refleja el proceso mediante el cual se obtiene una serie de resultados de acuerdo a los diversos escenarios de estudio, luego de haber llevado a cabo el análisis sísmico estático y dinámico.	Ensayo de Laboratorio de Suelos	Tipo de suelo (S1, S2, S3, S4) Capacidad portante (kg/cm2)	De razón
			Predimensionamiento y Metrado de Cargas	Largo, ancho, altura (m)	De razón
				Pesos Unitarios (Tn/cm2/Cm3)	
				Pesos parciales y totales (Tn)	
			Análisis Sismorresistente	Desplazamientos laterales	De razón
				Rigidez	
				Cortante basal (Tn)	
Cortante dinámica (Tn)					



## Matriz de consistencia

**Título:** Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2023

**Autor:** Castillo Pereda, Ivan Antony

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS	Levantamiento topográfico	Área de Estudio (m) Tipo de Terreno	Software AutoCAD	<b>Tipo de Investigación:</b> Tipo aplicada <b>Enfoque de Investigación:</b> Cuantitativa <b>El Diseño de la Investigación:</b> Cuasi experimental <b>El Nivel de la Investigación:</b> Explicativa <b>Población:</b> las viviendas autoconstruidas localizadas en la Mz. H-1 entre el Psj Santo Cristo y Jr Santa Martha, tercera zona de Collique - Comas <b>Muestra:</b> Dos viviendas autoconstruidas en la tercera zona de Collique <b>Muestreo:</b> No probabilístico por conveniencia
¿De qué manera influye el modelamiento de las viviendas autoconstruidas para el mejoramiento de su comportamiento sísmico en Collique, Comas, 2023?	Reforzar mediante un modelamiento las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.	La aplicación de un reforzamiento en el modelamiento influye de manera favorable el comportamiento sísmico en una vivienda autoconstruida, Collique, Comas, 2023.		Diseño Estructural	Carga Muerta y Carga Viva Sismos Combinación de cargas	Hoja Técnica de Calculo, Software ETABS	
				Sistema Estructural	Elementos estructurales	Ficha de recolección de datos	
				Diseño Arquitectónico	Planos	Ficha de recolección de datos	
				Reglamento	Norma E-020 cargas Norma E-030 diseño sismorresistente Norma E-050 suelos y cimentaciones Norma E-060 concreto Armado ACI 3188-19	Reglamento Nacional de Edificaciones	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Especificas</b>	COMPORTAMIENTO SÍSMICO	Ensayo de Laboratorio de Suelos	Tipo de suelo (S1, S2, S3, S4) Capacidad portante (kg/cm2)	Análisis documentario	
¿De qué manera mejorar los desplazamientos laterales en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?	Analizar la irregularidad de los desplazamientos laterales de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.	Los desplazamientos laterales de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.		Predimensionamiento y Metrado de Cargas	Largo, ancho, altura (m) Pesos Unitarios (Tn/cm2/Cm3) Pesos parciales y totales (Tn)	Hoja Técnica de Calculo, Software ETABS	
				¿De qué manera mejorar la rigidez en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?	Analizar la irregularidad de la rigidez de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.	La rigidez de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.	Análisis Sismorresistente
¿De qué manera mejorar las cortantes en las viviendas autoconstruidas, Collique, Comas, 2023?	Analizar la irregularidad de las cortantes de las viviendas autoconstruidas para mejorar su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.	Las cortantes de las viviendas autoconstruidas muestran una mejoría que beneficia a su comportamiento sísmico, Collique, Comas, 2023.					

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

<div style="text-align: center;">  <p><b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b>  <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>              FICHO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: DATOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN</p> </div> <p>"Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2021"</p> <p>Fecha: 18/02/2023</p> <p><b>Parte A: Datos generales</b></p> <p><b>Ubicación geográfica</b></p> <p>Departamento: Lima    Provincia: Lima    Distrito: Comas    Localidad: Collique</p> <p><b>Parte B: Levantamiento topográfico</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Levantamiento topográfico</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Detalles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Área de Estudio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Terreno</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Parte C: Diseño estructural</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Diseño estructural</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Detalles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carga Muerta</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carga Viva</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sismo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Combinación de cargas</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Levantamiento topográfico		Parámetros	Detalles	Área de Estudio		Tipo de Terreno		Diseño estructural		Parámetros	Detalles	Carga Muerta		Carga Viva		Sismo		Combinación de cargas		<p><b>Parte D: Sistema Estructural</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Sistema Estructural</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Detalles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elementos estructurales por reforzar</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Parte E: Diseño Arquitectónico</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Diseño Arquitectónico</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Detalles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pisos</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Parte F: Reglamento</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Normativa de diseño estructural y sísmico</th> </tr> <tr> <th>Diseño estructural</th> <th>Diseño sísmico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norma E-020 cargas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Norma E-050 vientos y vibraciones</td> <td>Norma E-030 diseño sismorresistente</td> </tr> <tr> <td>Norma E-060 concreto Armado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NO 2188-15</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Parte G: Ensayo de Laboratorio de Suelos</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ensayo de Laboratorio de Suelos</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de suelo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Capacidad portante</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Parte H: Redimensionamiento y Método de Cargas</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Redimensionamiento y Método de Cargas</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Largo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ancho</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso unitario</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso parciales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso totales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sistema Estructural		Parámetros	Detalles	Elementos estructurales por reforzar		Diseño Arquitectónico		Parámetros	Detalles	Pisos		Normativa de diseño estructural y sísmico		Diseño estructural	Diseño sísmico	Norma E-020 cargas		Norma E-050 vientos y vibraciones	Norma E-030 diseño sismorresistente	Norma E-060 concreto Armado		NO 2188-15		Ensayo de Laboratorio de Suelos		Parámetros	Resultados	Tipo de suelo		Capacidad portante		Redimensionamiento y Método de Cargas		Parámetros	Resultados	Largo		Ancho		Altura		Peso unitario		Peso parciales		Peso totales		<p><b>Parte I: Análisis Sismorresistente</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Análisis Sismorresistente</th> </tr> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desplazamientos laterales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rigidez</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contacto base</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comportamiento dinámico</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Opinión de aplicabilidad: Aplicable <input type="checkbox"/> Aplicable después de corregir <input type="checkbox"/> No aplicable <input type="checkbox"/></p> <p>Apellido(s) y nombre(s) del experto: Sanchez Andres Hipolito</p> <p>N° de registro CPN 62721</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p><b>SANCHEZ ANDRÉS HIPÓLITO</b>              INGENIERO CIVIL              CPN N° 62721</p> <p>Firma y sello</p> </div>	Análisis Sismorresistente		Parámetros	Resultados	Desplazamientos laterales		Rigidez		Contacto base		Comportamiento dinámico	
Levantamiento topográfico																																																																																		
Parámetros	Detalles																																																																																	
Área de Estudio																																																																																		
Tipo de Terreno																																																																																		
Diseño estructural																																																																																		
Parámetros	Detalles																																																																																	
Carga Muerta																																																																																		
Carga Viva																																																																																		
Sismo																																																																																		
Combinación de cargas																																																																																		
Sistema Estructural																																																																																		
Parámetros	Detalles																																																																																	
Elementos estructurales por reforzar																																																																																		
Diseño Arquitectónico																																																																																		
Parámetros	Detalles																																																																																	
Pisos																																																																																		
Normativa de diseño estructural y sísmico																																																																																		
Diseño estructural	Diseño sísmico																																																																																	
Norma E-020 cargas																																																																																		
Norma E-050 vientos y vibraciones	Norma E-030 diseño sismorresistente																																																																																	
Norma E-060 concreto Armado																																																																																		
NO 2188-15																																																																																		
Ensayo de Laboratorio de Suelos																																																																																		
Parámetros	Resultados																																																																																	
Tipo de suelo																																																																																		
Capacidad portante																																																																																		
Redimensionamiento y Método de Cargas																																																																																		
Parámetros	Resultados																																																																																	
Largo																																																																																		
Ancho																																																																																		
Altura																																																																																		
Peso unitario																																																																																		
Peso parciales																																																																																		
Peso totales																																																																																		
Análisis Sismorresistente																																																																																		
Parámetros	Resultados																																																																																	
Desplazamientos laterales																																																																																		
Rigidez																																																																																		
Contacto base																																																																																		
Comportamiento dinámico																																																																																		



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Datos generales de la investigación

"Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2021"

Fecha: 18/02/2023

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Comas Localidad: Collique

Parte B: Levantamiento topográfico

Levantamiento topográfico	
Parámetros	Detalles
Área de Estudio	
Tipo de Terreno	

Parte C: Diseño estructural

Diseño estructural	
Parámetros	Detalles
Carga Muerta	
Carga Viva	
Sismo	
Combinación de cargas	

Parte D: Sistema Estructural

Sistema Estructural	
Parámetros	Detalles
Elementos estructurales por reforzar	

Parte E: Diseño Arquitectónico

Diseño Arquitectónico	
Parámetros	Detalles
Plano	

Parte F: Reglamento

Normativa de diseño estructural y sísmico	
Diseño estructural	Diseño sísmico
Norma E-020 cargas	
Norma E-050 suelos y cimentaciones	Norma E-030 diseño
Norma E-060 concreto Armado	planteamiento
MO 2188-15	

Parte G: Ensayo de Laboratorio de Suelos

Ensayo de Laboratorio de Suelos	
Parámetros	Resultados
Tipo de suelo	
Capacidad portante	

Parte H: Redimensionamiento y Método de Cargas

Redimensionamiento y Método de Cargas	
Parámetros	Resultados
Longo	
Ancho	
Altura	
Peso unitarios	
Peso parciales	
Peso totales	

Parte I: Análisis Sísmico-resistente

Análisis Sísmico-resistente	
Parámetros	Resultados
Desplazamientos laterales	
Rigidez	
Constante basal	
Corte de dinámica	

Opción de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de correjo [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del experto: Cano Lagos Helder

N° de registro CP: 143808

Firma y sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Datos generales de la investigación

"Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Callao, Comas, 2021"

Fecha: 18/02/2023

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Departamento: Lima    Provincia: Lima    Distrito: Comas    Localidad: Callao

Parte B: Levantamiento topográfico

Levantamiento topográfico	
Parámetros	Detalles
Área de estudio	
Tipo de terreno	

Parte C: Diseño estructural

Diseño estructural	
Parámetros	Detalles
Carga Muerta	
Carga viva	
Sismo	
Combinación de cargas	

Parte D: Sistema Estructural

Sistema Estructural	
Parámetros	Detalles
Elementos estructurales por reforzar	

Parte E: Diseño Arquitectónico

Diseño Arquitectónico	
Parámetros	Detalles
Plano	

Parte F: Reglamento

Normativa de diseño estructural y sísmico	
Diseño estructural	Diseño sísmico
Norma E-020 cargas	
Norma E-050 vientos y sismotensiones	Norma E-030 diseño sismorresistente
Norma E-060 concreto armado	
NO 2188-15	

Parte G: Ensayo de Laboratorio de Suelos

Ensayo de Laboratorio de Suelos	
Parámetros	Resultados
Tipo de suelo	
Capacidad portante	

Parte H: Redimensionamiento y Método de Cargas

Redimensionamiento y Método de Cargas	
Parámetros	Resultados
Largo	
Ancho	
Altura	
Peso unitario	
Peso pasados	
Peso totales	

Parte I: Análisis Sismorresistente

Análisis Sismorresistente	
Parámetros	Resultados
Desplazamientos laterales	
Ángulos	
Cortante base	
Cortante dinámica	

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del experto: Angeles Aparicio Berly Irujo

N° de registro CIP: 187927



Firma y sello

### Anexo 3: Evaluación por juicio de expertos

**Evaluación por juicio de expertos**

**Proyecto de investigación:** Análisis sismico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Cofique, Comae, 2023

**I. Datos generales:**

Apellidos y nombre(s) del experto: Sanchez Anzueta Hisolito  
 Institución donde labora: Empresa Privada  
 Instrumento de validación: Ficha de recolección de datos  
 Autor del instrumento: Castillo Pereda Ivan Antony

**II. Aspectos de Validación**  
 Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)


Validez	Pregunta	puntuación					Observaciones
		1	2	3	4	5	
De contenido	1. ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?				X		
	2. ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?					X	
	3. ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?				X		
	4. ¿El número de dimensiones es adecuado?				X		
	5. ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?				X		
De constructo	6. No existe ambigüedad en los indicadores				X		
	7. ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?					X	
	8. ¿El número de indicadores es adecuado?					X	
	9. ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?					X	
	10. ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?				X		
	11. ¿Los indicadores son medibles?					X	

De criterio	12	¿La secuencia planteada es adecuada?				X	
	13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?					X
	14	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?				X	
	15	No es necesario considerar otros campos				X	
Puntaje total						4/4	

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4); sin embargo, un puntaje menor al anterior será considerado al instrumento no válido.)

**Sugerencias:** \_\_\_\_\_

Fecha de la validación: 20/10/2023  
 N° de registro CIP: 62721

  
**HISOLITO ROBERTO SANCHEZ ANZUETA**  
 Ingeniero Civil  
 CUI N° 81771  
 \_\_\_\_\_  
 Firma y sello



### Evaluación por juicio de expertos

**Proyecto de Investigación:** Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Colique, Comas, 2023

#### I. Datos generales

Apellidos y nombre(s) del experto: Angeles Aguedo Berly Freddy

Institución donde labora: Empresa Privada

Instrumento de validación: Ficha de recolección de datos

Autor del instrumento: Castillo Pereda Ivan Antony

#### II. Aspectos de Validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Validez	Pregunta	puntuación					Observaciones
		1	2	3	4	5	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?				X		
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?					X	
	3 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?					X	
	4 ¿El número de dimensiones es adecuado?				X		
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?				X		
De constructo	6 No existe ambigüedad en los indicadores					X	
	7 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?					X	
	8 ¿El número de indicadores es adecuado?					X	
	9 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?				X		
	10 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?				X		
	11 ¿Los indicadores son medibles?					X	

De criterio	12 ¿La secuencia planteada es adecuada?					X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?						X
	14 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?						X
	15 No es necesario considerar otros campos					X	
Puntaje total						4/5	

[Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior será considerado al instrumento no válido.]

Sugerencias:

Fecha de la validación: 20/10/2023

N° de registro CP: 187927

ANGEL AGUEDO BERLY FREDDY  
INGENIERO CIVIL  
RUC: 419117927

Firma y sello

### Evaluación por juicio de expertos

**Proyecto de investigación:** Análisis sísmico de viviendas autoconstruidas para posible reforzamiento, Collique, Comas, 2023

#### I. Datos generales

Apellidos y nombre(s) del experto: Carró Lagos Hinder  
 Institución donde labora: Empresa Privada  
 Instrumento de validación: Ficha de recolección de datos  
 Autor del instrumento: Castillo Pereda Ivan Antony

#### II. Aspectos de Validación

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

Validez	Pregunta	Puntuación					Observaciones
		1	2	3	4	5	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?				X		
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?				X		
	3 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?					X	
	4 ¿El número de dimensiones es adecuado?				X		
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?				X		
De constructo	6 No existe ambigüedad en los indicadores				X		
	7 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?					X	
	8 ¿El número de indicadores es adecuado?				X		
	9 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?				X		
	10 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?				X		
	11 ¿Los indicadores son medibles?					X	

De criterio	12 ¿La secuencia planteada es adecuada?						X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?					X		
	14 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?					X		
	15 No es necesario considerar otros campos					X		
Puntaje total						4		

[Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 4]; sin embargo, un puntaje menor al anterior será considerado al instrumento no válido.]

Sugerencias:

Fecha de la validación: 20/10/2023

N° de registro CIP: 145800

Firma y sello

**Anexo 4: Modelo del consentimiento o asentimiento informado UCV.**

**Consentimiento Informado (\*)**

Título de la investigación:.....  
.....

Investigador (a) (es):.....  
.....

**Propósito del estudio**

Le invitamos a participar en la investigación titulada  
“ ..... ”,  
cuyo objetivo es..... Esta investigación es  
desarrollada por estudiantes (colocar: pre o posgrado) de la carrera profesional  
..... o programa ....., de la Universidad César Vallejo del  
campus ....., aprobado por la autoridad correspondiente de la  
Universidad y con el permiso de la institución  
.....

Describir el impacto del problema de la investigación.  
.....  
.....

**Procedimiento**

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas sobre la investigación titulada: “ ..... ”  
.....
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de .....minutos y se realizará en el ambiente de ..... de la institución ..... Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

**Participación voluntaria (principio de autonomía):**

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

**Riesgo (principio de No maleficencia):**

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

**Beneficios (principio de beneficencia):**

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

**Confidencialidad (principio de justicia):**

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

**Problemas o preguntas:**

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es) (Apellidos y Nombres).....email:  
..... y Docente asesor (Apellidos y Nombres).....email:.....

**Consentimiento**

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y apellidos:.....

Fecha y hora:.....

## Anexo 6. Análisis complementario



### ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS N° 00013-2024/ARKEL

SR. IVAN CASTILLO

Por medio de la presente efectuó la entrega de los documentos, de acuerdo al siguiente detalle:

N°	Proyecto	Cotización N°	Cantidad
1	ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023	671-04-2024 Rev.1	1 juego (1 sobre)
2	ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023	672-04-2024 Rev.1	1 juego (1 sobre)

FIRMA:

NOMBRES Y APELLIDOS:

DNI:

FECHA:

Comas, 03 de mayo del 2024



## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**PROYECTO:** ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA  
POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

**UBICACIÓN:** 3RA ZONA DE COLLIQUE

DISTRITO DE COMAS

PROVINCIA DE LIMA

DEPARTAMENTO DE LIMA

**SOLICITANTE:** IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

## INDICE

1.	GENERALIDADES .....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	1
1.3.	UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	1
1.4.	ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.5.	CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.....	5
2.	GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO ....	7
2.1.	GEOLOGÍA REGIONAL.....	7
2.2.	GEOMORFOLOGÍA.....	9
2.3.	SISMICIDAD.....	11
2.3.1.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS	12
2.3.1.1.	Perfiles de Suelo	12
2.3.1.2.	Parámetros de Sitio (S, TP y TL)	15
2.3.1.3.	Factor de Amplificación Sísmica (C)	15
2.3.1.4.	Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)	17
3.	EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO .....	19
3.1.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	19
3.1.1.	Ensayos Estándar	19
3.1.2.	Ensayos Especiales	20
3.1.3.	Ensayos Químicos de Suelos	20
3.1.3.1.	Exposición a Sulfatos	21
3.1.3.2.	Protección del refuerzo contra la corrosión	22
3.1.3.3.	Requisitos para condiciones especiales de exposición	23

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARTEL PERU S.A.C.

4.	PERFIL DE SUELO .....	24
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	24
4.2.	PERFIL DE SUELO .....	24
5.	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.....	26
5.1.	TEORÍA DE CAPACIDAD DE CARGA .....	26
5.2.	CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.....	29
5.3.	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN .....	32
5.4.	TIPO DE CIMENTACIÓN.....	32
5.5.	CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA POR ASENTAMIENTO INMEDIATO .....	33
5.6.	MATERIAL DE RELLENO CONTROLADO O DE INGENIERÍA.....	35
5.7.	UTILIZACIÓN DEL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO.....	36
5.8.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DEL SUELO.....	36
5.9.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO .....	37
5.10.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DEL SUELO .....	38
5.11.	COEFICIENTE DE BALASTO .....	38
5.11.1.	Ensayo de placa de carga (Norma ASTM D1194)	38
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40

  
.....  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.



## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 Mapa general de las provincias de Lima .....	4
Figura N° 02 Temperaturas promedios de Lima (°C).....	6
Figura N° 03 Geología y Leyenda de la zona según cuadrángulos 24-I, Chancay y 25-I, Lima (INGEMMET).....	7
Figura N° 04 Mapa geológico del cuadrángulo de Chancay.....	8
Figura N° 05 Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligro del suelo.....	10
Figura N° 06 Zonas sísmicas del Perú (norma e.030 diseño sismorresistente).....	11
Figura N° 07 Esquema original de rotura de Prandtl (1920).....	26
Figura N° 08 Superficies de rotura por hundimiento bajo una carga en faja según Prandtl.....	26
Figura N° 09 Esquema del modelo de rotura de Terzaghi (Fuente: Das, 2016).....	28
Figura N° 10 Método elástico para el cálculo de asentamiento inmediato cimentación cuadrada ...	33
Figura N° 11 Criterios del potencial de colapso.....	37
Figura N° 12 Potencial expansivo de los suelos.....	37
Figura N° 13 Valores de $k_{30}$ propuestos por Terzaghi.....	39

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01 Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.....	19
Cuadro N° 02 Resumen de los ensayos especiales de Triaxial UU.....	20
Cuadro N° 03 Resultados de los ensayos químicos.....	20
Cuadro N° 04 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.....	21
Cuadro N° 05 Contenido máximo de iones de cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.....	22
Cuadro N° 06 Condiciones especiales para el concreto.....	23
Cuadro N° 07 Correlación existente para suelos cohesivos entre $N_{60}$ y $q_u$ .....	30
Cuadro N° 08 Propiedades físicas y parámetros resistentes de los suelos de fundación.....	31
Cuadro N° 09 Resumen de capacidad portante de la cimentación cuadrada.....	31
Cuadro N° 10 Resumen de capacidad portante de la cimentación corrida.....	31
Cuadro N° 11 Nivel de desplante de la cimentación cuadrada.....	32
Cuadro N° 12 Nivel de desplante de la cimentación corrida.....	32
Cuadro N° 13 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos cuadrados.....	33
Cuadro N° 14 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos corridos.....	33
Cuadro N° 15 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación cuadrada.....	34
Cuadro N° 16 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación corrida.....	34

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.

**ANEXOS**

Anexo I. Resumen de las Condiciones de Cimentación

Anexo II. Perfil Estratigráfico

Anexo III. Memoria de Cálculo

Anexo IV. Ensayos de Campo

Anexo V. Ensayos de Laboratorio

Anexo VI. Panel Fotográfico

  
-----  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.C.



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Como parte de los estudios básicos para la elaboración del proyecto, se ha realizado la evaluación de mecánica de suelos con fines de cimentación.

Para tal fin se ha llevado a cabo un programa de investigaciones que consistió en:

- ✓ Inspección técnica de las áreas de interés
- ✓ Ejecución de calicatas en el área del terreno
- ✓ Toma de muestras alteradas
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio
- ✓ Análisis de trabajos de campo y laboratorio
- ✓ Perfil estratigráfico
- ✓ Análisis de la cimentación
- ✓ Conclusiones y recomendaciones

### 1.2. OBJETIVOS

El presente estudio tiene por finalidad realizar una evaluación de las condiciones de los componentes de los suelos de cimentación.

Esta evaluación está orientada a definir las características físicas y mecánicas del subsuelo, para establecer los parámetros que gobiernan su resistencia y compresibilidad, ante solicitaciones de carga.

### 1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El proyecto se encuentra ubicado en la 3RA ZONA DE COLLIQUE, en el Distrito de COMAS, en la Provincia de LIMA, en el Departamento de LIMA.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 315936  
ARKEL PERU S.A.C.



#### 1.4. ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO

Departamento Lima peruano ubicado en la parte central y en la costa del país. Fue fundado el 4 de agosto de 1821. Tiene como capital a la ciudad de Lima, una de las más importantes de Sudamérica y declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad. Tiene una extensión de 34 801, 59 km<sup>2</sup> y limitando al norte con Áncash, al este con Huánuco, Pasco y Junín, al sur con Ica y Huancavelica, y al oeste con la provincia Constitucional del Callao y el océano Pacífico. Es el departamento más poblado del país.

El departamento de Lima está conformado por 10 provincias, a su vez divididas en un total de 177 distritos:

Provincia de Barranca, Capital la ciudad de Barranca

Provincia de Cajatambo, Capital la ciudad de Cajatambo

Provincia de Canta, Capital la ciudad de Canta

Provincia de Cañete, Capital la ciudad de San Vicente

Provincia de Huaral, Capital la ciudad de Huaral

Provincia de Huarochirí, Capital la ciudad de Matucana

Provincia de Huaura, Capital la ciudad de Huacho

Provincia de Lima, Capital la ciudad de Lima la capital del departamento de Lima y de la provincia de Lima es la Ciudad de Lima

Provincia de Oyón, Capital la ciudad de Oyón

Provincia de Yauyos, Capital la ciudad de Yauyos

##### Vías Terrestres

La capital se comunica con todas las ciudades de la costa a través de la moderna carretera Panamericana, que corre paralela al mar. Su sección Norte parte de Lima y llega a Tumbes (límite con Ecuador), a 1,370 km de Lima, y la sección Sur recorre 1,291 km hasta Tacna (frontera con Chile).

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 315936  
ARKEL PERU S.R.L.

2



La conexión con las ciudades de la sierra es a través de la Carretera Central y de la ruta Paramonga-Huaraz (asfaltadas) y de las vías de penetración afirmadas Cañete-Yauyos-Huancayo, Huacho-Oyón-Huánuco y Lima-Canta.

Por su ubicación en el centro del litoral peruano, Lima es el punto de confluencia de las principales carreteras del país. La capital se comunica con todas las ciudades de la costa a través de la Carretera Panamericana, que corre paralela al mar; su sección norte llega a Tumbes (límite con Ecuador), a 1.370 km. de distancia y la sección sur recorre 1.291 km. hasta Tacna (frontera con Chile). La conexión con las ciudades de la sierra se da a través de la Carretera Central y de algunas vías de penetración afirmadas hacia Yauyos, Huancayo, Huacho, Oyón, Huánuco, Canta, La Oroya, Pucallpa, entre otros. Las vías troncales que nacen de Lima y que comunican a todo el Perú son tres:

Carretera Panamericana Norte, comunica los distritos del norte de la ciudad (distritos de San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos, Comas, Puente Piedra y Ancón) con los departamentos norteños (norte de Lima, Ancash, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes). Del recorrido de esta carretera nacen varias vías de penetración a los demás departamentos del norte del país.

Carretera Central, comunica los distritos del este de la ciudad (distritos de Ate, Santa Anita, Chaclacayo y Lurigancho) con los departamentos del centro del país (departamentos de Junín, Pasco, Huánuco, Ucayali). La carretera central tiene varias ramas de penetración en cada uno de estos departamentos.

Carretera Panamericana Sur, comunica los distritos del sur de la ciudad (distritos de Surco, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador, Lurín, Punta Hermosa y Pucusana, entre otros) con los departamentos sureños (sur de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna). Del recorrido de esta carretera nacen varias vías de penetración a los demás departamentos del sur del país.

La ciudad cuenta además con un Terrapuerto llamado Gran Terminal Terrestre de Plaza Norte inaugurado en 2010, que permite abordar buses con rutas nacionales e internacionales.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERÚ S.A.S.

3



También existen terminales particulares de algunas empresas de transporte y se cuenta con otras estaciones informales como Fiori en el distrito de San Martín de Porres para las rutas hacia el norte, Yerbateros en el distrito de Ate para las rutas del centro y Atocongo en el distrito de San Juan de Miraflores para las rutas del sur.

#### Vía aérea

Lima es la puerta de entrada al Perú. Y tiene en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez la conexión aérea con todas las principales ciudades del mundo. Los vuelos a las principales ciudades del mundo son regulares. Y el país cuenta con varias empresas aéreas que la conectan con las ciudades del interior del país.

Algunas distancias:

Lima a Arequipa: 1,009 km

Lima a Trujillo: 557 km

Lima a Cusco: 1,154 km

Lima a Tacna: 1,293 km

#### Vía Marítima

El puerto del Callao es el más importante del país y uno de los de mayor movimiento del Pacífico sur. Hasta él arriban grandes embarcaciones como cruceros del exterior.



Figura N° 01 Mapa general de las provincias de Lima



## 1.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA

### Altitud de La zona

Lima se encuentra en pleno desierto costero, en la falda de la vertiente occidental de los Andes Centrales. Eso significa que su altitud es desigual, de tal modo que Altitud de Lima Mínima: 3 msnm (Ancón), Máxima: 861 msnm (Chosica).

### Condición Climática

El clima de Lima es de tipo subtropical. Un tipo de clima con unas particularidades propias dada su situación geográfica; la influencia de una corriente de aguas frías proveniente de la Antártida (corriente Humboldt o también conocida como corriente del Perú), la proximidad con la cordillera andina y su ubicación tropical principalmente. Estos factores dotan al clima de Lima de un carácter muy húmedo (siempre por encima del 80%), fresco y desértico a la vez. Quizá también te interese saber cómo es el clima de Perú.

Las temperaturas en Lima son tibias, sin el excesivo calor de las zonas tropicales. La temperatura media anual es de 19°C. Las máximas suelen producirse durante el mes de enero y rara vez superan los 30°C. Las mínimas se dan durante los meses invernales (Junio – Septiembre) y suelen rondar los 12°C. Como dato histórico, 8°C es la temperatura más baja registrada en Lima. Clima de lima

Otra de las características fundamentales del clima de Lima es la casi nula presencia de precipitaciones. Y es que la pluviosidad que se registra en la ciudad apenas llega a los 9 mm anuales. Esta cifra es la más baja en un área metropolitana del mundo. Ver cómo cae una fuerte tormenta es un acontecimiento que sorprende mucho a los habitantes de Lima. La última tormenta fuerte data de 2009. Por eso se considera un tipo de clima desértico.

Lima destaca por sus cielos nublados la mayor parte del año. Y es que, la ciudad apenas cuenta con 1230 horas de sol al año. Concentradas la mayoría durante los meses de verano. Cifra muy por debajo de la que le correspondería dada la latitud a la que se encuentra la capital peruana. Vamos a ver con más detalle cómo se comporta el clima de Lima durante los meses de verano y de invierno.



#### Clima de Lima: Verano

El clima de Lima durante los meses de verano (Noviembre – Marzo) es húmedo, caluroso y soleado. Con unas temperaturas máximas que oscilan entre 28°C y 30°C. Aunque las elevadas humedades aumentan notablemente la sensación de calor. Solamente cuando tiene lugar el fenómeno de «El Niño» las temperaturas pueden superar los 30°C. La temperatura máxima registrada en Lima es de 33°C. Febrero es el mes más cálido. Durante las noches de verano el termómetro no baja de los 21°C – 22°C.

#### Clima de Lima: Invierno

Durante el invierno (Abril – Octubre) el clima de Lima se vuelve algo más frío en cuanto a temperaturas. Acentuadas por la altísima humedad (en ocasiones del 100 %) que rebajan la sensación térmica unos grados. Durante las mañanas el termómetro suele marcar 13°C – 14°C. Conforme avanza el día las temperaturas pueden subir hasta los 16°C – 20°C.

Los cielos nublados la mayor parte del día son la tónica durante esta temporada. Fruto de la alta humedad se forma una neblina persistente, sobre todo en la zona costera y que suelen mantenerse hasta diciembre. Siguen siendo meses de ausencia de precipitaciones, salvo septiembre que es posible ver caer alguna lluvia de poca intensidad.

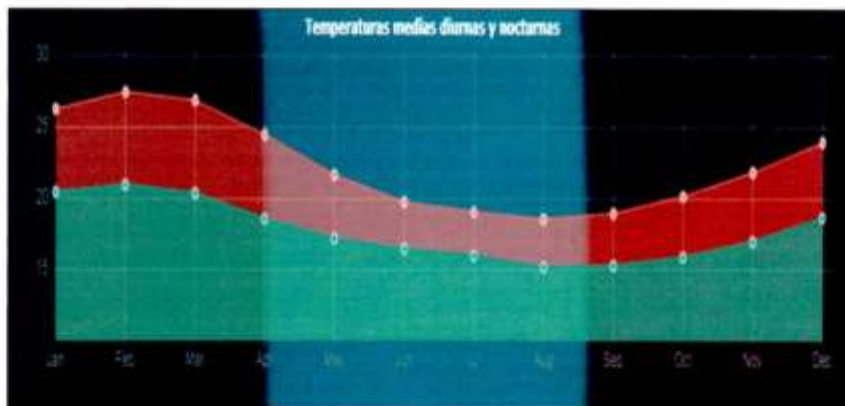


Figura Nº 02 Temperaturas promedios de Lima (°C)





## 2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Las ciudades de Lima y Callao se encuentran en su mayor parte ubicadas sobre el abanico aluvial del río Rímac y las planicies costeras adyacentes. Este abanico es una geoforma de acumulación que se extiende desde su ápice en Vitarte, recubriendo las rocas cretácicas entre Surco y el Morro Solar, por el sureste, y las rocas entre el Rímac y el Callao por el noroeste. En esta zona, 3 kilómetros al norte del Aeropuerto Jorge Chávez, se junta con el abanico aluvial del Río Chillón, procedente del norte. Su superficie tiene forma de segmento cónico con suave declive (1/80) desde su ápice hacia los acantilados, que abarca un área de 300 km<sup>2</sup>. Esta superficie, ahora cubierta por la urbanización de la ciudad, estaba surcada por pequeños valles de los ríos Magdalena, Huatica y Surco (Mixmade, 2008).

CRONOESTRATIGRAFIA		LEYENDA			
ERA/TEMP.	SISTEMA	ETAPA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CUATERNARIO	RECIENTE	Dep. aluvial	Qa-a	ROCAS INTRUSIVAS	
		Dep. aluvial	Qa-b		
		Dep. Maraca	Qm		
		Dep. aluvial	Qp-a		
		Dep. aluvial	Qp-b		
		Dep. marino	Qp-c		
	PLIOCENO	MEDIO SUPERIOR	Form. Guano		Ms-g
			Form. Huancabamba		Ms-h
			Form. Alvarado		Ms-l
		INFERIOR	Form. Paracas		Ms-p
			Form. Miraflores		Ms-m
			Form. Huancabamba		Ms-h
JURASICO	SUPERIOR	Form. Santa Rosa	Ms-r		
		Form. Huancabamba	Ms-h		
		Form. Huancabamba	Ms-h		
	MEDIO INFERIOR	Form. Huancabamba	Ms-h		
		Form. Huancabamba	Ms-h		
		Form. Huancabamba	Ms-h		

Figura N° 03 Geología y Leyenda de la zona según cuadrángulos 24-I, Chancay y 25-I, Lima (INGEMMET)

*P. Ríos Chiara*  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313838  
 ARKEL PERU S.A.S.





## 2.2. GEOMORFOLOGÍA

Lima es la ciudad capital del Perú, así como su ciudad más grande y poblada. Situada en la costa central del Perú, a orillas del Océano Pacífico, donde forma un área urbana continúa conocida como Lima Metropolitana, la cual se extiende sobre los valles de los ríos Chillón, Rímac y Lurín.

En las zonas de Lima, Chancay y Chosica la geomorfología es de resultado tectónico y plutónico sobreimpuestos por los procesos de geodinámica.

El borde litoral es un área de tierra firme, expuesta a la acción de las olas marinas (menos Chosica), producto de esta acción se presentan diferentes bahías, ensenadas, acantilados, puntas, etc.

Se encuentran frente al litoral las islas, que son pequeñas y no habitadas por el hombre en forma masiva, estas son: San Lorenzo, Frontón, Pachacámac, Perrón de Pachacámac, destacando el cerro La Niña (isla San Lorenzo) como la más elevada de la zona, con 396m.s.n.m. Cabe resaltar que las islas San Lorenzo y Frontón constituyen una cadena que es la continuación geológica del Morro Solar, distante 6km al sudeste.

Las planicies costaneras y conos deyección constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación de los ríos. Ejm. El cono aluvial del río Rímac.

  
-----  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S. A.

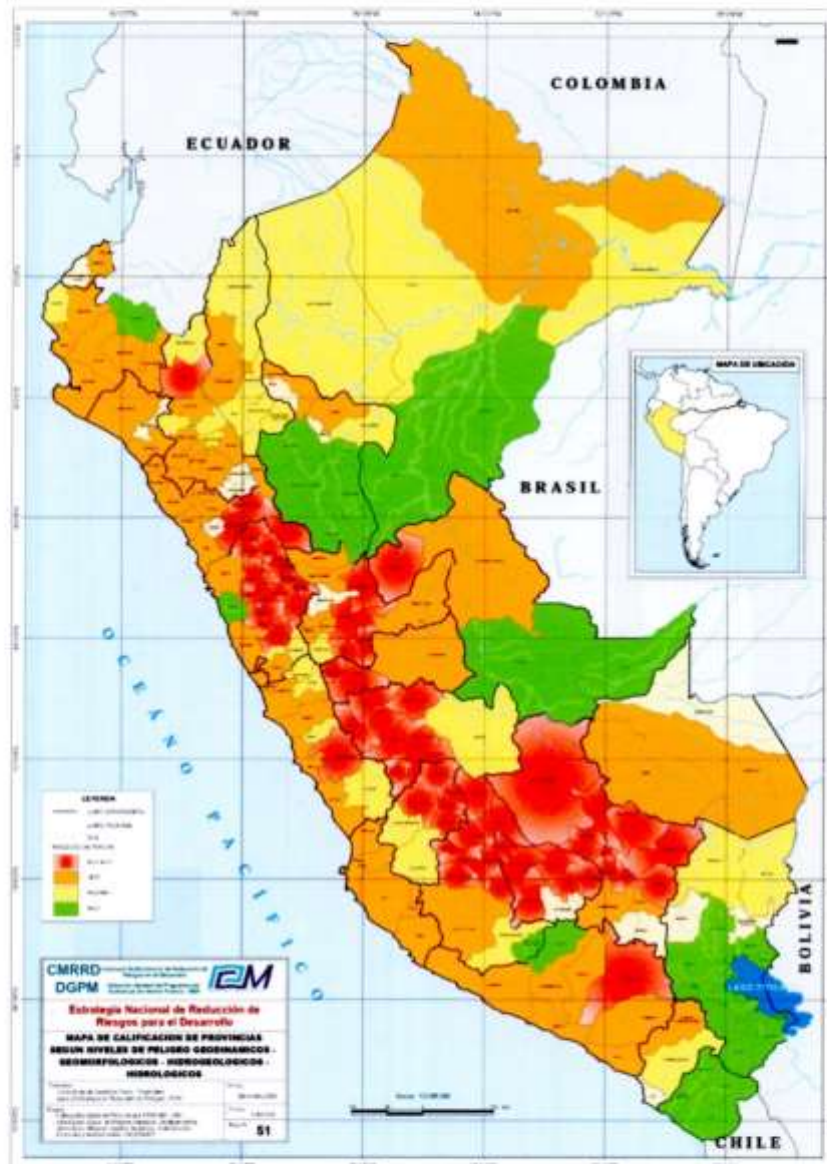


Figura N° 05 Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligro del suelo

### 2.3. SISMICIDAD

De acuerdo con la Norma Técnica E-030 Diseño Sismo Resistente y E-050 Suelos y Cimentación del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.



Figura N° 06 Zonas sísmicas del Perú (norma e.030 diseño sismorresistente)



El proyecto se encuentra ubicado en la 3RA ZONA DE COLLIQUE, en el Distrito de COMAS, en la Provincia de LIMA, en el Departamento de LIMA, le corresponde la Zona 4 en la Zonificación Sísmica del Perú.

### 2.3.1. CONDICIONES GEOTÉCNICAS

#### 2.3.1.1. Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $V_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $N_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación. Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $N_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $N_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de ( $S_u$ ) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

#### Perfil Tipo $S_0$ : Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) mayor que 1500 m/s.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312034  
ARKEL PERU S.A.S.



Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de ( $V_s$ ).

#### Perfil I Tipo $S_1$ : Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada ( $q_u$ ) mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $N_{60}$  mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

#### Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $N_{60}$ , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada ( $S_u$ ), entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.S.



#### Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $N_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ), entre 25 kPa (0.25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo  $S_4$  y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $w$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) menor que 25 kPa.

#### Perfil Tipo $S_4$ : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo  $S_4$  cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

Resume los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Para el presente proyecto se considerará un Suelo de Perfil  $S_2$

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIAR  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313038  
 ARKEL PERU



### 2.3.1.2. Parámetros de Sitio ( $S$ , $T_p$ y $T_L$ )

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $T_p$  y  $T_L$  dados en las Tablas:

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Para el presente proyecto considerando su ubicación en la Zona 4 ( $Z_4$ ) y para un Perfil  $S_2$ , se considerará un Factor de Suelo "S" de 1.05.

$T_p$ =Período que define la plataforma del factor C.

$T_L$ =Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

PERÍODOS " $T_p$ " Y " $T_L$ "				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Para el presente proyecto considerando su ubicación en la Zona 4 ( $Z_4$ ) y para un Perfil  $S_2$ , se considerarán Periodos  $T_p$  (s) y  $T_L$  (s) de 0.6 y 2.0 respectivamente.

### 2.3.1.3. Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 317135  
 ARKEL PERU



$T$  = Período Fundamental de Vibración.

$h_n$  = Altura total de la edificación en metros.

$CT$  = Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{hn}{CT}$$

Donde:

$CT = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$CT = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$CT = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Para nuestro caso se considera un  $h_n=5.20$  y un Valor de  $CT=35$ , por lo que se obtiene un Valor de  $T=0.15$ .

Entonces:

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

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

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$$

$0.15 < 0.6$  por lo tanto, se tiene un Valor de  $C = 2.5$

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



#### 2.3.1.4. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas. El factor de uso o importancia (U), definido en el presente cuadro se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar  $U = 1.5$ .

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR "U"
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.  - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.  - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.  Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.	1.5



	Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.  Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	
<b>B</b> Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
<b>C</b> Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
<b>D</b> Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver Nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1, tendrán aislamiento sísmico en la base, cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Para el presente proyecto clasificándolo como un Tipo de Edificación de Categoría C, se considerará un Factor "U" de 1.0.

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.S.

18



### 3. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayo de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM).

##### 3.1.1. Ensayos Estándar

Se han realizado los siguientes ensayos estándar:

- Análisis granulométrico por tamizado                      ASTM D-6913
- Límites de Atterberg    ASTM D-4318
- Contenido de humedad    ASTM D-2216
- Clasificación SUCS    ASTM D-2487

En el Cuadro N° 01 se presenta un resumen de los resultados de los ensayos estándar realizados.

Cuadro N° 01 Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROFUND. (m)	GRANULOMETRÍA (%)			LÍMITES (%)		C. H. (%)	CLASIFICACIÓN SUCS
			Grava	arena	Finos	L.L.	L.P.		
C-1	M-1	0.80 – 1.80	31.37	67.21	1.42	NP	NP	1.2	SP
C-2	M-1	0.70 – 2.50	31.50	66.53	1.97	NP	NP	1.5	SP

Dónde:

L.L.: Límite líquido

L.P.: Límite plástico

C.H.: Contenido de humedad

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313038  
ARKEL PERU S.A.S.



### 3.1.2. Ensayos Especiales

Los ensayos especiales se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materiales (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Triaxial UU ASTM D-2850

Cuadro N° 02 Resumen de los ensayos especiales de Triaxial UU

CALICATA	MUESTRA	PROFUND. (m)	CLASIFICACIÓN SUCS	TRIAXIAL UU		OBSERVACIÓN
				c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ø (°)	
C-2	M-1	0.70 – 2.50	SP	0.00	31.3	Muestra Remoldeada

### 3.1.3. Ensayos Químicos de Suelos

Con el objeto de estimar el grado de agresividad del suelo a la cimentación de estructuras proyectadas, se han ejecutado ensayos químicos de suelo, donde se han determinado los sulfatos y cloruros contenidos en las muestras de suelo.

Cuadro N° 03 Resultados de los ensayos químicos


CALICATA / MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CL (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)
C-2/M-1	0.70 – 2.50	2010.0	1530.0

Dónde:

SO<sub>4</sub> = Sulfatos

CL = Ion de Cloruros

ppm = Partes por millón

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.



### 3.1.3.1. Exposición a Sulfatos

El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contengan sulfatos debe cumplir con los requisitos del Cuadro N° 04. El concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y que tenga una relación agua – material cementante máxima y un  $f_c$  mínimo según en el Cuadro N° 04. Además, de la selección apropiada del cemento, son esenciales otros requisitos para lograr concretos durables expuestos a concentraciones de sulfatos, tales como: baja relación agua – material cementante, resistencia, adecuado del refuerzo y suficiente curado húmedo para desarrollar las propiedades potenciales del concreto.

Cuadro N° 04 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua ( $SO_4$ ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato ( $SO_4$ ) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	$f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

\* Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada

\*\* Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312036  
 ARKEL PERU S.A.



### 3.1.3.2. Protección del refuerzo contra la corrosión

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites del Cuadro N° 05. Asimismo, cuando se lleven al cabo ensayos para determinar el contenido de iones cloruro solubles en agua, los procedimientos de ensayo deben cumplir los requisitos establecidos en la NTP 334.148.

Cuadro N° 05 Contenido máximo de iones de cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Cuando el concreto con refuerzo vaya a estar expuesto a cloruros de químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras de las mismas, deben cumplirse los requisitos del Cuadro N° 06 para la máxima relación agua – material cementante y valor mínimo de  $f_c$ .

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.





### 3.1.3.3. Requisitos para condiciones especiales de exposición

Los concretos expuestos a las condiciones especiales de exposición señaladas en el Cuadro N° 06 deben cumplir con las relaciones máximas agua – material cementante y con la resistencia mínima  $f_c$  señaladas en esta.

Cuadro N° 06 Condiciones especiales para el concreto

Condición de la exposición	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal *	$f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros*
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,40	35

\* Cuando se utilicen los Cuadros N° 05 y 06 simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua – material cementante aplicable y el mayor  $f_c$  mínimo.

Del Cuadro N° 03 (Resultados de ensayos químicos) observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo éste de 0.201% menor que 0.30% (valor permisible de contenido de iones de cloruro) tal como hacen mención en la Norma E.060 Concreto Armado, por lo que **NO** ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. Asimismo, observamos concentraciones de sales sulfatos son menores a 2.000.0 ppm. Que alcanzan un valor puntual de 1.530.0 ppm, por lo que la exposición de sulfatos que se encuentra sometido el suelo es moderado tomando como referencia el Cuadro N° 04 (Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos). Por todo lo expuesto, se concluye usar el cemento Tipo IP (MS) para todas las estructuras, para cementos de peso normal de relación  $a/c=0.50$  como máximo y una resistencia ( $f_c$ ) de 280  $\text{kg}/\text{cm}^2$  como mínimo (Norma E.060 Concreto Armado).

Jr. Ricardo Palma 172, Comas 15022

[www.arkel.pe](http://www.arkel.pe)

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA 23  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 213036  
ARKEL PERU S. A. S.



## 4. PERFIL DE SUELO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Parte inorgánica de la geología histórica, o sea, el desarrollo, a través de las sucesivas edades geológicas, de la litosfera, o armazón rocoso de la Tierra de lo que se deduce que la estratigrafía es la rama de la ciencia geológica a la que conciernen la descripción, la organización y la clasificación de las rocas estratificadas. Pero esta deducción se podría considerar como una Petrología sedimentaria, por lo que se define Estratigrafía como el resultado del estudio de las relaciones areales y temporales de las rocas estratificadas y de la historia que llevan grabadas. El perfil Estratigráfico es el resultado de un elaborado cómputo de varias ciencias y para conseguir sus objetivos se apoya fundamentalmente en la Paleontología, Sedimentología y Petrología. Sobre la base de los registros de calicatas y ensayos de laboratorio, se ha elaborado el perfil estratigráfico del suelo para el área destinada a cimentar.

### 4.2. PERFIL DE SUELO

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo:

#### CALICATA N° 01

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo, el suelo está conformado por un primer estrato superficial de una MATERIAL DE RELLENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS, hasta la profundidad de 0.80 m. Luego, encontramos una ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA (M-1), hasta la profundidad de 1.80 m. No obstante, mediante manuales no se pudo profundizar a más, debido a la PRESENCIA DE BLOQUES > 12". Finalmente, hasta el nivel de excavación realizado (1.80 m) NO se encontró Nivel Freático.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313936  
ARKEL PERU S.A.S.



#### CALICATA N° 02

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo, el suelo está conformado por un primer estrato superficial de una MATERIAL DE RELLENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS, hasta la profundidad de 0.70 m. Luego, encontramos una ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA (M-1), hasta la profundidad de 2.50 m. No obstante, mediante manuales no se pudo profundizar a más, debido a la PRESENCIA DE BLOQUES > 12". Finalmente, hasta el nivel de excavación realizado (2.50 m) NO se encontró Nivel Freático.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.

## 5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

### 5.1. TEORÍA DE CAPACIDAD DE CARGA

En 1920, Prandtl consiguió obtener una solución estática y cinemáticamente admisible para el problema de una sobrecarga aplicada en una faja de anchura  $B$  y longitud infinita sobre un semiespacio indefinido constituido por un terreno cohesivo sin drenaje (es decir, en el que  $\phi=0^\circ$ ), sin tensiones alrededor del dimiento y considerando que el terreno no tiene peso específico propio ( $\gamma=0$ ). Esta publicación fue "Über die Härte plastischer Körper", que se puede traducir como "Sobre la dureza de un cuerpo plástico".

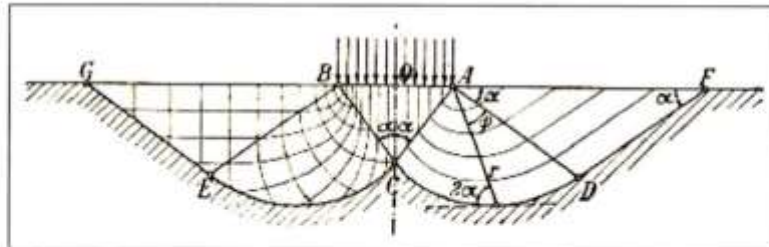


Figura N° 07 Esquema original de rotura de Prandtl (1920)

Así, Prandtl estableció que en el semiespacio continuo bajo la cimentación existirían tres zonas diferenciadas en cuanto al equilibrio de tensiones:

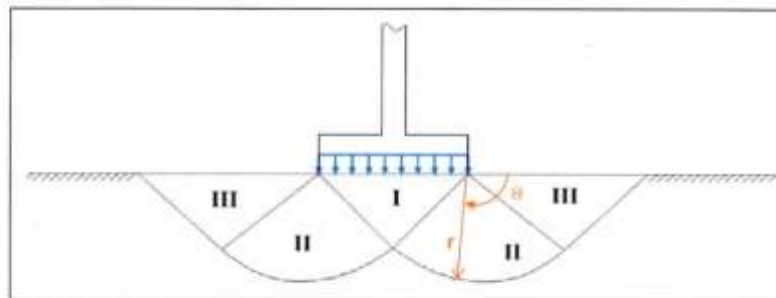


Figura N° 08 Superficies de rotura por hundimiento bajo una carga en faja según Prandtl

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312036  
 ARKEL PERU S.A.C.



- **Región I:** se trata de una zona triangular (que en los modelos actuales se identifica como la "cuña activa" bajo la cimentación).
- **Región II:** es una zona de transición entre la región I (donde dominan las tensiones verticales) y la región III (donde lo hacen las horizontales), limitada en su zona inferior por una espiral logarítmica.
- **Región III:** se trata de una sección triangular en la que, al imponer la ausencia de presiones sobre la superficie, resulta que  $s_x=2c$  y  $s_y=txy=0$ .

Posterior a ello, el profesor Terzaghi (1943) propuso una de las primeras ecuaciones de cálculo de la presión de hundimiento a partir de los cálculos de Prandtl (1921), Reissner (1924) y Keverling Buisman (1940), modificando la forma de rotura. En concreto, Reissner, en su publicación "Zum Erddruckproblem", es decir, "En lo referente al problema de la presión de tierras" introdujo el efecto de las sobrecargas alrededor del cimiento. Como bien indica Van Baars (2016), Prandtl realizó un enfoque como ingeniero mecánico, para resolver el problema de la plasticidad en materiales artificiales como el acero, mientras que Reissner, siendo ingeniero civil, buscó un enfoque más relacionado con la mecánica de suelos. Además, Buisman (1940) realizaría la aportación de incluir la influencia del peso propio del terreno. Así, Terzaghi (1943) sería el primero en escribir la fórmula de la presión de hundimiento con la forma clásica:

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$c$  = Cohesión del suelo

$\gamma$  = Peso específico del terreno

$q$  = Sobrecarga alrededor del cimiento a su misma cota de apoyo

$B$  = Anchura de la cimentación (o igual al diámetro de la cimentación)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

Sin embargo, para comprender la forma de obtención de los factores de carga, se puede revisar el método de Terzaghi, descrito por Das (2016), para una zapata continua (de longitud indefinida y anchura  $B$ ) apoyada a una cierta profundidad  $D$  bajo la superficie de un terreno de parámetros característicos  $c$ ,  $\phi$  y  $\gamma$  (en este caso se utiliza la formulación explícitamente descrita en presiones efectivas):

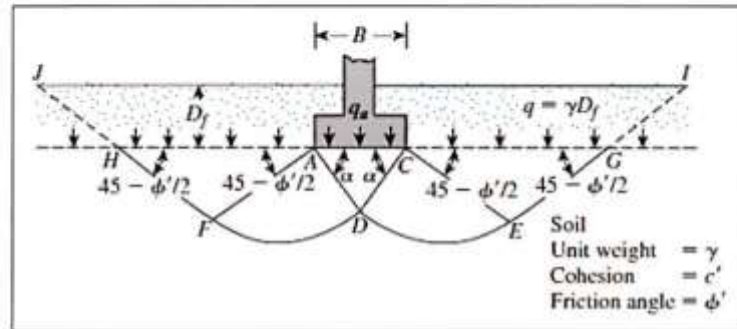


Figura Nº 09 Esquema del modelo de rotura de Terzaghi (Fuente: Das, 2016)

Luego, tal y como indica Das (2009), Terzaghi propuso estas expresiones de la presión última para caso de rotura por corte local:

- Cimentación en faja ( $B/L=0$ ):  $q_u = c^* N_c^* + q N_q^* + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma^*$
- Cimentación cuadrada ( $B=L$ ):  $q_u = 1.3 c^* N_c^* + q N_q^* + 0.4 \gamma B N_\gamma^*$
- Cimentación circular de diámetro B:  $q_u = 1.3 c^* N_c^* + q N_q^* + 0.3 \gamma B N_\gamma^*$

El valor modificado de  $c^*$  se obtendría mediante:

$$c^* = \frac{2}{3} c$$

Mientras que los factores de capacidad de carga modificados,  $N_c^*$ ,  $N_q^*$  y  $N_\gamma^*$ , se calcularían para un valor de  $\phi^*$  modificado:

$$\phi^* = \arctan\left(\frac{2}{3} \phi\right)$$

Finalmente, Meyerhof (1951) propuso algunas variaciones respecto a la ecuación de Terzaghi, que luego serían modificadas por Brinch Hansen (1970) para llegar al formato de fórmula polinómica que se suele utilizar hoy en día. Con el paso del tiempo, a partir de posteriores estudios experimentales o teóricos (Buisman, Caquot, etc.), se han ido modificando algunos coeficientes de esa formulación, conviviendo hoy en día muchas variantes de la misma, incluidas en muchos libros especializados o normativas.

  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 312036  
 ARKEL PERU S.A.S.



$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Dónde:

$q_u$  = Presión de hundimiento

$c$  = Cohesión

$\gamma$  = Peso específico del terreno (dependerá de la posición del nivel freático)

$q$  = Sobrecarga alrededor del cimiento a su misma cota de apoyo

$B$  = Anchura de la cimentación (o igual al diámetro de la cimentación)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

$s_c, s_q, s_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la forma de la cimentación

$d_c, d_q, d_\gamma$  = Coeficientes de influencia de profundidad de apoyo

$i_c, i_q, i_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la inclinación de cargas

$g_c, g_q, g_\gamma$  = Coeficientes de influencia de taludes cercanos

$b_c, b_q, b_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la inclinación del plano de apoyo

## 5.2. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Se ha revisado e interpretado la información obtenida en campo y de laboratorio, con el fin de establecer las propiedades mecánicas de los diferentes tipos de suelos presentes en el terreno en estudio. Con el propósito de conocer el comportamiento real de los suelos identificados se determinó la cohesión  $c$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) considerando su plasticidad y consistencia de acuerdo con lo que se presenta en el Cuadro N° 07.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.



Cuadro N° 07 Correlación existente para suelos cohesivos entre  $N_{60}$  y  $q_u$

CONSISTENCIA	N (golpes/30 cm)	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Muy blanda	< 2	< 0.25	< 0.13
Blanda	2 a 4	0.25 a 0.50	0.13 a 0.25
Medianamente Compacta	4 a 8	0.50 a 1.00	0.25 a 0.50
Compacta	8 a 15	1.00 a 2.00	0.50 a 1.00
Muy Compacta	15 a 30	2.00 a 4.00	1.00 a 2.00
Dura	> 30	> 4.00	> 2.00

Dónde:

N: Resultado del ensayo de SPT.

$q_u$ : Resistencia a la compresión no confinada.

$c = S_u$  = Cohesión de suelo saturado no drenado =  $q_u/2$

Del análisis de resultados de los ensayos realizados a los suelos para cimentación, así como de la experiencia relacionada a estos suelos presentados en el Cuadro N° 07, se presenta en el Cuadro N° 08 los parámetros resistentes de los suelos para ser consideradas en el análisis de cimentación de las estructuras.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.





Cuadro N° 08 Propiedades físicas y parámetros resistentes de los suelos de fundación

ZONA	DENSIDAD NATURAL HÚMEDA $\gamma_0$ (g/cm <sup>3</sup> )	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN C (kg/cm <sup>2</sup> )
Material de Cimentación	1.734	31.3	0.00

RECOMENDACIONES DE TERZAGHI	
$\phi = 31.3^\circ$	$c = 0.0$
$\phi' = 22.1^\circ$	$c' = 0.0$
PARA SUELOS GRANULARES Y ARCILLOSOS	

Cuadro N° 09 Resumen de capacidad portante de la cimentación cuadrada

CIMIENTOS CUADRADOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )			
		NIVEL DE DESPLANTE $D_v$ (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	1.172	1.401	1.750	2.104
	1.50	1.261	1.489	1.848	2.206
	2.00	1.391	1.601	1.973	2.282

Cuadro N° 10 Resumen de capacidad portante de la cimentación corrida

CIMIENTOS CORRIDOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )		
		NIVEL DE DESPLANTE $D_v$ (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	0.80	1.00	1.20
1.00	0.40	0.802	0.996	1.192
	0.50	0.830	1.030	1.232
	0.60	0.857	1.062	1.270

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.S.



### 5.3. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación está referida al nivel del piso terminado del sótano más profundo. En el caso de plateas o losas, la profundidad de cimentación es la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural. Finalmente, según a los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda cimentar las estructuras portantes sobre suelo natural de acuerdo con lo indicado al cuadro N° 11 y N° 12.

Cuadro N° 11 Nivel de desplante de la cimentación cuadrada

UBICACIÓN	SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE DESPLANTE MÍNIMO $D_i$ (m)
COMAS	SP	Arena Pobrementada con Grava	1.00

Cuadro N° 12 Nivel de desplante de la cimentación corrida

UBICACIÓN	SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE DESPLANTE MÍNIMO $D_i$ (m)
COMAS	SP	Arena Pobrementada con Grava	1.00

### 5.4. TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda para la construcción de las estructuras emplear el sistema constructivo aporticado. Asimismo, en dicha edificación se empleará cimentaciones convencionales como zapatas cuadradas aisladas.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.

32



## 5.5. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA POR ASENTAMIENTO INMEDIATO

Se determinó el asentamiento de acuerdo con las estructuras identificadas en la exploración. De acuerdo con las propuestas de Terzaghi y Peck (1967). El asentamiento inmediato se ha calculado en base al método elástico.

**METODO ELASTICO PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO CIMENTACION CUADRADA**

*Método Elástico Terzaghi y Peck (1967).*

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

**Donde:**

- $S_i$  = Asentamiento Inmediato (cm.)
- $\mu$  = Relación de Poisson
- $E_s$  = Módulo de Elasticidad (Ton/m<sup>2</sup>)
- $I_f$  = Factor de Forma (cm/m)
- $q$  = Presión de Trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho Cimentación (m)
- $L$  = Largo de Cimentación (m)

Figura N° 10 Método elástico para el cálculo de asentamiento inmediato cimentación cuadrada

Cuadro N° 13 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos cuadrados

Es (Tn/m <sup>2</sup> )	U	If		L/B
		Flexible	112.00	
14,000.00	0.15	Flexible	112.00	1.00

Cuadro N° 14 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos corridos

Es (Tn/m <sup>2</sup> )	U	If		L/B
		Flexible	162.50	
14,000.00	0.15	Flexible	162.50	2.50
		Flexible	153.00	2.00
		Flexible	139.33	1.67

  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313936  
 ARKEL PERU S.A.



Cuadro N° 15 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación cuadrada

CIMIENTOS CUADRADOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>v</sub> (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	0.092	0.110	0.137	0.165
	1.50	0.148	0.175	0.217	0.259
	2.00	0.218	0.250	0.309	0.357

Cuadro N° 16 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación corrida

CIMIENTOS CORRIDOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)		
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>v</sub> (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	1.00	1.50	2.00
1.00	0.40	0.036	0.045	0.054
	0.50	0.044	0.055	0.066
	0.60	0.050	0.062	0.074

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 317036  
 ARKEL PERU S.A.



## 5.6. MATERIAL DE RELLENO CONTROLADO O DE INGENIERÍA

Los rellenos controlados son aquellos que se construyen con material seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Además, los métodos empleados en su conformación, compactación y control dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El material seleccionado con el que se debe construir el relleno controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- ✓ Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- ✓ Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de 3 controles por capa. No obstante, en áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0.30 m de espesor. Posterior a ello, cuando se requiera verificar la compactación de un relleno controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- ✓ Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de relleno controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a  $N_{60}=25$  golpes por cada 0.30 m de penetración.
- ✓ Un ensayo con Cono de Arena NTP 339.143 (ASTM D 1556) o por medio de métodos nucleares NTP 339.144 (ASTM D 2922), por cada 0.50 m de espesor. Asimismo, los resultados deberán ser mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.

35



#### 5.7. UTILIZACIÓN DEL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO

El material propio obtenido de la calicata 1 desde los 0.80 m hasta los 1.80 m de profundidad SI es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Arena Pobrementemente Gradada con Grava y posee finos de plasticidad nula.

El material propio obtenido de la calicata 2 desde los 0.70 m hasta los 2.50 m de profundidad SI es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Arena Pobrementemente Gradada con Grava y posee finos de plasticidad nula.

#### 5.8. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DEL SUELO

El potencial de colapso de un suelo puede determinarse mediante los límites de Atterberg y la densidad natural seca. El límite de Atterberg necesario para la determinación propuesta es el límite líquido (LL).

Usando estas propiedades y con la ayuda de la figura 7 – Pagina 47 (Norma E.050 Suelos y Cimentaciones), se puede determinar cualitativamente el potencial colapso del suelo. Este método nos permite determinar cualitativamente si un suelo es potencialmente colapsable. No obstante, para el caso de una determinación cuantitativa se deberá realizar el siguiente ensayo específico: Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos.

En nuestro caso el material ensayado NO presenta límite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 4 golpes. Por ende, determinamos que el suelo NO es colapsable.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.

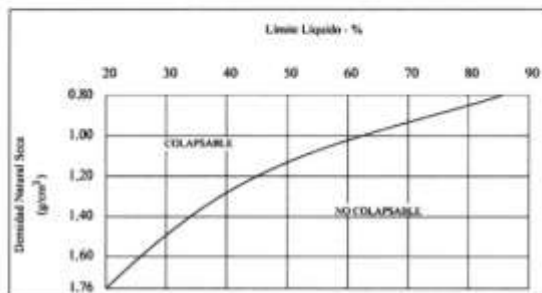


Figura N° 11 Criterios del potencial de colapso

### 5.9. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

El potencial de expansión de un suelo puede determinarse mediante los límites de Atterberg y la succión natural del suelo. Los límites de Atterberg necesarios para la determinación propuesta son el límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP).

Usando estas propiedades y con la ayuda de la Tabla 1, se puede determinar cualitativamente el potencial expansivo del suelo.

Grado de Expansión	LL	IP
Elevado	> 60	> 35
Marginal	50-60	25-35
Bajo	< 50	< 25

Figura N° 12 Potencial expansivo de los suelos

Este método nos permite determinar cualitativamente si un suelo es potencialmente expansivo. No obstante, para el caso de una determinación cuantitativa se deberá realizar ensayos específicos como: expansión libre, límites de contracción, etc.

En nuestro caso el material ensayado **NO** presenta límite líquido y es **NO** plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.

*P. Ríos Chiara*  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313038  
 ARKEL PERU S.A.C.



## 5.10. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DEL SUELO

Para que el suelo sea potencialmente licuefactable deben de coincidir 3 factores:

1. Zona sísmica de alto potencial (Sismos de magnitud igual o superior a 5.5, con aceleraciones superiores o iguales a 0.2g)
2. Suelo granular de grano fino no cohesivo y baja densidad relativa o cementación débil.
3. Nivel freático elevado,  $H < 3.0$  m

El área en donde se proyecta la construcción de la estructura **SI** cumple con las características del punto 1, porque se encuentra ubicado en la Zona Sísmica 4. Sin embargo, **NO** cumple con las características del punto 2, debido a que es una Arena Pobremente Gradada con Grava de densidad relativa compacta y cementación moderada. Asimismo, **NO** cumple con las características del punto 3, puesto que no se encontró nivel freático hasta la profundidad de excavación de 2.50 m. Finalmente, se concluye que **NO** existe probabilidad de ocurrencia del fenómeno de licuefacción en el suelo hasta la profundidad indicada. Para profundidades mayores o condiciones distintas a las del presente estudio, se deberá de realizar ensayos específicos como SPT o CPT.

## 5.11. COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce,  $y$ , es decir  $K_s = p/y$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico  $y$ , aunque depende de las propiedades del terreno no es una constante del mismo, ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno.

### 5.11.1. Ensayo de placa de carga (Norma ASTM D1194)

El cociente de la carga entre el asiento nos proporciona el coeficiente de balasto asociado a las dimensiones de la placa. Existen varios tipos de placas, las cuadradas de 30x30 cm o las circulares de 30, 60 o 76.2 cm de diámetro. Por tanto, el coeficiente viene generalmente representado por una  $K$  y el correspondiente subíndice que identifica a la placa con la que se realizó el ensayo.





Lo usual es que los laboratorios proporcionen el coeficiente de balasto de la placa cuadrada de 30 cm de lado, el K30. Sin embargo, existen muchos autores que han proporcionado varios valores del K30 para diferentes clases de suelos y uno de ellos es Terzaghi.

Tipos de suelo			K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arena sumergida	Suelta		0,8
	Media		2,5
	Compacta		10
Arcilla	qu=1.2 kg/cm <sup>2</sup>	1,6	3,2
	qu=2.4 kg/cm <sup>2</sup>	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm <sup>2</sup>	>6,4	

Figura N° 13 Valores de k30 propuestos por Terzaghi

El material ensayado clasificó como una Arena Pobremente Gradada con Grava (SP) y tomando como referencia los valores de k30 propuestos por Terzaghi el coeficiente de balasto toma un valor de  $K30_{max} = 32$ , de acuerdo con la Figura N° 13 entra en el criterio de una Arena seca o húmeda y presenta una densidad relativa compacta.

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Para la aplicación de las normas de diseño sísmo resistente se debe considerar:

ZONA	4	Z=	0.45
SUELO	(S <sub>2</sub> )	S =	1.05
T <sub>r</sub> (s)	0.6	T <sub>i</sub> (s)	2.0

- ✓ En el diseño de la cimentación del área en estudio deben usarse los siguientes parámetros de Capacidad Portante:

CIMIENTOS CUADRADOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>i</sub> (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	1.172	1.401	1.750	2.104
	1.50	1.261	1.489	1.848	2.206
	2.00	1.391	1.601	1.973	2.282

CIMIENTOS CORRIDOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )		
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>i</sub> (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	0.80	1.00	1.20
1.00	0.40	0.802	0.996	1.192
	0.50	0.830	1.030	1.232
	0.60	0.857	1.062	1.270

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 310036  
 ARKEL PERU S.A.



☐ Asentamientos en la fundación

Se ha analizado el efecto de Asentamientos en la Fundación mediante el Método de la Elasticidad el cual es más conservador respecto a los valores de asentamientos esperados.

CIMENTOS CUADRADOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>i</sub> (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	0.092	0.110	0.137	0.165
	1.50	0.148	0.175	0.217	0.259
	2.00	0.218	0.250	0.309	0.357

CIMENTOS CORRIDOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)		
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>i</sub> (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	1.00	1.50	2.00
1.00	0.40	0.036	0.045	0.054
	0.50	0.044	0.055	0.066
	0.60	0.050	0.062	0.074

Los valores de asentamientos obtenidos que son menores a 2.54 cm (1") y no están resaltados en rojo Si cumplen con las recomendaciones mínimas requeridas, de acuerdo con la Norma Técnica E.030. "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

☐ Tipo de Cimentación

De acuerdo con los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda para la construcción de las estructuras emplear el sistema constructivo aporticado. Asimismo, en dicha edificación se empleará cimentaciones convencionales como zapatas cuadradas aisladas.

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313236  
 ARKEL PERU S.A.



□ **Valores máximos permisibles**

Observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo éste de 0.201% menor que 0.30% (valor permisible de contenido de iones de cloruro) tal como hacen mención en la Norma E.060 Concreto Armado, por lo que **NO** ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. Asimismo, observamos concentraciones de sales sulfatos son menores a 2,000.0 ppm. Que alcanzan un valor puntual de 1,530.0 ppm, por lo que la exposición de sulfatos que se encuentra sometido el suelo es moderado tomando como referencia el Cuadro N° 04 (Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos). Por todo lo expuesto, se concluye usar el cemento Tipo IP (MS) para todas las estructuras, para cementos de peso normal de relación a/c=0.50 como máximo y una resistencia (F<sub>c</sub>) de 280 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo (Norma E.060 Concreto Armado).

□ **Utilización del material propio**

El material propio obtenido de la calicata 1 desde los 0.80 m hasta los 1.80 m de profundidad **SI** es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Arena Pobremente Gradada con Grava y posee finos de plasticidad nula.

El material propio obtenido de la calicata 2 desde los 0.70 m hasta los 2.50 m de profundidad **SI** es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Arena Pobremente Gradada con Grava y posee finos de plasticidad nula.

□ **Evaluación del potencial de colapso del suelo**

En nuestro caso el material ensayado **NO** presenta límite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 4 golpes. Por ende, determinamos que el suelo **NO** es colapsable.

□ **Evaluación del potencial de expansión del suelo**

En nuestro caso el material ensayado **NO** presenta límite líquido y es **NO** plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.

  
.....  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



Evaluación del potencial de licuefacción del suelo

El área en donde se proyecta la construcción de la estructura SI cumple con las características del punto 1, porque se encuentra ubicado en la Zona Sísmica 4. Sin embargo, NO cumple con las características del punto 2, debido a que es una Arena Pobrementemente Gradada con Grava de densidad relativa compacta y cementación moderada. Asimismo, NO cumple con las características del punto 3, puesto que no se encontró nivel freático hasta la profundidad de excavación de 2.50 m. Finalmente, se concluye que NO existe probabilidad de ocurrencia del fenómeno de licuefacción en el suelo hasta la profundidad indicada. Para profundidades mayores o condiciones distintas a las del presente estudio, se deberá de realizar ensayos específicos como SPT o CPT.

Coeficiente de balasto

El material ensayado clasificó como una Arena Pobrementemente Gradada con Grava (SP) y tomando como referencia los valores de  $k_{30}$  propuestos por Terzaghi el coeficiente de balasto toma un valor de  $K_{30_{max}} = 32$ , de acuerdo con la Figura N° 13 entra en el criterio de una Arena seca o húmeda y presenta una densidad relativa compacta.

- ✓ En el lugar de estudio NO se encontró Nivel Freático a la profundidad de excavación de 2.50 m.
- ✓ Los resultados de este informe se aplican exclusivamente al área estudiada no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.R.L.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Alva Hurtado J. (1992). "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones", Capítulo de Estudiantes ACI-UNI, Lima.
2. Terzaghi K. y Peck R.B. (1967). "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
3. Vesic A. (1973). "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales", JSMFED, ASCE, Vol. 99.
4. Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)". "Norma Técnica de Edificaciones E-030 - Diseño Sismo-resistente", Modificada con Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda. Lima - Perú.
5. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). "Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones", Lima- Perú.
6. Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). "Norma E-060 de Concreto Armado", Lima – Perú.
7. Boletín N° 43 serie A, Carta Geológica Nacional; Geología - Cuadrángulo de Lima (25i), Lurín (25j), Chancay (24i) y Chosica (24j),1992.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERÚ

**ANEXO I. RESUMEN DE LAS  
CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**



## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Profesional Responsable (PR):	Pedro Antonio Ríos Chiara	Ing. Civil CIP:	313036
Tipo de Cimentación:	Zapatas Cuadradas Aisladas Cimientos Corridos		
Estrato de apoyo de la Cimentación:	Arena Pobremente Gradada con Grava (SP)		
Profundidad de la Napa Freática:	En el lugar de estudio <b>NO</b> se encontró Nivel Freático a la profundidad de 2.50 m		
Fecha:	25/04/2024		
<b>Parámetros de Diseño de la Cimentación:</b>			
	Ancho (m)	Nivel de Desplante (m)	Presión Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Corrido:	0.40	1.00	0.996
Cuadrada:	1.00	1.00	1.172
Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico):	3.00		
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:	0.357 cm < 2.540 cm		
<b>Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030):</b>			
Zona Sísmica:	4	Z= 0.45	
Tipo de perfil del suelo:	S <sub>2</sub>		
Factor del suelo (s):	1.05		
Periodo T <sub>p</sub> (s):	0.6		
Periodo T <sub>l</sub> (s):	2.0		
<b>Agresividad del Suelo a la Cimentación:</b>			
Tipo de Cemento Portland:	Tipo IP (MS)		
Relación a/c:	0.50		
f'c mínimo:	280 kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Problemas Especiales de Cimentación:</b>			
Licuefacción:	En nuestro caso el material ensayado es una Arena Pobremente Gradada con Grava y posee finos de plasticidad nula. Además, en el lugar de estudio <b>NO</b> se encontró nivel freático. Por lo tanto, determinamos que el suelo <b>NO</b> es potencialmente licuefactable.		
Colapso:	En nuestro caso el material ensayado <b>NO</b> presenta límite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 4 golpes. Por ende, determinamos que el suelo <b>NO</b> es colapsable.		
Expansión:	En nuestro caso el material ensayado <b>NO</b> presenta límite líquido y es <b>NO</b> plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.		

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.




## ANEXO II. PERFIL ESTRATIGRÁFICO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Título: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

<b>LOTE 02</b>		<b>DESCRIPCIÓN DE CALICATA</b>		<b>PROYECTO :</b>																
<b>CALICATA N° 01</b>				No. de PROYECTO: CLIENTE : IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA FECHA : 15/04/2024      HORA : 3:30 PM <b>UBICACIÓN</b> Latitud :      Longitud : Elevación (msl) :      Dirección (metros) : INGENIERO: Pedro Antonio Ríos TECNICO : C. A. Equipo : Manual OPERADOR: NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTA CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: PROF. RAICES : NO																
		<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b> (Número del Grupo / Símbolo del Grupo). Humedad, reacción al HCL, estructura, tamaño máximo de la partícula, dureza grava/bolones, resistencia en seco, dilatancia, tenacidad, nombre local, interpretación geológica.		<b>Estimación Visual</b>																
				% SOBRETAMADO <sup>1</sup>	% GRAYA <sup>2</sup>	% ARENA <sup>3</sup>	% FINO <sup>4</sup>	COLOR	CONSISTENCIA/O DENSIDAD RELATIVA <sup>5</sup>	PLASTICIDAD (IP, LL, UI) <sup>6</sup>	CEMENTACIÓN <sup>7</sup>	OTROS TESTES <sup>8</sup>								
PROF. (m)	MUESTRA No.	SÍMBOLO																		
		SUCS	GRÁFICO																	
0.00																				
0.50																				
1.00	M-1	SP																		
1.50																				
1.80	M-2	BOCA																		
NOTAS:		1. Porcentaje > 7 por ciento. 2. Suma de grava, arena, y limo > 100% 3. Para suelos de arena fino (cohesivos) muy blanda, blanda, firme, densa y muy densa. 4. Para suelos de grava gruesa (no cohesivos) muy suelta, suelta, compacta, densa, muy densa. 5. Líquida, blanda, firme. 6. Puntuaciones de líquido, densidad en agua. 7. Facilitada, cementada, flojita, ligada (de laminado), en bloques, laminada, homogénea.																		

  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313034  
 ARKEL PERU S. R. L.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Título: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

<b>LOTE 02</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE CALICATA</b>	<b>PROYECTO :</b>	
<b>CALICATA N° 02</b>		No. de PROYECTO: CLIENTE : IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA FECHA : 15/04/2024      HORA : 4:00 PM	
		<b>UBICACIÓN</b>	
		Latitud :	Longitud :
		Elevación (m) :	Dimensión (metros) :
		INGENIERO: Pedro Antonio Rios	
		TECNICO : C. A.	
		Equipo : Manual	
OPERADOR :		NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTA	
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:		PROF. RAICES : NO	

PROF. (m)	MUESTRA No.	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (Nombre del Grupo / Símbolo del Grupo), Humedad, reacción al HCL, estructura, tamaño máximo de la partícula, dureza grava/bolones, resistencia en seco, dilatancia, tenacidad, nombre local, interpretación geológica.	N. SOBRETAMANO <sup>1/</sup>	N. GRAVA <sup>2/</sup>	N. ARENA <sup>3/</sup>	N. FENOS <sup>4/</sup>	COLOR	CONSISTENCIA <sup>5/</sup> O DENSIDAD RELATIVA <sup>6/</sup>	PLASTICIDAD (IP, A, L, U)	CEMENTACIÓN <sup>7/</sup>	OTROS TESTES <sup>8/</sup>
		ALCS	GRAFICO										
0.00				MATERIAL DE BELLEMO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS									
0.50													
0.78													
1.00													
1.50	M-1	SP		ARENA PURAMENTE GRADADA CON GRAVA, COLOR MARRÓN, HUMEDA, NO PLASTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA		31.50	66.53	1.97	Marrón	Compacta	NP	Moderada	
2.00													
2.50	M-2	HOCA		PRESENCIA DE BLOQUES > 12"									

Notas: 1/ Para suelos de gran grueso (con subgrupos muy sueltos, sueltos, compactos, densos, muy densos)  
 2/ Típic. Moderada, fuerte  
 3/ Para suelos de gran fino (subgrupos) muy blando, blando, firme, denso y muy denso.  
 4/ Frías, muy frías, medias, medias cálidas, cálidas, muy cálidas, muy muy cálidas.  
 5/ Para suelos de gran grueso (con subgrupos) muy sueltos, sueltos, compactos, densos, muy densos.  
 6/ Típic. Moderada, fuerte.  
 7/ Presencia de helofitas, densidad en seco.  
 8/ Ensayos de: tenacidad, densidad, lapso (deformación), cohesión, tenacidad, tenacidad.

  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.

**ANEXO III. MEMORIA DE CÁLCULO**



Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

### CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACION CUADRADA

Meyerhof (1963)

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_s F_{ss} F_{sd} F_{si}$$

donde:

- $c$  = Cohesión
- $q$  = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
- $\gamma$  = Peso específico del suelo
- $B$  = Ancho de la cimentación (=Diametro para una cimentación circular)

$F_{cs}, F_{qs}, F_{ss}$  = Factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{sd}$  = Factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{si}$  = Factores de inclinación de la carga

$N_c, N_q, N_s$  = Factores de capacidad de carga

#### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA

$\phi'$ =	24.06	Angulo de fricción del suelo (en grados)
$c'$ =	0.00	Cohesión (Ton/m <sup>2</sup> )
$\gamma$ =	1.73	Peso específico del suelo (Ton/m <sup>3</sup> )
$B$ =	1.00	Ancho de la Zapata (m)
$L$ =	1.00	Longitud de Cimentación (m)
$D_f$ =	1.00	Profundidad de zapata (m)
$B/L$ =	1.00	Cuadrado
$D_f/B$ =	1.00	$D_f/B > 1$
$\delta$ =	0.00	Ang. de incl. de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical
$q$ =	1.73	Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación (Ton/m <sup>2</sup> )

#### CALCULO DE LOS FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) e^{\tan \phi} = 9.66 \quad \text{F.C.C. de Reissner (1924)}$$

$$N_q = (N_c - 1) \cot \phi = 19.40 \quad \text{F.C.C. de Prandtl (1921)}$$

$$N_s = 2(N_c + 1) \tan \phi = 9.52 \quad \text{F.C.C. de Vesic (1973)}$$

#### CALCULO DE LOS FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B \cdot N_c}{L \cdot N_c} = 1.50 \quad \text{F.F. de De Beer (1970)}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1.45 \quad \text{F.F. de Hansen (1970)}$$

$$F_{ss} = 1 - 0.4 \frac{B}{L} = 0.60 \quad \text{F.F. de Hansen (1970)}$$

#### CALCULO DE LOS FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left( \frac{D_f}{B} \right) = 1.31 \quad \text{F.F. de Hansen (1970)}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left( \frac{D_f}{B} \right) = 1.25 \quad \text{F.F. de Hansen (1970)}$$

$$F_{sd} = 1.00 \quad \text{F.F. de Hansen (1970)}$$

#### CALCULO DE LOS FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left( 1 - \frac{\delta^2}{90^\circ} \right)^2 = 1.00 \quad \text{F.I. de Meyerhof (1963)}$$

$$F_{qi} = \left( 1 - \frac{\delta^2}{90^\circ} \right)^2 = 1.00 \quad \text{F.I. de Hansen (1980)}$$

$$F_{si} = \left( 1 - \frac{\delta^2}{\phi^2} \right)^2 = 1.00 \quad \text{F.I. de Meyerhof (1963)}$$

$$q_u = 35.16 \text{ Ton/m}^2 \quad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

$$FS = 3.0$$

$$q_{adm} = 11.72 \text{ Ton/m}^2$$

  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312336  
 ARKEL PERU S.A.S.



Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE  
REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

**METODO ELASTICO PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO CIMENTACION CUADRADA**

Metodo Elastico Terzaghi y Peck (1967).

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

donde:

- $S_i$  = Asentamiento Inmediato (cm.)
- $\mu$  = Relacion de Poisson
- $E_s$  = Modulo de Elasticidad (Ton/m<sup>2</sup>)
- $I_f$  = Factor de Forma (cm/m)
- $q$  = Presion de Trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho Cimentacion (m)
- $L$  = Largo de Cimentacion (m)

**CUADROS AUXILIARES**

Cuadro N° 08

Módulo de Elasticidad para los distintos tipos de suelos

N	TIPO DE SUELO	$E_s$ (Ton/m <sup>2</sup> )
1	Arcilla muy blanda	< 30 - 300 >
2	Arcilla blanda	< 200 - 400 >
3	Arcilla media	< 450 - 900 >
4	Arcilla dura	< 700 - 2000 >
5	Arcilla arenosa	< 3000 - 4250 >
6	Suelos glaciales	< 1000 - 16000 >
7	Loess	< 1500 - 6000 >
8	Arena limosa	< 500 - 2000 >
9	Arena suelta	< 1000 - 2500 >
10	Arena densa	< 5000 - 10000 >
11	Grava arenosa densa	< 8000 - 20000 >
12	Grava arenosa suelta	< 5000 - 14000 >
13	Arcilla espúsculosa	< 14000 - 140000 >
14	Limos	< 200 - 2000 >

Cuadro N° 09

Relación de Poisson para los distintos tipos de suelos

N	TIPO DE SUELO	$\mu$
1	Arcilla saturada	< 0.4 - 0.5 >
2	Arcilla no saturada	< 0.1 - 0.3 >
3	Arcilla arenosa	< 0.2 - 0.3 >
4	Limos	< 0.3 - 0.35 >
5	Arena densa	< 0.2 - 0.4 >
6	Arena de Grano grueso	0.15
7	Arena de Grano fino	0.25
8	Roca	< 0.1 - 0.4 >
9	Loess	< 0.1 - 0.3 >
10	Hielo	0.36
11	Concreto	0.15

Cuadro N° 10

Factor de forma para los distintos tipos de relación L/B

FORMA DE LA ZAPATA	Ubicación	VALORES DE $I_f$ (cm./m.)			
		CIMENTACIÓN FLEXIBLE			RÍGIDA
	L/B =	Centro	Esquina	Medio	-
Cuadrada	1	112	56	95	82
Rectangular	2	153	77	130	120
Rectangular	5	210	105	183	170
Rectangular	10	254	127	225	210

CALCULO PARA CIMIENTO CUADRADO:



- $L = 1.00$  (m.)
- $B = 1.00$  (m.)
- $L/B = 1.00$  Ad.
- $I_f = 112.00$  (cm/m.)
- $q = 11.72$  (Ton/m<sup>2</sup>)
- $\mu = 0.15$  Ad.
- $E_s = 14,000.00$  (Ton/m<sup>2</sup>)

$S_i = 0.092$  (cm.)

*P. Rios Chiara*  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.

**ANEXO IV. ENSAYO DE CAMPO**

---

	<b>Reporte de Ensayo Campo Suelos DC3</b>		Código: P-OPE-001-F-09	
	DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL LUGAR POR EL MÉTODO DE CONO DE ARENA (ASTM D1556/D1556M - 15E1)		Versión:	1
			Fecha:	30/12/2023
		Página:	1 de 1	
Proyecto:	<b>ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023</b>			
Solicita:	<b>IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA</b>			
Ubicación:	<b>LOTE 02 - COMAS - LIMA</b>			
Tipo de Material:	Terreno Natural	Fecha Ensayo:	15/04/2024	
Material Para:	Estudio Geotécnico			
<b>Ubicación</b>		<b>Calicata 2</b>		
<b>Profundidad (m)</b>		<b>1.50</b>		
<b>Nº de prueba</b>		<b>1</b>		
Peso de Arena Inicial (g)		7610		
Peso de Arena Sobrante (g)		2242		
Peso de Arena Usada (g)		5368		
Peso de Arena en Cono y la Plancha (g)		1679		
Peso de Arena en Hoyo (g)		3689		
Densidad de Arena (g/cm³)		1.370		
Volumen del Hoyo (cm³)		2693		
Peso del Suelo Húmedo Extraído (g)		4669		
Volumen del Suelo		2693		
Densidad Húmeda (g/cm³)		1.734		
Densidad Seca (g/cm³)		1.708		
<b>Contenido de Humedad en Laboratorio (%)</b>		<b>1.50</b>		
<b>Referencias del Laboratorio</b>		<b>CÓDIGO DE ENSAYO:</b>		
No de Muestra				
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)				
Óptimo Contenido de Humedad (%)				
<b>% de Compactación</b>				
<b>% Diferencia respecto del óptimo %W</b>				
<b>SI CUMPLE / NO CUMPLE</b>	Densidad			
	Humedad			
Nº de cono				
Posición del cono en el ensayo				
<b>Especificaciones:</b>				
% Compactación		Min. _____		
% humedad respecto del O.C.†		+/- _____		
<b>ELABORADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>		
Firma:		Firma:		
 <b>GIANCARLO L. SEDANO I.C.</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.		 <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHAR</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.		
Nombre:		Nombre:		
Fecha:		Fecha:		



**ANEXO V. ENSAYOS DE LABORATORIO**

---



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GR1

Código: P-OPE-001-F-56

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D6913/D6913M - 17)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**

Material: Terreno Natural

Peso Inicial: 5,257 gr.

Sondaje: C-01

Prof.: 0.80 - 1.80 m

Tamaño Máximo: 3"

Ubicación: Lote 02 - Comas - Lima

Turno: Día

Material para: Estudio Geotécnico

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	PASANTE ESPEC.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MAX	MIN	
3"	76.200		0.00	0.0	100.00			
2"	50.800	261.9	4.98	4.98	95.02			
1 1/2"	38.100	118.0	2.24	7.22	92.78			
1"	25.400	63.0	1.20	8.42	91.58			
3/4"	19.050	140.1	2.66	11.08	88.92			
1/2"	12.500	185.9	3.54	14.62	85.38			
3/8"	9.500	175.5	3.34	17.96	82.04			
Nº 4	4.750	705.0	13.41	31.37	68.63			
Nº 10	2.000	78.85	27.06	58.43	41.57			
Nº 20	0.840	66.57	22.84	81.27	18.73			
Nº 40	0.420	28.44	9.76	91.03	8.97			
Nº 60	0.250	11.33	3.89	94.92	5.08			
Nº 100	0.150	6.48	2.22	97.14	2.86			
Nº 200	0.075	4.20	1.44	98.58	1.42			
< Nº 200	FONDO	4.13	1.42					

**PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS**

Grava: 31.37 %  
 Arena: 67.21 %  
 Fino: 1.42 %

**PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO**

Peso de suelo seco > Nº 4 1,649 gr.  
 Peso de suelo seco < Nº 4 3,608 gr.  
 Peso de suelo seco total 5,257 gr.  
 Muestra: suelo seco < Nº 4 200.0 gr.

**PLASTICIDAD**

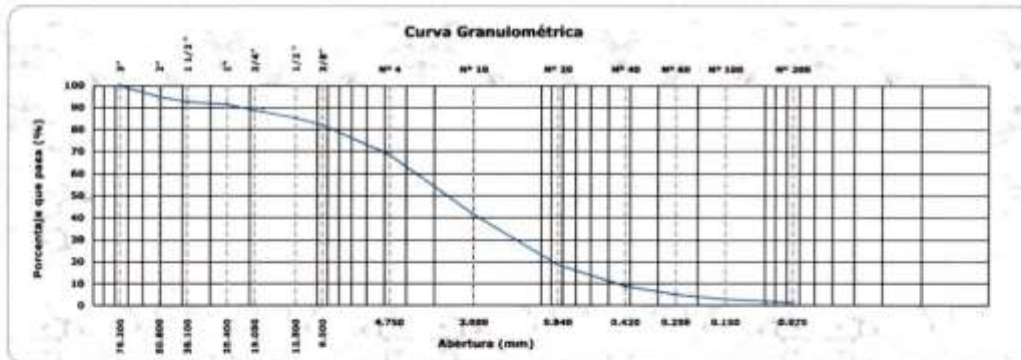
Límite Líquido: 0 %  
 Límite Plástico: NP %  
 Índice de Plasticidad: NP %

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO: A-1-a (0)  
 SUCS: SP

**COEFICIENTES DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA**

D<sub>10</sub>: 0.46  
 D<sub>30</sub>: 1.41  
 D<sub>60</sub>: 3.87  
 Coeficiente de curvatura (cc): 1.11  
 Coeficiente de uniformidad (cu): 8.34

**ELABORADO POR**

Firma:

*Gianmarco L. Sedano Tello*  
 GIANMARCO L. SEDANO TELLO  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ARKEL-PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:





**APROBADO POR**

Firma:

*P. Ríos Chiara*  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 31303A  
 ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos LA1</b>			Código: P-OPE-001-P-57		
	LÍMITES DE ATTERBERG (NORMA ASTM D4318 - 17E1 )			Versión: 1	Fecha: 12/30/2023	Página: 1 de 1
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023						
<b>SOLICITANTE:</b> IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA			<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/04/2024			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>						
<b>Material:</b>	Termino Natural		<b>Material Para:</b> Estudio Geotécnico			
<b>Sondaje:</b>	C-01		<b>Profundidad:</b> 0.80 - 1.80 m			
<b>Ubicación:</b>	Lote 02 - Comas - Lima					
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>						
<b>ENSAYO Nº</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
Nº de Golpes						
Recipiente Nº						
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.					
Peso de agua	grs.					
Peso de Recipiente	grs.					
Peso de S. Seco	grs.					
% de Humedad	%					
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>						
<b>ENSAYO Nº</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>			
Recipiente Nº						
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.					
Peso de agua	grs.					
Peso de Recipiente	grs.					
Peso de S. Seco	grs.					
% de Humedad	%					
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>						
						
<b>RESULTADOS</b>						
<b>Límite Líquido:</b>		<b>NP %</b>				
<b>Límite Plástico:</b>		<b>NP %</b>				
<b>Índice de Plasticidad:</b>		<b>NP %</b>				
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>No se pudo determinar el límite líquido mediante la copa Casagrande, debido a que la pista del suelo se cerraba de forma prematura a los 3 golpes. Por ello, el suelo se reportará como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico, de acuerdo a lo indicado en la normativa NTP 339.129 - Cap. 11.4 - Pág. 15.</p>						
<b>ELABORADO POR</b>			<b>APROBADO POR</b>			
Firma:	 <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARTEL PERU S.A.C.		Firma:	 <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 313038 ARTEL PERU S.A.C.		
Nombre:			Nombre:			
Fecha:			Fecha:			



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos CH1

Código: P-OPE-001-F-52

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D2216 - 19)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**Material: Terreno Natural  
Sondaje: C-01  
Ubicación: Lote 02 - Comas - LimaMaterial Para: Estudio geotécnico.  
Profundidad: 0.80 - 1.80 m**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA TOTAL**

ENSAYO Nº	UND	1	2			
Recipiente Nº		T-18				
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	736.6				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	729.2				
Peso de agua	grs.	7.40				
Peso de Recipiente	grs.	130.30				
Peso de S. Seco	grs.	598.90				
% de Humedad	%	1.24				
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>1.2</b>				

**OBSERVACIONES****CONTENIDO DE HUMEDAD RETENIDO O PASANTE DE LA MALLA:**

ENSAYO Nº	UND	% Retenido en 3/4"	% Pasante en 3/4"	% Retenido en 3/8"	% Retenido en Nº 4		
Recipiente Nº							
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.						
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.						
Peso de agua	grs.						
Peso de Recipiente	grs.						
Peso de S. Seco	grs.						
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>						

**OBSERVACIONES****ELABORADO POR**

Firma:

  
GIANMARCO L. SEDANO TELLO  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

**APROBADO POR**

Firma:

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 213036  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GR1

Código: P-OPE-001-F-56

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D6913/D6913M - 17)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**

Material: Terreno Natural

Peso Inicial: 5,083 gr.

Sondaje: C-02

Prof.: 0.70 - 2.50 m

Tamaño Máximo: 3"

Ubicación: Lote 02 - Comas - Lima

Turno: Día

Material para: Estudio Geotécnico

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	PASANTE ESPEC.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MAX	MIN	
3"	76.200		0.00	0.0	100.00			
2"	50.800	253.2	4.98	4.98	95.02			
1 1/2"	38.100	109.5	2.15	7.13	92.87			
1"	25.400	69.3	1.36	8.49	91.51			
3/4"	19.050	135.1	2.66	11.15	88.85			
1/2"	12.500	180.7	3.55	14.70	85.30			
3/8"	9.500	163.5	3.22	17.92	82.08			
Nº 4	4.750	690.4	13.58	31.50	68.50			
Nº 10	2.000	77.95	26.70	58.20	41.80			
Nº 20	0.840	66.68	22.84	81.04	18.96			
Nº 40	0.420	28.10	9.62	90.66	9.34			
Nº 60	0.250	10.95	3.75	94.41	5.59			
Nº 100	0.150	6.30	2.16	96.57	3.43			
Nº 200	0.075	4.25	1.46	98.03	1.97			
< Nº 200	FONDO	5.77	1.97					

**PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS**

Grava: 31.50 %  
 Arena: 66.53 %  
 Fino: 1.97 %

**PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO**

Peso de suelo seco > Nº 4 1,602 gr.  
 Peso de suelo seco < Nº 4 3,482 gr.  
 Peso de suelo seco total 5,083 gr.  
 Muestra: suelo seco < Nº 4 200.0 gr.

**PLASTICIDAD**

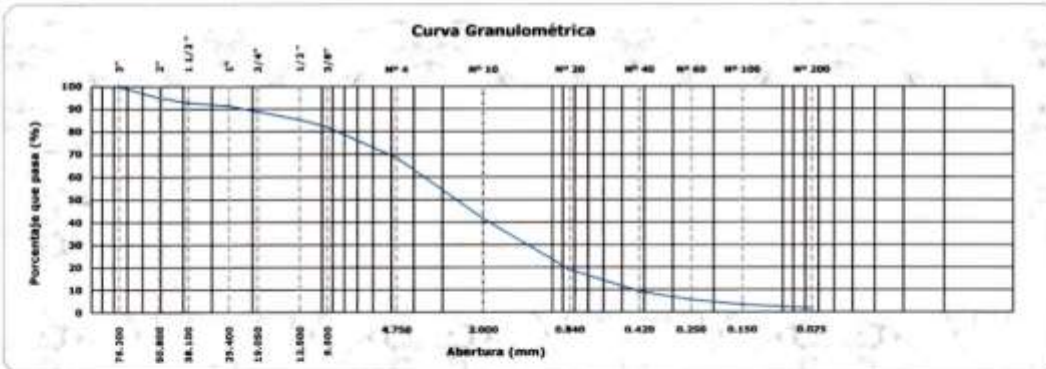
Límite Líquido: 0 %  
 Límite Plástico: NP %  
 Índice de Plasticidad: NP %

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO: A-1-a (0)  
 SUCS: SP

**COEFICIENTES DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA**

D<sub>10</sub>: 0.45  
 D<sub>30</sub>: 1.40  
 D<sub>60</sub>: 3.87  
 Coeficiente de curvatura (cc): 1.13  
 Coeficiente de uniformidad (cu): 8.63

**ELABORADO POR**

Firma:

*Gianmarco L. Sedano Tello*  
 GIANMARCO L. SEDANO TELLO  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:





**APROBADO POR**

Firma:

*Pedro Antonio Rios Chiara*  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313936  
 ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos LA1</b>			Código: P-OPE-001-F-57	
	LÍMITES DE ATTERBERG (NORMA ASTM D-4318 - 17E1)			Versión: 1 Fecha: 12/30/2023 Página: 1 de 1	
PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023					
SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA			FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
Material: Terreno Natural		Material Para: Estudio Geotécnico			
Sondaje: C-02		Profundidad: 0.70 - 2.50 m			
Ubicación: Lotn 02 - Comas - Lima					
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
ENSAYO N°	UND	1	2	3	
N° de Golpes					
Recipiente N°					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				
Peso de agua	grs.				
Peso de Recipiente	grs.				
Peso de S. Seco	grs.				
% de Humedad	%				
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
ENSAYO N°	UND	1	2		
Recipiente N°					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				
Peso de agua	grs.				
Peso de Recipiente	grs.				
Peso de S. Seco	grs.				
% de Humedad	%				
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>					
					
<b>RESULTADOS</b>					
Límite Líquido:		NP %			
Límite Plástico:		NP %			
Índice de Plasticidad:		NP %			
<b>OBSERVACIONES</b>					
<p>No se pudo determinar el límite líquido mediante la copa Casagrande, debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 4 golpes. Por ello, el suelo se reportará como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico, de acuerdo a lo indicado en la normativa NTP 339.129 - Cap. 11.4 - Pag. 15.</p>					
<b>ELABORADO POR</b>			<b>APROBADO POR</b>		
Firma:  GIANMARCO L. SEDANO TELLO JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.			Firma:  PEDRO ANTONIO RIOS CHARA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.		
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos CH1</b>				Código: P-OPE-001-F-52	
	CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D2216 - 19)				Versión: 1	
					Fecha: 30/12/2023	
				Página: 1 de 1		
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023						
<b>SOLICITANTE:</b> IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA						
				<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/04/2024		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>						
<b>Material:</b> Terreno Natural		<b>Material Para:</b> Estudio geotécnico.				
<b>Sondaje:</b> C-02		<b>Profundidad:</b> 0.70 - 2.50 m				
<b>Ubicación:</b> Lote 02 - Comas - Lima						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA TOTAL</b>						
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>			
Recipiente N°		T-25				
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	590.8				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	583.9				
Peso de agua	grs.	6.90				
Peso de Recipiente	grs.	128.30				
Peso de S. Seco	grs.	455.60				
% de Humedad	%	1.51				
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>1.5</b>				
<b>OBSERVACIONES</b>						
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>						
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD RETENIDO O PASANTE DE LA MALLA:</b>						
		<b>% Retenido en 3/4"</b>	<b>% Pasante en 3/4"</b>	<b>% Retenido en 3/8"</b>	<b>% Retenido en N° 4</b>	
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>					
Recipiente N°						
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.					
Peso de agua	grs.					
Peso de Recipiente	grs.					
Peso de S. Seco	grs.					
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>						
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>						
<b>ELABORADO POR</b>				<b>APROBADO POR</b>		
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.				Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 315036 ARKEL PERU S.A.C.		
Nombre:				Nombre:		
Fecha:				Fecha:		



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GES1

Código: P-0PE-001-F-54

Revisión: 1  
Fecha: 30/12/2023  
Página: 1 de 1

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO MEDIANTE PICNÓMETRO DE AGUA (NORMA ASTM D854 - 14)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLTIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 17/04/2024

## DATOS DE MUESTRA

Sondeo: C-02  
Muestra: M-1  
Ubicación: Lote 02 - Comas - LimaProfundidad: 0.70 - 2.50 m  
Material para: Estudio Geotécnico

## DATOS DEL PICNÓMETRO CALIBRADO

N° DEL PICNÓMETRO	1	UNIDAD
Masa promedio del picnómetro limpio y seco ( $M_p$ )	180.04	g
Volumen promedio del picnómetro calibrado ( $V_p$ )	499.10	cm <sup>3</sup>

## CÁLCULOS DEL ENSAYO N°

	1	UNIDAD
Método de procedimiento del ensayo	B	-
Clasificación SUCS	SP	-
Temperatura de ensayo	21	°C
Densidad del agua a la temperatura de ensayo ( $\rho_w$ )	0.99799	g/cm <sup>3</sup>
Masa del picnómetro+agua a la temperatura de ensayo ( $M_{p+e}$ )	658.68	g
Masa del picnómetro+agua+sólidos de suelo a la temperatura del ensayo ( $M_{p+e+s}$ )	721.74	g
Masa de los sólidos de suelo secados al horno ( $M_s$ )	100.00	g
Gravedad específica de los sólidos de suelo a la temperatura de ensayo ( $G_s$ )	2.707	-
Coefficiente de temperatura (K)	0.99578	-
Gravedad específica de los sólidos de suelo a 20°C ( $G_{s20C}$ )	2.706	-

## OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ELABORADO POR

Firma:

  
GIANMARCO L. SEDANO TELLO  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

## APROBADO POR

Firma:

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:





**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAJU**

Código: P-OPE-001-F-05

Versión: 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (U.U.) (NORMA ASTM ASTM D2856 - 15)

Fecha: 30/12/2023

Página: 1 de 4

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIGUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 22/04/2024

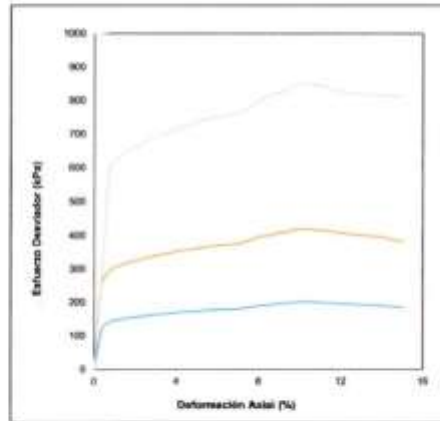
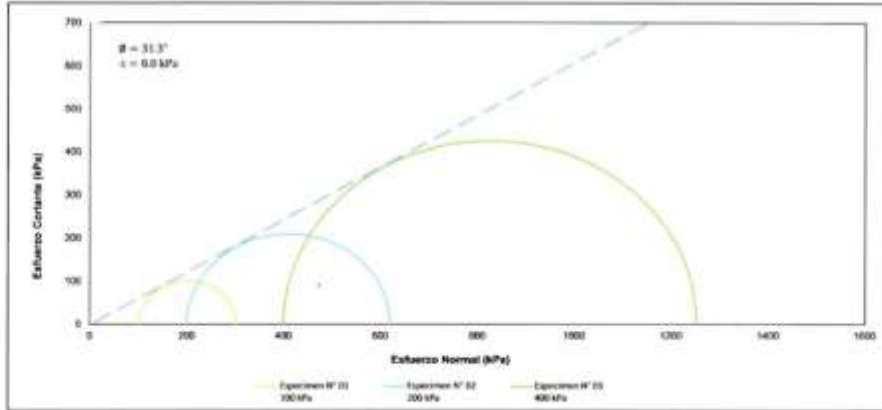
**DATOS DE MUESTRA**

Remolde: C - 02  
 Material: M - 01  
 Ubicación: Lote 02 - Comas - Lima

Profundidad: 0.70 - 2.50 m  
 Material para: Estudio Geotécnico  
 Turno: Día

Especimen N°		B1	B2	B3
Tipo de muestra		Remoldeado		
Antes de la prueba	Diametro	100.00	100.00	100.00
	Alura	200.00	200.00	200.00
	Contenido de humedad	1.50	1.50	1.50
	Densidad húmeda	1.734	1.734	1.734
	Densidad seca	1.708	1.708	1.708
	Grado de saturación	6.95	6.95	6.95
Después de la prueba	Relación de vacíos	0.58	0.58	0.58
	Contenido de humedad	-	-	-
	Densidad húmeda	-	-	-
	Densidad seca	-	-	-
	Grado de saturación	-	-	-
	Relación de vacíos	-	-	-

Datos de la prueba		B1	B2	B3
Esfuerzo deviator	kPa	203.06	420.31	852.96
$\sigma_1$ en falla	kPa	303.06	620.31	1252.96
$\sigma_3$ en falla	kPa	100.00	200.00	400.00
Deformación axial en la falla	%	15.00	15.00	15.00
Tasa de deformación	mm/min	1.50		
Gravedad Específica	-	2.708		
Límite líquido	%	NP		
Límite plástico	%	NP		



ELABORADO POR		APROBADO POR	
Fecha:	<i>[Signature]</i>	Fecha:	<i>[Signature]</i>
	<b>QUANMARC L. SEDANG TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKE PERU S.A.C.		<b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313038 ARKE PERU S.A.C.
Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:	



**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-05

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM D2850 - 15)

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 2 de 4

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 22/04/2024

Especimen N° 01							
100 kPa							
Deformación Axial (%)	Esfuerzo Deviator (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1/\sigma_3$	p (kPa)	q (kPa)	q/p
0.00	0.66	100.66	100.00	1.01	100.33	0.33	0.00
0.37	121.42	221.42	100.00	2.21	160.71	80.71	0.38
0.74	142.11	242.11	100.00	2.42	171.05	71.05	0.42
1.11	148.57	248.57	100.00	2.49	174.29	74.29	0.43
1.48	152.92	252.92	100.00	2.53	176.46	76.46	0.43
1.86	156.10	256.10	100.00	2.56	178.05	78.05	0.44
2.23	158.68	258.68	100.00	2.59	179.34	79.34	0.44
2.61	161.86	261.86	100.00	2.62	180.93	80.93	0.45
2.98	164.56	264.56	100.00	2.65	182.28	82.28	0.45
3.36	166.56	266.56	100.00	2.67	183.28	83.28	0.45
3.73	168.67	268.67	100.00	2.69	184.34	84.34	0.46
4.11	171.26	271.26	100.00	2.71	185.63	85.63	0.46
4.48	172.79	272.79	100.00	2.73	186.39	86.39	0.46
4.86	173.73	273.73	100.00	2.74	186.86	86.86	0.46
5.23	176.67	276.67	100.00	2.77	188.33	88.33	0.47
5.61	177.84	277.84	100.00	2.78	188.92	88.92	0.47
5.99	179.14	279.14	100.00	2.79	189.57	89.57	0.47
6.37	180.51	280.51	100.00	2.80	190.16	90.16	0.47
6.74	181.13	281.13	100.00	2.81	190.57	90.57	0.48
7.12	182.19	282.19	100.00	2.82	191.10	91.10	0.48
7.49	185.79	285.79	100.00	2.86	192.89	92.89	0.48
7.86	189.36	289.36	100.00	2.89	194.68	94.68	0.49
8.23	192.60	292.60	100.00	2.93	196.30	96.30	0.49
8.61	193.77	293.77	100.00	2.94	196.88	96.88	0.49
8.99	197.12	297.12	100.00	2.97	198.56	98.56	0.50
9.36	198.31	298.31	100.00	2.98	199.15	99.15	0.50
9.73	201.11	301.11	100.00	3.01	200.55	100.55	0.50
10.10	203.06	303.06	100.00	3.03	201.53	101.53	0.50
10.48	202.46	302.46	100.00	3.02	201.23	101.23	0.50
10.85	201.80	301.80	100.00	3.02	200.90	100.90	0.50
11.23	200.65	300.65	100.00	3.01	200.32	100.32	0.50
11.61	199.27	299.27	100.00	2.99	199.64	99.64	0.50
11.99	197.30	297.30	100.00	2.97	198.65	98.65	0.50
12.36	196.75	296.75	100.00	2.97	198.37	98.37	0.50
12.73	195.01	295.01	100.00	2.95	197.50	97.50	0.49
13.11	194.13	294.13	100.00	2.94	197.07	97.07	0.49
13.48	193.17	293.17	100.00	2.93	196.58	96.58	0.49
13.86	192.07	292.07	100.00	2.92	196.04	96.04	0.49
14.24	190.40	290.40	100.00	2.90	195.30	95.30	0.49
14.61	187.58	287.58	100.00	2.88	193.79	93.79	0.48
14.99	186.04	286.04	100.00	2.86	193.02	93.02	0.48
15.00	184.82	284.82	100.00	2.95	192.41	92.41	0.48

ELABORADO POR

Firma:

*Gianmarco L. Sedano Tello*  
**GIANMARCO L. SEDANO TELLO**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ARKEL PERU S.A.C.

APROBADO POR

Firma:

*Pedro Antonio Rios Chiara*  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 31936  
 ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:



**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-65

METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM 02850 - 15)

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 3 de 4

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 22/04/2024

Especimen N° 02							
200 kPa							
Deformación Axial (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_1/\sigma_3$	p (kPa)	q (kPa)	q/p
0.00	0.00	200.00	200.00	1.00	200.33	0.33	0.01
0.30	251.33	451.33	200.00	2.26	325.66	125.66	0.39
0.72	294.15	494.15	200.00	2.47	347.08	147.08	0.42
1.09	307.53	507.53	200.00	2.54	353.77	153.77	0.43
1.46	318.03	518.03	200.00	2.58	358.27	158.27	0.44
1.83	323.10	523.10	200.00	2.62	361.55	161.55	0.45
2.21	328.40	528.40	200.00	2.64	364.23	164.23	0.45
2.57	328.03	528.03	200.00	2.68	367.51	167.51	0.46
2.94	340.02	540.02	200.00	2.70	370.31	170.31	0.46
3.32	344.75	544.75	200.00	2.72	372.38	172.38	0.46
3.69	349.14	549.14	200.00	2.75	374.57	174.57	0.47
4.07	354.49	554.49	200.00	2.77	377.24	177.24	0.47
4.44	357.65	557.65	200.00	2.79	378.63	178.63	0.47
4.81	359.60	559.60	200.00	2.80	379.80	179.80	0.47
5.18	365.68	565.68	200.00	2.83	382.84	182.84	0.48
5.55	368.11	568.11	200.00	2.84	384.06	184.06	0.48
5.93	370.79	570.79	200.00	2.85	385.40	185.40	0.48
6.31	373.22	573.22	200.00	2.87	386.61	186.61	0.48
6.68	374.93	574.93	200.00	2.87	387.48	187.48	0.48
7.06	377.12	577.12	200.00	2.89	388.58	188.58	0.49
7.43	384.96	584.96	200.00	2.92	392.28	192.28	0.49
7.80	391.96	591.96	200.00	2.96	395.98	195.98	0.49
8.17	398.04	598.04	200.00	2.99	399.33	199.33	0.50
8.55	401.08	601.08	200.00	3.01	400.54	200.54	0.50
8.92	408.01	608.01	200.00	3.04	404.00	204.00	0.50
9.30	410.40	610.40	200.00	3.05	405.24	205.24	0.51
9.67	416.27	616.27	200.00	3.08	408.14	208.14	0.51
10.04	420.31	620.31	200.00	3.10	410.15	210.15	0.51
10.41	419.07	619.07	200.00	3.10	409.54	209.54	0.51
10.79	417.69	617.69	200.00	3.09	408.05	208.05	0.51
11.17	415.32	615.32	200.00	3.08	407.66	207.66	0.51
11.55	412.47	612.47	200.00	3.06	406.24	206.24	0.51
11.92	408.39	608.39	200.00	3.04	404.19	204.19	0.51
12.30	407.25	607.25	200.00	3.04	403.63	203.63	0.50
12.67	403.64	603.64	200.00	3.02	401.82	201.82	0.50
13.04	401.84	601.84	200.00	3.01	400.92	200.92	0.50
13.42	399.84	599.84	200.00	3.00	399.92	199.92	0.50
13.80	397.57	597.57	200.00	2.98	398.78	198.78	0.50
14.18	394.10	594.10	200.00	2.97	397.00	197.00	0.50
14.55	388.28	588.28	200.00	2.94	394.13	194.13	0.49
14.92	385.08	585.08	200.00	2.93	392.54	192.54	0.49
15.00	382.56	582.56	200.00	2.91	391.28	191.28	0.49

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma: GIANMARCO L. SEDANO TELLO JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.	Firma: PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.
Nombre: -	Nombre: -
Fecha: -	Fecha: -



**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-05

Versión: 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM D2850 - 15)

Fecha: 30/12/2023

Página: 4 de 4




PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIGUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTELO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 22/04/2024

Especimen N° 03							
400 kPa							
Deformación Axial (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_3/\sigma_1$	$p$ (kPa)	$q$ (kPa)	$q/p$
0.00	0.66	400.66	400.00	1.00	400.33	0.33	0.00
0.36	269.78	669.78	400.00	1.67	534.89	134.89	0.25
0.73	536.94	936.94	400.00	2.49	698.47	298.47	0.43
1.09	824.10	1224.10	400.00	2.96	712.05	312.05	0.44
1.45	842.37	1242.37	400.00	2.81	721.19	321.19	0.45
1.83	655.70	1055.70	400.00	2.64	727.85	327.85	0.45
2.20	666.56	1066.56	400.00	2.67	733.28	333.28	0.45
2.58	679.90	1079.90	400.00	2.70	739.95	339.95	0.46
2.96	691.25	1091.25	400.00	2.73	745.63	345.63	0.46
3.33	699.65	1099.65	400.00	2.75	749.62	349.62	0.47
3.69	708.53	1108.53	400.00	2.77	754.27	354.27	0.47
4.06	719.40	1119.40	400.00	2.80	759.70	359.70	0.47
4.43	725.81	1125.81	400.00	2.81	762.91	362.91	0.48
4.80	729.78	1129.78	400.00	2.82	764.88	364.88	0.48
5.18	742.11	1142.11	400.00	2.86	771.05	371.05	0.48
5.57	746.29	1146.29	400.00	2.87	773.14	373.14	0.48
5.94	752.48	1152.48	400.00	2.88	776.24	376.24	0.49
6.30	755.41	1155.41	400.00	2.89	777.71	377.71	0.49
6.67	760.87	1160.87	400.00	2.90	780.44	380.44	0.49
7.04	765.21	1165.21	400.00	2.91	782.66	382.66	0.49
7.42	775.41	1175.41	400.00	2.94	787.71	387.71	0.49
7.80	790.44	1190.44	400.00	2.98	795.22	395.22	0.50
8.18	804.03	1204.03	400.00	3.01	802.01	402.01	0.50
8.55	813.94	1213.94	400.00	3.03	806.97	406.97	0.50
8.91	824.01	1224.01	400.00	3.08	812.00	412.00	0.51
9.28	830.52	1230.52	400.00	3.08	815.01	415.01	0.51
9.65	844.77	1244.77	400.00	3.11	822.39	422.39	0.51
10.04	852.98	1252.98	400.00	3.13	826.48	426.48	0.52
10.42	850.46	1250.46	400.00	3.13	825.23	425.23	0.52
10.79	847.66	1247.66	400.00	3.12	823.83	423.83	0.51
11.16	845.12	1245.12	400.00	3.11	822.56	422.56	0.51
11.53	837.07	1237.07	400.00	3.09	818.53	418.53	0.51
11.91	828.78	1228.78	400.00	3.07	814.39	414.39	0.51
12.28	826.47	1226.47	400.00	3.07	813.23	413.23	0.51
12.66	822.18	1222.18	400.00	3.06	811.09	411.09	0.51
13.04	819.26	1219.26	400.00	3.05	809.64	409.64	0.51
13.42	818.26	1218.26	400.00	3.05	809.13	409.13	0.51
13.78	816.67	1216.67	400.00	3.04	808.34	408.34	0.51
14.16	816.08	1216.08	400.00	3.04	808.04	408.04	0.50
14.53	814.89	1214.89	400.00	3.04	807.49	407.49	0.50
14.91	814.26	1214.26	400.00	3.04	807.13	407.13	0.50
15.00	813.44	1213.44	400.00	3.03	806.72	406.72	0.50

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma: GIANMARCO L. SEDANO TELLO JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.	Firma: PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313836 ARKEL PERU S.A.C.
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Químicos AQ1</b>		Código: P-09E-001-F-43						
	MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS (NORMAS ASTM D512-12 Y ASTM D516 - 16)		Versión: 1						
			Fecha: 30/12/2023						
PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023			Página: 1 de 1						
UBICACIÓN: LOTE 02 - COMAS - LIMA		PROFUND: 0,70 - 2,50 m							
CALICATA: C - 02	MUESTRA: M - 1	FECHA DE ENSAYO: 17/04/2024							
<table border="1" data-bbox="461 884 1136 1099"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>CL<sup>-</sup> (ppm)</th> <th>SO<sup>2-</sup> (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 1</td> <td>2010.00</td> <td>1530.00</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA	CL <sup>-</sup> (ppm)	SO <sup>2-</sup> (ppm)	M - 1	2010.00	1530.00
MUESTRA	CL <sup>-</sup> (ppm)	SO <sup>2-</sup> (ppm)							
M - 1	2010.00	1530.00							
Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante									
<b>ELABORADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>							
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANG TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.		Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.							
Nombre:		Nombre:							
Fecha:		Fecha:							

**ANEXO VI. PANEL FOTOGRÁFICO**

---

VISTA DEL SITE



VISTA DE LA CALICATA 1



  
PEDRO ANTONIO RICOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.T.L.



VISTA DE LA CALICATA 2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A. S



VISTA DEL CUARTEO C-2



VISTA DE LA MUESTRA C-2



  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313236  
ARKEL PERU S.A.C.

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA C-2



ENSAYO DE HUMEDAD C-2

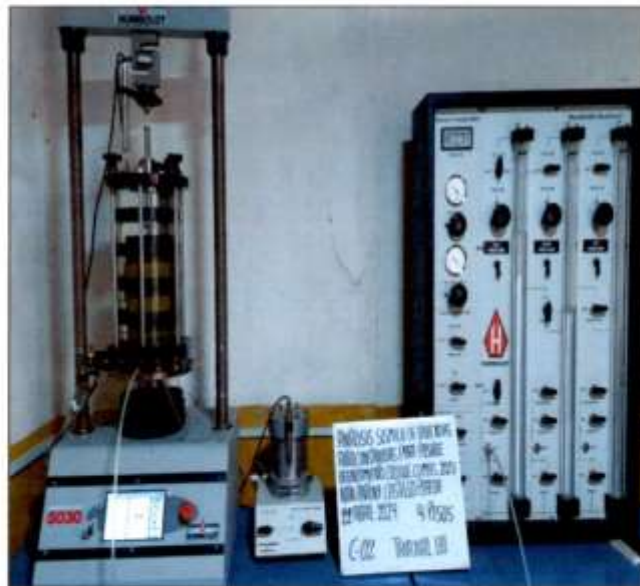


  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.

ENSAYO DE LÍMITES DE PLASTICIDAD C-2



ENSAYO DE TRIAXIAL UU C-2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312138  
ARKEL PERU S.A.



**ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS N° 00013-2024/ARKEL**

**SR. IVAN CASTILLO**

Por medio de la presente efectuó la entrega de los documentos, de acuerdo al siguiente detalle:

N°	Proyecto	Cotización N°	Cantidad
1	ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023	671-04-2024 Rev.1	1 juego (1 sobre)
2	ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023	672-04-2024 Rev.1	1 juego (1 sobre)

FIRMA:  
NOMBRES Y APELLIDOS:  
DNI:  
FECHA:

Comas, 03 de mayo del 2024



## **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**PROYECTO:** ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA  
POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

**UBICACIÓN:** 3RA ZONA DE COLLIQUE

DISTRITO DE COMAS

PROVINCIA DE LIMA

DEPARTAMENTO DE LIMA

**SOLICITANTE:** IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

## INDICE

1.	GENERALIDADES .....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	1
1.3.	UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	1
1.4.	ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.5.	CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.....	5
2.	GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO....	7
2.1.	GEOLOGÍA REGIONAL.....	7
2.2.	GEOMORFOLOGÍA.....	9
2.3.	SISMICIDAD.....	11
2.3.1.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS	12
2.3.1.1.	Perfiles de Suelo	12
2.3.1.2.	Parámetros de Sitio (S, TP y TL)	15
2.3.1.3.	Factor de Amplificación Sísmica (C)	15
2.3.1.4.	Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)	17
3.	EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO .....	19
3.1.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	19
3.1.1.	Ensayos Estándar	19
3.1.2.	Ensayos Especiales	20
3.1.3.	Ensayos Químicos de Suelos	20
3.1.3.1.	Exposición a Sulfatos	21
3.1.3.2.	Protección del refuerzo contra la corrosión	22
3.1.3.3.	Requisitos para condiciones especiales de exposición	23

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARTEL PERU S.A.C.

4.	PERFIL DE SUELO .....	24
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	24
4.2.	PERFIL DE SUELO .....	24
5.	ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.....	26
5.1.	TEORÍA DE CAPACIDAD DE CARGA .....	26
5.2.	CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.....	29
5.3.	PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN .....	32
5.4.	TIPO DE CIMENTACIÓN.....	32
5.5.	CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA POR ASENTAMIENTO INMEDIATO .....	33
5.6.	MATERIAL DE RELLENO CONTROLADO O DE INGENIERÍA.....	35
5.7.	UTILIZACIÓN DEL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO.....	36
5.8.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DEL SUELO .....	36
5.9.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO .....	37
5.10.	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DEL SUELO .....	38
5.11.	COEFICIENTE DE BALASTO .....	38
5.11.1.	Ensayo de placa de carga (Norma ASTM D1194)	38
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 Mapa general de las provincias de Lima .....	4
Figura N° 02 Temperaturas promedios de Lima (°C).....	6
Figura N° 03 Geología y Leyenda de la zona según cuadrángulos 24-I, Chancay y 25-I, Lima (INGEMMET).....	7
Figura N° 04 Mapa geológico del cuadrángulo de Chancay.....	8
Figura N° 05 Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligro del suelo.....	10
Figura N° 06 Zonas sísmicas del Perú (norma e.030 diseño sismorresistente).....	11
Figura N° 07 Esquema original de rotura de Prandtl (1920).....	26
Figura N° 08 Superficies de rotura por hundimiento bajo una carga en faja según Prandtl.....	26
Figura N° 09 Esquema del modelo de rotura de Terzaghi (Fuente: Das, 2016).....	28
Figura N° 10 Método elástico para el cálculo de asentamiento inmediato cimentación cuadrada ...	33
Figura N° 11 Criterios del potencial de colapso.....	37
Figura N° 12 Potencial expansivo de los suelos.....	37
Figura N° 13 Valores de $k_{30}$ propuestos por Terzaghi.....	39

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01 Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos.....	19
Cuadro N° 02 Resumen de los ensayos especiales de Triaxial UU.....	20
Cuadro N° 03 Resultados de los ensayos químicos.....	20
Cuadro N° 04 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos.....	21
Cuadro N° 05 Contenido máximo de iones de cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.....	22
Cuadro N° 06 Condiciones especiales para el concreto.....	23
Cuadro N° 07 Correlación existente para suelos cohesivos entre $N_{60}$ y $q_u$ .....	30
Cuadro N° 08 Propiedades físicas y parámetros resistentes de los suelos de fundación.....	31
Cuadro N° 09 Resumen de capacidad portante de la cimentación cuadrada.....	31
Cuadro N° 10 Resumen de capacidad portante de la cimentación corrida.....	31
Cuadro N° 11 Nivel de desplante de la cimentación cuadrada.....	32
Cuadro N° 12 Nivel de desplante de la cimentación corrida.....	32
Cuadro N° 13 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos cuadrados.....	33
Cuadro N° 14 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos corridos.....	33
Cuadro N° 15 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación cuadrada.....	34
Cuadro N° 16 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación corrida.....	34

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



**ANEXOS**

Anexo I. Resumen de las Condiciones de Cimentación

Anexo II. Perfil Estratigráfico

Anexo III. Memoria de Cálculo

Anexo IV. Ensayos de Campo

Anexo V. Ensayos de Laboratorio

Anexo VI. Panel Fotográfico

  
-----  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.C.



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Como parte de los estudios básicos para la elaboración del proyecto, se ha realizado la evaluación de mecánica de suelos con fines de cimentación.

Para tal fin se ha llevado a cabo un programa de investigaciones que consistió en:

- ✓ Inspección técnica de las áreas de interés
- ✓ Ejecución de calicatas en el área del terreno
- ✓ Toma de muestras alteradas
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio
- ✓ Análisis de trabajos de campo y laboratorio
- ✓ Perfil estratigráfico
- ✓ Análisis de la cimentación
- ✓ Conclusiones y recomendaciones

### 1.2. OBJETIVOS

El presente estudio tiene por finalidad realizar una evaluación de las condiciones de los componentes de los suelos de cimentación.

Esta evaluación está orientada a definir las características físicas y mecánicas del subsuelo, para establecer los parámetros que gobiernan su resistencia y compresibilidad, ante solicitaciones de carga.

### 1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El proyecto se encuentra ubicado en la 3RA ZONA DE COLLIQUE, en el Distrito de COMAS, en la Provincia de LIMA, en el Departamento de LIMA.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 315936  
ARKEL PERU S.A.C.



#### 1.4. ACCESIBILIDAD AL ÁREA DE ESTUDIO

Departamento Lima peruano ubicado en la parte central y en la costa del país. Fue fundado el 4 de agosto de 1821. Tiene como capital a la ciudad de Lima, una de las más importantes de Sudamérica y declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad. Tiene una extensión de 34 801, 59 km<sup>2</sup> y limitando al norte con Áncash, al este con Huánuco, Pasco y Junín, al sur con Ica y Huancavelica, y al oeste con la provincia Constitucional del Callao y el océano Pacífico. Es el departamento más poblado del país.

El departamento de Lima está conformado por 10 provincias, a su vez divididas en un total de 177 distritos:

Provincia de Barranca, Capital la ciudad de Barranca

Provincia de Cajatambo, Capital la ciudad de Cajatambo

Provincia de Canta, Capital la ciudad de Canta

Provincia de Cañete, Capital la ciudad de San Vicente

Provincia de Huaral, Capital la ciudad de Huaral

Provincia de Huarochirí, Capital la ciudad de Matucana

Provincia de Huaura, Capital la ciudad de Huacho

Provincia de Lima, Capital la ciudad de Lima la capital del departamento de Lima y de la provincia de Lima es la Ciudad de Lima

Provincia de Oyón, Capital la ciudad de Oyón

Provincia de Yauyos, Capital la ciudad de Yauyos

##### Vías Terrestres

La capital se comunica con todas las ciudades de la costa a través de la moderna carretera Panamericana, que corre paralela al mar. Su sección Norte parte de Lima y llega a Tumbes (límite con Ecuador), a 1,370 km de Lima, y la sección Sur recorre 1,291 km hasta Tacna (frontera con Chile).

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 315936  
ARKEL PERU S.R.L.

2



La conexión con las ciudades de la sierra es a través de la Carretera Central y de la ruta Paramonga-Huaraz (asfaltadas) y de las vías de penetración afirmadas Cañete-Yauyos-Huancayo, Huacho-Oyón-Huánuco y Lima-Canta.

Por su ubicación en el centro del litoral peruano, Lima es el punto de confluencia de las principales carreteras del país. La capital se comunica con todas las ciudades de la costa a través de la Carretera Panamericana, que corre paralela al mar; su sección norte llega a Tumbes (límite con Ecuador), a 1.370 km. de distancia y la sección sur recorre 1.291 km. hasta Tacna (frontera con Chile). La conexión con las ciudades de la sierra se da a través de la Carretera Central y de algunas vías de penetración afirmadas hacia Yauyos, Huancayo, Huacho, Oyón, Huánuco, Canta, La Oroya, Pucallpa, entre otros. Las vías troncales que nacen de Lima y que comunican a todo el Perú son tres:

Carretera Panamericana Norte, comunica los distritos del norte de la ciudad (distritos de San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos, Comas, Puente Piedra y Ancón) con los departamentos norteños (norte de Lima, Ancash, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes). Del recorrido de esta carretera nacen varias vías de penetración a los demás departamentos del norte del país.

Carretera Central, comunica los distritos del este de la ciudad (distritos de Ate, Santa Anita, Chaclacayo y Lurigancho) con los departamentos del centro del país (departamentos de Junín, Pasco, Huánuco, Ucayali). La carretera central tiene varias ramas de penetración en cada uno de estos departamentos.

Carretera Panamericana Sur, comunica los distritos del sur de la ciudad (distritos de Surco, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador, Lurín, Punta Hermosa y Pucusana, entre otros) con los departamentos sureños (sur de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna). Del recorrido de esta carretera nacen varias vías de penetración a los demás departamentos del sur del país.

La ciudad cuenta además con un Terrapuerto llamado Gran Terminal Terrestre de Plaza Norte inaugurado en 2010, que permite abordar buses con rutas nacionales e internacionales.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERÚ S.A.S.

3



También existen terminales particulares de algunas empresas de transporte y se cuenta con otras estaciones informales como Fiori en el distrito de San Martín de Porres para las rutas hacia el norte, Yerbateros en el distrito de Ate para las rutas del centro y Atocongo en el distrito de San Juan de Miraflores para las rutas del sur.

#### Vía aérea

Lima es la puerta de entrada al Perú. Y tiene en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez la conexión aérea con todas las principales ciudades del mundo. Los vuelos a las principales ciudades del mundo son regulares. Y el país cuenta con varias empresas aéreas que la conectan con las ciudades del interior del país.

Algunas distancias:

Lima a Arequipa: 1,009 km

Lima a Trujillo: 557 km

Lima a Cusco: 1,154 km

Lima a Tacna: 1,293 km

#### Vía Marítima

El puerto del Callao es el más importante del país y uno de los de mayor movimiento del Pacífico sur. Hasta él arriban grandes embarcaciones como cruceros del exterior.



Figura N° 01 Mapa general de las provincias de Lima



## 1.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA

### Altitud de La zona

Lima se encuentra en pleno desierto costero, en la falda de la vertiente occidental de los Andes Centrales. Eso significa que su altitud es desigual, de tal modo que Altitud de Lima Mínima: 3 msnm (Ancón), Máxima: 861 msnm (Chosica).

### Condición Climática

El clima de Lima es de tipo subtropical. Un tipo de clima con unas particularidades propias dada su situación geográfica; la influencia de una corriente de aguas frías proveniente de la Antártida (corriente Humboldt o también conocida como corriente del Perú), la proximidad con la cordillera andina y su ubicación tropical principalmente. Estos factores dotan al clima de Lima de un carácter muy húmedo (siempre por encima del 80%), fresco y desértico a la vez. Quizá también te interese saber cómo es el clima de Perú.

Las temperaturas en Lima son tibias, sin el excesivo calor de las zonas tropicales. La temperatura media anual es de 19°C. Las máximas suelen producirse durante el mes de enero y rara vez superan los 30°C. Las mínimas se dan durante los meses invernales (Junio – Septiembre) y suelen rondar los 12°C. Como dato histórico, 8°C es la temperatura más baja registrada en Lima. Clima de lima

Otra de las características fundamentales del clima de Lima es la casi nula presencia de precipitaciones. Y es que la pluviosidad que se registra en la ciudad apenas llega a los 9 mm anuales. Esta cifra es la más baja en un área metropolitana del mundo. Ver cómo cae una fuerte tormenta es un acontecimiento que sorprende mucho a los habitantes de Lima. La última tormenta fuerte data de 2009. Por eso se considera un tipo de clima desértico.

Lima destaca por sus cielos nublados la mayor parte del año. Y es que, la ciudad apenas cuenta con 1230 horas de sol al año. Concentradas la mayoría durante los meses de verano. Cifra muy por debajo de la que le correspondería dada la latitud a la que se encuentra la capital peruana. Vamos a ver con más detalle cómo se comporta el clima de Lima durante los meses de verano y de invierno.



#### Clima de Lima: Verano

El clima de Lima durante los meses de verano (Noviembre – Marzo) es húmedo, caluroso y soleado. Con unas temperaturas máximas que oscilan entre 28°C y 30°C. Aunque las elevadas humedades aumentan notablemente la sensación de calor. Solamente cuando tiene lugar el fenómeno de «El Niño» las temperaturas pueden superar los 30°C. La temperatura máxima registrada en Lima es de 33°C. Febrero es el mes más cálido. Durante las noches de verano el termómetro no baja de los 21°C – 22°C.

#### Clima de Lima: Invierno

Durante el invierno (Abril – Octubre) el clima de Lima se vuelve algo más frío en cuanto a temperaturas. Acentuadas por la altísima humedad (en ocasiones del 100 %) que rebajan la sensación térmica unos grados. Durante las mañanas el termómetro suele marcar 13°C – 14°C. Conforme avanza el día las temperaturas pueden subir hasta los 16°C – 20°C.

Los cielos nublados la mayor parte del día son la tónica durante esta temporada. Fruto de la alta humedad se forma una neblina persistente, sobre todo en la zona costera y que suelen mantenerse hasta diciembre. Siguen siendo meses de ausencia de precipitaciones, salvo septiembre que es posible ver caer alguna lluvia de poca intensidad.

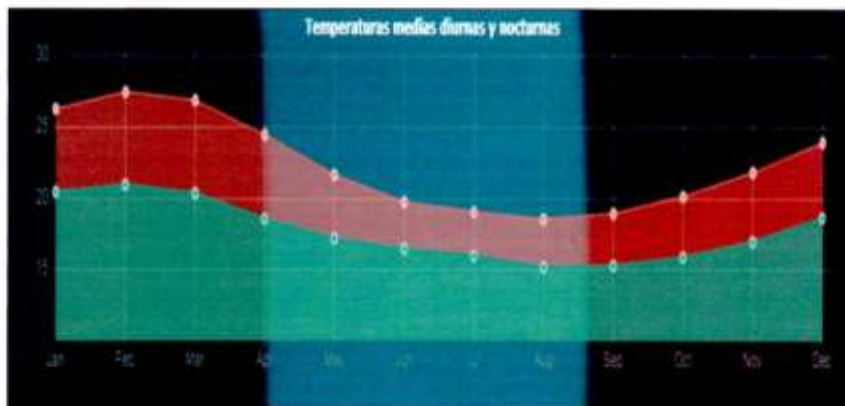


Figura Nº 02 Temperaturas promedios de Lima (°C)



## 2. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

### 2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Las ciudades de Lima y Callao se encuentran en su mayor parte ubicadas sobre el abanico aluvial del río Rímac y las planicies costeras adyacentes. Este abanico es una geoforma de acumulación que se extiende desde su ápice en Vitarte, recubriendo las rocas cretácicas entre Surco y el Morro Solar, por el sureste, y las rocas entre el Rímac y el Callao por el noroeste. En esta zona, 3 kilómetros al norte del Aeropuerto Jorge Chávez, se junta con el abanico aluvial del Río Chillón, procedente del norte. Su superficie tiene forma de segmento cónico con suave declive (1/80) desde su ápice hacia los acantilados, que abarca un área de 300 km<sup>2</sup>. Esta superficie, ahora cubierta por la urbanización de la ciudad, estaba surcada por pequeños valles de los ríos Magdalena, Huatica y Surco (Mixmade, 2008).

CRONOSTRATIGRAFIA		LEYENDA		LITOSTRATIGRAFIA		
ERA/TEMP.	SISTEMA	ÉPOCA	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CUATERNARIO	PLUICENO	RECIENTE	Dep. aluvial	Qa-a	ROCAS INTRUSIVAS	
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-b		SUPERIORES S101 S102 S103 S104 S105 S106 S107 S108 S109 S110 S111 S112 S113 S114 S115 S116 S117 S118 S119 S120 S121 S122 S123 S124 S125 S126 S127 S128 S129 S130 S131 S132 S133 S134 S135 S136 S137 S138 S139 S140 S141 S142 S143 S144 S145 S146 S147 S148 S149 S150 S151 S152 S153 S154 S155 S156 S157 S158 S159 S160 S161 S162 S163 S164 S165 S166 S167 S168 S169 S170 S171 S172 S173 S174 S175 S176 S177 S178 S179 S180 S181 S182 S183 S184 S185 S186 S187 S188 S189 S190 S191 S192 S193 S194 S195 S196 S197 S198 S199 S200 S201 S202 S203 S204 S205 S206 S207 S208 S209 S210 S211 S212 S213 S214 S215 S216 S217 S218 S219 S220 S221 S222 S223 S224 S225 S226 S227 S228 S229 S230 S231 S232 S233 S234 S235 S236 S237 S238 S239 S240 S241 S242 S243 S244 S245 S246 S247 S248 S249 S250 S251 S252 S253 S254 S255 S256 S257 S258 S259 S260 S261 S262 S263 S264 S265 S266 S267 S268 S269 S270 S271 S272 S273 S274 S275 S276 S277 S278 S279 S280 S281 S282 S283 S284 S285 S286 S287 S288 S289 S290 S291 S292 S293 S294 S295 S296 S297 S298 S299 S300 S301 S302 S303 S304 S305 S306 S307 S308 S309 S310 S311 S312 S313 S314 S315 S316 S317 S318 S319 S320 S321 S322 S323 S324 S325 S326 S327 S328 S329 S330 S331 S332 S333 S334 S335 S336 S337 S338 S339 S340 S341 S342 S343 S344 S345 S346 S347 S348 S349 S350 S351 S352 S353 S354 S355 S356 S357 S358 S359 S360 S361 S362 S363 S364 S365 S366 S367 S368 S369 S370 S371 S372 S373 S374 S375 S376 S377 S378 S379 S380 S381 S382 S383 S384 S385 S386 S387 S388 S389 S390 S391 S392 S393 S394 S395 S396 S397 S398 S399 S400 S401 S402 S403 S404 S405 S406 S407 S408 S409 S410 S411 S412 S413 S414 S415 S416 S417 S418 S419 S420 S421 S422 S423 S424 S425 S426 S427 S428 S429 S430 S431 S432 S433 S434 S435 S436 S437 S438 S439 S440 S441 S442 S443 S444 S445 S446 S447 S448 S449 S450 S451 S452 S453 S454 S455 S456 S457 S458 S459 S460 S461 S462 S463 S464 S465 S466 S467 S468 S469 S470 S471 S472 S473 S474 S475 S476 S477 S478 S479 S480 S481 S482 S483 S484 S485 S486 S487 S488 S489 S490 S491 S492 S493 S494 S495 S496 S497 S498 S499 S500 S501 S502 S503 S504 S505 S506 S507 S508 S509 S510 S511 S512 S513 S514 S515 S516 S517 S518 S519 S520 S521 S522 S523 S524 S525 S526 S527 S528 S529 S530 S531 S532 S533 S534 S535 S536 S537 S538 S539 S540 S541 S542 S543 S544 S545 S546 S547 S548 S549 S550 S551 S552 S553 S554 S555 S556 S557 S558 S559 S560 S561 S562 S563 S564 S565 S566 S567 S568 S569 S570 S571 S572 S573 S574 S575 S576 S577 S578 S579 S580 S581 S582 S583 S584 S585 S586 S587 S588 S589 S590 S591 S592 S593 S594 S595 S596 S597 S598 S599 S600 S601 S602 S603 S604 S605 S606 S607 S608 S609 S610 S611 S612 S613 S614 S615 S616 S617 S618 S619 S620 S621 S622 S623 S624 S625 S626 S627 S628 S629 S630 S631 S632 S633 S634 S635 S636 S637 S638 S639 S640 S641 S642 S643 S644 S645 S646 S647 S648 S649 S650 S651 S652 S653 S654 S655 S656 S657 S658 S659 S660 S661 S662 S663 S664 S665 S666 S667 S668 S669 S670 S671 S672 S673 S674 S675 S676 S677 S678 S679 S680 S681 S682 S683 S684 S685 S686 S687 S688 S689 S690 S691 S692 S693 S694 S695 S696 S697 S698 S699 S700 S701 S702 S703 S704 S705 S706 S707 S708 S709 S710 S711 S712 S713 S714 S715 S716 S717 S718 S719 S720 S721 S722 S723 S724 S725 S726 S727 S728 S729 S730 S731 S732 S733 S734 S735 S736 S737 S738 S739 S740 S741 S742 S743 S744 S745 S746 S747 S748 S749 S750 S751 S752 S753 S754 S755 S756 S757 S758 S759 S760 S761 S762 S763 S764 S765 S766 S767 S768 S769 S770 S771 S772 S773 S774 S775 S776 S777 S778 S779 S780 S781 S782 S783 S784 S785 S786 S787 S788 S789 S790 S791 S792 S793 S794 S795 S796 S797 S798 S799 S800 S801 S802 S803 S804 S805 S806 S807 S808 S809 S810 S811 S812 S813 S814 S815 S816 S817 S818 S819 S820 S821 S822 S823 S824 S825 S826 S827 S828 S829 S830 S831 S832 S833 S834 S835 S836 S837 S838 S839 S840 S841 S842 S843 S844 S845 S846 S847 S848 S849 S850 S851 S852 S853 S854 S855 S856 S857 S858 S859 S860 S861 S862 S863 S864 S865 S866 S867 S868 S869 S870 S871 S872 S873 S874 S875 S876 S877 S878 S879 S880 S881 S882 S883 S884 S885 S886 S887 S888 S889 S890 S891 S892 S893 S894 S895 S896 S897 S898 S899 S900 S901 S902 S903 S904 S905 S906 S907 S908 S909 S910 S911 S912 S913 S914 S915 S916 S917 S918 S919 S920 S921 S922 S923 S924 S925 S926 S927 S928 S929 S930 S931 S932 S933 S934 S935 S936 S937 S938 S939 S940 S941 S942 S943 S944 S945 S946 S947 S948 S949 S950 S951 S952 S953 S954 S955 S956 S957 S958 S959 S960 S961 S962 S963 S964 S965 S966 S967 S968 S969 S970 S971 S972 S973 S974 S975 S976 S977 S978 S979 S980 S981 S982 S983 S984 S985 S986 S987 S988 S989 S990 S991 S992 S993 S994 S995 S996 S997 S998 S999 S1000
			MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial		
		Dep. aluvial		Qa-c		
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-d		
			Dep. aluvial	Qa-e		
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-f		
			Dep. aluvial	Qa-g		
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-h		
			Dep. aluvial	Qa-i		
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-j		
			Dep. aluvial	Qa-k		
		MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-l		
Dep. aluvial	Qa-m					
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-n				
	Dep. aluvial	Qa-o				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-p				
	Dep. aluvial	Qa-q				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-r				
	Dep. aluvial	Qa-s				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-t				
	Dep. aluvial	Qa-u				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-v				
	Dep. aluvial	Qa-w				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-x				
	Dep. aluvial	Qa-y				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-z				
	Dep. aluvial	Qa-aa				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ab				
	Dep. aluvial	Qa-ac				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ad				
	Dep. aluvial	Qa-ae				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-af				
	Dep. aluvial	Qa-ag				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ah				
	Dep. aluvial	Qa-ai				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-aj				
	Dep. aluvial	Qa-ak				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-al				
	Dep. aluvial	Qa-am				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-an				
	Dep. aluvial	Qa-ao				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ap				
	Dep. aluvial	Qa-aq				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ar				
	Dep. aluvial	Qa-as				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-at				
	Dep. aluvial	Qa-au				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-av				
	Dep. aluvial	Qa-aw				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ax				
	Dep. aluvial	Qa-ay				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-az				
	Dep. aluvial	Qa-ba				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bb				
	Dep. aluvial	Qa-bc				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bd				
	Dep. aluvial	Qa-be				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bf				
	Dep. aluvial	Qa-bg				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bh				
	Dep. aluvial	Qa-bi				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bj				
	Dep. aluvial	Qa-bk				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bl				
	Dep. aluvial	Qa-bm				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bn				
	Dep. aluvial	Qa-bo				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bp				
	Dep. aluvial	Qa-bq				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-br				
	Dep. aluvial	Qa-bs				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bt				
	Dep. aluvial	Qa-bu				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bv				
	Dep. aluvial	Qa-bw				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bx				
	Dep. aluvial	Qa-by				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-bz				
	Dep. aluvial	Qa-ca				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cb				
	Dep. aluvial	Qa-cc				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cd				
	Dep. aluvial	Qa-ce				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cf				
	Dep. aluvial	Qa-cg				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ch				
	Dep. aluvial	Qa-ci				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cj				
	Dep. aluvial	Qa-cl				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cm				
	Dep. aluvial	Qa-cn				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-co				
	Dep. aluvial	Qa-cp				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cq				
	Dep. aluvial	Qa-cr				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cs				
	Dep. aluvial	Qa-ct				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cu				
	Dep. aluvial	Qa-cv				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cw				
	Dep. aluvial	Qa-cx				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-cy				
	Dep. aluvial	Qa-cz				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-da				
	Dep. aluvial	Qa-db				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dc				
	Dep. aluvial	Qa-dd				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-de				
	Dep. aluvial	Qa-df				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dg				
	Dep. aluvial	Qa-dh				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-di				
	Dep. aluvial	Qa-dj				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dk				
	Dep. aluvial	Qa-dl				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dm				
	Dep. aluvial	Qa-dn				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-do				
	Dep. aluvial	Qa-dp				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dq				
	Dep. aluvial	Qa-dr				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ds				
	Dep. aluvial	Qa-dt				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-du				
	Dep. aluvial	Qa-dv				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dw				
	Dep. aluvial	Qa-dx				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-dy				
	Dep. aluvial	Qa-dz				
MEDIO SUPERIOR	Dep. aluvial	Qa-ea				
	Dep. aluvial	Qa-eb				
MEDIO SUPERIOR						







## 2.2. GEOMORFOLOGÍA

Lima es la ciudad capital del Perú, así como su ciudad más grande y poblada. Situada en la costa central del Perú, a orillas del Océano Pacífico, donde forma un área urbana continúa conocida como Lima Metropolitana, la cual se extiende sobre los valles de los ríos Chillón, Rímac y Lurín.

En las zonas de Lima, Chancay y Chosica la geomorfología es de resultado tectónico y plutónico sobreimpuestos por los procesos de geodinámica.

El borde litoral es un área de tierra firme, expuesta a la acción de las olas marinas (menos Chosica), producto de esta acción se presentan diferentes bahías, ensenadas, acantilados, puntas, etc.

Se encuentran frente al litoral las islas, que son pequeñas y no habitadas por el hombre en forma masiva, estas son: San Lorenzo, Frontón, Pachacámac, Perrón de Pachacámac, destacando el cerro La Niña (isla San Lorenzo) como la más elevada de la zona, con 396m.s.n.m. Cabe resaltar que las islas San Lorenzo y Frontón constituyen una cadena que es la continuación geológica del Morro Solar, distante 6km al sudeste.

Las planicies costaneras y conos deyección constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arenas provenientes del transporte y sedimentación de los ríos. Ejm. El cono aluvial del río Rímac.

  
-----  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S. A.

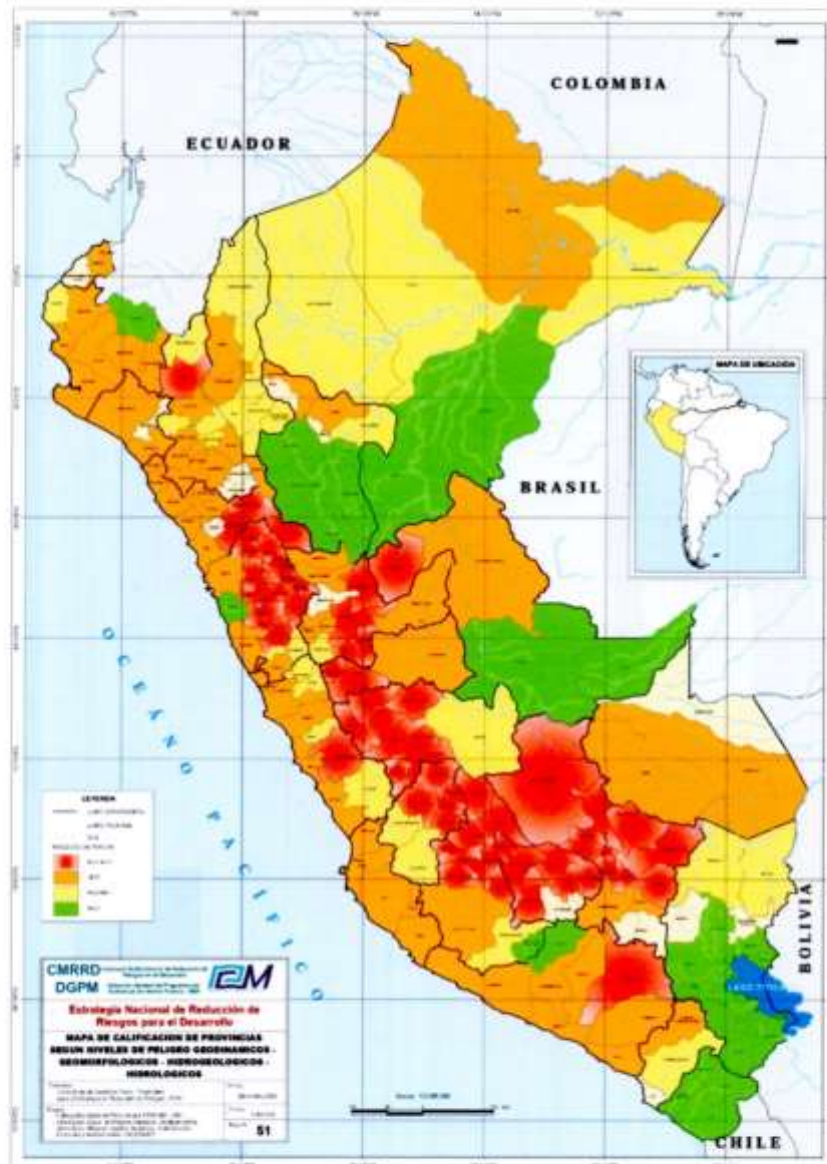


Figura N° 05 Mapa de clasificación de provincias según niveles de peligro del suelo

### 2.3. SISMICIDAD

De acuerdo con la Norma Técnica E-030 Diseño Sismo Resistente y E-050 Suelos y Cimentación del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.



Figura N° 06 Zonas sísmicas del Perú (norma e.030 diseño sismorresistente)



El proyecto se encuentra ubicado en la 3RA ZONA DE COLLIQUE, en el Distrito de COMAS, en la Provincia de LIMA, en el Departamento de LIMA, le corresponde la Zona 4 en la Zonificación Sísmica del Perú.

### 2.3.1. CONDICIONES GEOTÉCNICAS

#### 2.3.1.1. Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $V_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $N_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación. Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $N_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $N_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de ( $S_u$ ) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

#### Perfil Tipo $S_0$ : Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) mayor que 1500 m/s.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312034  
ARKEL PERU S.A.S.



Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de ( $V_s$ ).

#### Perfil I Tipo $S_1$ : Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada ( $q_u$ ) mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $N_{60}$  mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

#### Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $N_{60}$ , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada ( $S_u$ ), entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.S.



#### Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte ( $V_s$ ), menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $N_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ), entre 25 kPa (0.25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo  $S_4$  y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $w$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) menor que 25 kPa.

#### Perfil Tipo $S_4$ : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo  $S_4$  cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

Resume los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Para el presente proyecto se considerará un Suelo de Perfil  $S_2$

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIRRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312026  
 ARKEL PERU S.A.

### 2.3.1.2. Parámetros de Sitio ( $S$ , $T_p$ y $T_L$ )

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $T_p$  y  $T_L$  dados en las Tablas:

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Para el presente proyecto considerando su ubicación en la Zona 4 ( $Z_4$ ) y para un Perfil  $S_2$ , se considerará un Factor de Suelo "S" de 1.05.

$T_p$ =Período que define la plataforma del factor C.

$T_L$ =Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

PERÍODOS " $T_p$ " Y " $T_L$ "				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Para el presente proyecto considerando su ubicación en la Zona 4 ( $Z_4$ ) y para un Perfil  $S_2$ , se considerarán Periodos  $T_p$  (s) y  $T_L$  (s) de 0.6 y 2.0 respectivamente.

### 2.3.1.3. Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 317136  
 ARKEL PERU





$T$  = Período Fundamental de Vibración.

$h_n$  = Altura total de la edificación en metros.

$CT$  = Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{CT}$$

Donde:

$CT = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$CT = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$CT = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Para nuestro caso se considera un  $h_n=5.20$  y un Valor de  $CT=35$ , por lo que se obtiene un Valor de  $T=0.15$ .

Entonces:

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

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

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$$

$0.15 < 0.6$  por lo tanto, se tiene un Valor de  $C = 2.5$

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



#### 2.3.1.4. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas. El factor de uso o importancia (U), definido en el presente cuadro se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar  $U = 1.5$ .

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR "U"
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.  - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.  - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.  Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.	1.5



	Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.  Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	
<b>B</b> Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
<b>C</b> Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
<b>D</b> Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver Nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1, tendrán aislamiento sísmico en la base, cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Para el presente proyecto clasificándolo como un Tipo de Edificación de Categoría C, se considerará un Factor "U" de 1.0.

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.S.



### 3. EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones, fueron sometidas a ensayo de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM).

##### 3.1.1. Ensayos Estándar

Se han realizado los siguientes ensayos estándar:

- Análisis granulométrico por tamizado                      ASTM D-6913
- Límites de Atterberg    ASTM D-4318
- Contenido de humedad    ASTM D-2216
- Clasificación SUCS    ASTM D-2487

En el Cuadro N° 01 se presenta un resumen de los resultados de los ensayos estándar realizados.

Cuadro N° 01 Resumen de los ensayos estándar de clasificación de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROFUND. (m)	GRANULOMETRÍA (%)			LÍMITES (%)		C. H. (%)	CLASIFICACIÓN SUCS
			Grava	Arena	Finos	LL	LP		
C-1	M-1	0.80 – 2.20	53.22	42.00	4.78	NP	NP	2.0	GP
C-2	M-1	0.90 – 1.80	53.46	42.59	3.95	NP	NP	1.7	GP

Dónde:

LL.: Límite líquido

LP.: Límite plástico

C.H.: Contenido de humedad

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.C.



### 3.1.2. Ensayos Especiales

Los ensayos especiales se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materiales (ASTM). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Triaxial UU ASTM D-2850

Cuadro N° 02 Resumen de los ensayos especiales de Triaxial UU

CALICATA	MUESTRA	PROFUND. (m)	CLASIFICACIÓN SUCS	TRIAxIAL UU		OBSERVACIÓN
				c (kg/cm <sup>2</sup> )	σ (°)	
C-2	M-1	0.90 - 1.80	GP	0.00	34.6	Muestra Remoldeada

### 3.1.3. Ensayos Químicos de Suelos

Con el objeto de estimar el grado de agresividad del suelo a la cimentación de estructuras proyectadas, se han ejecutado ensayos químicos de suelo, donde se han determinado los sulfatos y cloruros contenidos en las muestras de suelo.

Cuadro N° 03 Resultados de los ensayos químicos

CALICATA / MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CL (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)
C-2/M-1	0.90 - 1.80	2125.0	1670.0

Dónde:

SO<sub>4</sub> = Sulfatos

CL = Ion de Cloruros

ppm = Partes por millón

  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313536  
 ARKEL PERU S.A.S.



### 3.1.3.1. Exposición a Sulfatos

El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contengan sulfatos debe cumplir con los requisitos del Cuadro N° 04. El concreto debe estar hecho con un cemento que proporcione resistencia a los sulfatos y que tenga una relación agua – material cementante máxima y un  $f_c$  mínimo según en el Cuadro N° 04. Además, de la selección apropiada del cemento, son esenciales otros requisitos para lograr concretos durables expuestos a concentraciones de sulfatos, tales como: baja relación agua – material cementante, resistencia, adecuado del refuerzo y suficiente curado húmedo para desarrollar las propiedades potenciales del concreto.

Cuadro N° 04 Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua ( $SO_4$ ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato ( $SO_4$ ) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	$f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

\* Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada

\*\* Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312036  
 ARKEL PERU S.A.



### 3.1.3.2. Protección del refuerzo contra la corrosión

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites del Cuadro N° 05. Asimismo, cuando se lleven al cabo ensayos para determinar el contenido de iones cloruro solubles en agua, los procedimientos de ensayo deben cumplir los requisitos establecidos en la NTP 334.148.

Cuadro N° 05 Contenido máximo de iones de cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Cuando el concreto con refuerzo vaya a estar expuesto a cloruros de químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras de las mismas, deben cumplirse los requisitos del Cuadro N° 06 para la máxima relación agua – material cementante y valor mínimo de  $f_c$ .

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.



### 3.1.3.3. Requisitos para condiciones especiales de exposición

Los concretos expuestos a las condiciones especiales de exposición señaladas en el Cuadro N° 06 deben cumplir con las relaciones máximas agua – material cementante y con la resistencia mínima  $f_c$  señaladas en esta.

Cuadro N° 06 Condiciones especiales para el concreto

Condición de la exposición	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal *	$f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros*
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,40	35

\* Cuando se utilicen los Cuadros N° 05 y 06 simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua – material cementante aplicable y el mayor  $f_c$  mínimo.

Del Cuadro N° 03 (Resultados de ensayos químicos) observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo éste de 0.2125% menor que 0.30% (valor permisible de contenido de iones de cloruro) tal como hacen mención en la Norma E.060 Concreto Armado, por lo que NO ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. Asimismo, observamos concentraciones de sales sulfatos son menores a 2.000,0 ppm. Que alcanzan un valor puntual de 1.670.0 ppm, por lo que la exposición de sulfatos que se encuentra sometido el suelo es moderado tomando como referencia el Cuadro N° 04 (Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos). Por todo lo expuesto, se concluye usar el cemento Tipo IP (M5) para todas las estructuras, para cementos de peso normal de relación a/c=0.50 como máximo y una resistencia ( $f_c$ ) de 280 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo (Norma E.060 Concreto Armado).

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIAR  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313936  
 ARKEL PERU S.A.S.

23





## 4. PERFIL DE SUELO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Parte inorgánica de la geología histórica, o sea, el desarrollo, a través de las sucesivas edades geológicas, de la litosfera, o armazón rocoso de la Tierra de lo que se deduce que la estratigrafía es la rama de la ciencia geológica a la que conciernen la descripción, la organización y la clasificación de las rocas estratificadas. Pero esta deducción se podría considerar como una Petrología sedimentaria, por lo que se define Estratigrafía como el resultado del estudio de las relaciones areales y temporales de las rocas estratificadas y de la historia que llevan grabadas. El perfil Estratigráfico es el resultado de un elaborado cómputo de varias ciencias y para conseguir sus objetivos se apoya fundamentalmente en la Paleontología, Sedimentología y Petrología. Sobre la base de los registros de calicatas y ensayos de laboratorio, se ha elaborado el perfil estratigráfico del suelo para el área destinada a cimentar.

### 4.2. PERFIL DE SUELO

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo:

#### CALICATA N° 01

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo, el suelo está conformado por un primer estrato superficial de una LOSA DE CONCRETO, hasta la profundidad de 0.10 m. Posterior a ello, encontramos un MATERIAL DE RELLENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS, hasta la profundidad de 0.80 m. Luego, encontramos una GRAVA POBREMENTE GRADADA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA (M-1), hasta la profundidad de 2.20 m. No obstante, mediante manuales no se pudo profundizar a más, debido a la PRESENCIA DE BLOQUES > 12". Finalmente, hasta el nivel de excavación realizado (2.20 m) NO se encontró Nivel Freático.

  
PE德罗 ANTONIO RÍOS CHIAR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313038  
ARKEL PERU S.A.C.

24



CALICATA N° 02

De acuerdo con los registros de las calicatas ejecutadas en campo, el suelo está conformado por un primer estrato superficial de una LOSA DE CONCRETO, hasta la profundidad de 0.10 m. Posterior a ello, encontramos un MATERIAL DE RELLENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS, hasta la profundidad de 0.90 m. Luego, encontramos una GRAVA POBREMENTE GRADADA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA (M-1), hasta la profundidad de 1.80 m. No obstante, mediante manuales no se pudo profundizar a más, debido a la PRESENCIA DE BLOQUES > 12". Finalmente, hasta el nivel de excavación realizado (1.80 m) NO se encontró Nivel Freático.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A. S.

## 5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

### 5.1. TEORÍA DE CAPACIDAD DE CARGA

En 1920, Prandtl consiguió obtener una solución estática y cinemáticamente admisible para el problema de una sobrecarga aplicada en una faja de anchura  $B$  y longitud infinita sobre un semiespacio indefinido constituido por un terreno cohesivo sin drenaje (es decir, en el que  $\phi=0^\circ$ ), sin tensiones alrededor del dimiento y considerando que el terreno no tiene peso específico propio ( $\gamma=0$ ). Esta publicación fue "Über die Härte plastischer Körper", que se puede traducir como "Sobre la dureza de un cuerpo plástico".

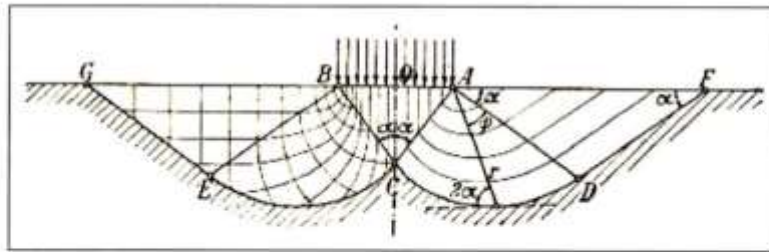


Figura N° 07 Esquema original de rotura de Prandtl (1920)

Así, Prandtl estableció que en el semiespacio continuo bajo la cimentación existirían tres zonas diferenciadas en cuanto al equilibrio de tensiones:

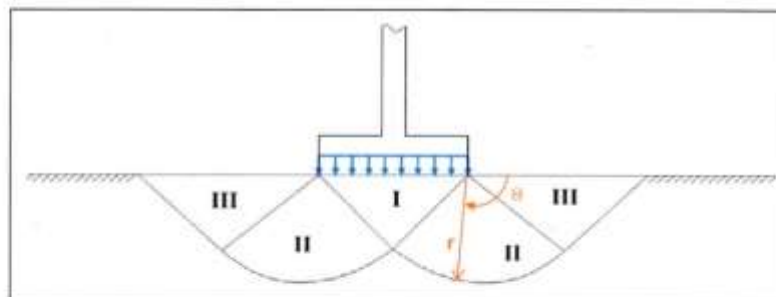


Figura N° 08 Superficies de rotura por hundimiento bajo una carga en faja según Prandtl

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312036  
 ARKEL PERU S.A.C.



- **Región I:** se trata de una zona triangular (que en los modelos actuales se identifica como la "cuña activa" bajo la cimentación).
- **Región II:** es una zona de transición entre la región I (donde dominan las tensiones verticales) y la región III (donde lo hacen las horizontales), limitada en su zona inferior por una espiral logarítmica.
- **Región III:** se trata de una sección triangular en la que, al imponer la ausencia de presiones sobre la superficie, resulta que  $s_x=2c$  y  $s_y=txy=0$ .

Posterior a ello, el profesor Terzaghi (1943) propuso una de las primeras ecuaciones de cálculo de la presión de hundimiento a partir de los cálculos de Prandtl (1921), Reissner (1924) y Keverling Buisman (1940), modificando la forma de rotura. En concreto, Reissner, en su publicación "Zum Erddruckproblem", es decir, "En lo referente al problema de la presión de tierras" introdujo el efecto de las sobrecargas alrededor del cimiento. Como bien indica Van Baars (2016), Prandtl realizó un enfoque como ingeniero mecánico, para resolver el problema de la plasticidad en materiales artificiales como el acero, mientras que Reissner, siendo ingeniero civil, buscó un enfoque más relacionado con la mecánica de suelos. Además, Buisman (1940) realizaría la aportación de incluir la influencia del peso propio del terreno. Así, Terzaghi (1943) sería el primero en escribir la fórmula de la presión de hundimiento con la forma clásica:

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$c$  = Cohesión del suelo

$q$  = Peso específico del terreno

$q$  = Sobrecarga alrededor del cimiento a su misma cota de apoyo

$B$  = Anchura de la cimentación (o igual al diámetro de la cimentación)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

Sin embargo, para comprender la forma de obtención de los factores de carga, se puede revisar el método de Terzaghi, descrito por Das (2016), para una zapata continua (de longitud indefinida y anchura  $B$ ) apoyada a una cierta profundidad  $D$  bajo la superficie de un terreno de parámetros característicos  $c'$ ,  $\phi'$  y  $\gamma$  (en este caso se utiliza la formulación explícitamente descrita en presiones efectivas):

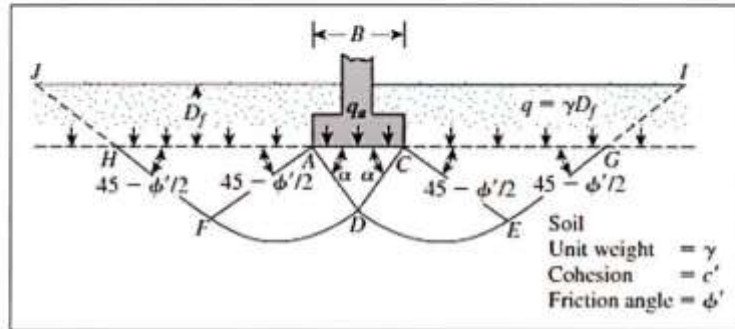


Figura Nº 09 Esquema del modelo de rotura de Terzaghi (Fuente: Das, 2016)

Luego, tal y como indica Das (2009), Terzaghi propuso estas expresiones de la presión última para caso de rotura por corte local:

- Cimentación en faja ( $B/L=0$ ):  $q_u = c' N_c' + q N_q' + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma'$
- Cimentación cuadrada ( $B=L$ ):  $q_u = 1.3 c' N_c' + q N_q' + 0.4 \gamma B N_\gamma'$
- Cimentación circular de diámetro B:  $q_u = 1.3 c' N_c' + q N_q' + 0.3 \gamma B N_\gamma'$

El valor modificado de  $c^*$  se obtendría mediante:

$$c^* = \frac{2}{3} c'$$

Mientras que los factores de capacidad de carga modificados,  $N_c^*$ ,  $N_q^*$  y  $N_\gamma^*$ , se calcularían para un valor de  $\phi^*$  modificado:

$$\phi^* = \arctan\left(\frac{2}{3} \phi'\right)$$

Finalmente, Meyerhof (1951) propuso algunas variaciones respecto a la ecuación de Terzaghi, que luego serían modificadas por Brinch Hansen (1970) para llegar al formato de fórmula polinómica que se suele utilizar hoy en día. Con el paso del tiempo, a partir de posteriores estudios experimentales o teóricos (Buisman, Caquot, etc.), se han ido modificando algunos coeficientes de esa formulación, conviviendo hoy en día muchas variantes de la misma, incluidas en muchos libros especializados o normativas.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Dónde:

$q_u$  = Presión de hundimiento

$c$  = Cohesión

$\gamma$  = Peso específico del terreno (dependerá de la posición del nivel freático)

$q$  = Sobrecarga alrededor del cimiento a su misma cota de apoyo

$B$  = Anchura de la cimentación (o igual al diámetro de la cimentación)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

$s_c, s_q, s_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la forma de la cimentación

$d_c, d_q, d_\gamma$  = Coeficientes de influencia de profundidad de apoyo

$i_c, i_q, i_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la inclinación de cargas

$g_c, g_q, g_\gamma$  = Coeficientes de influencia de taludes cercanos

$b_c, b_q, b_\gamma$  = Coeficientes de influencia de la inclinación del plano de apoyo

## 5.2. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Se ha revisado e interpretado la información obtenida en campo y de laboratorio, con el fin de establecer las propiedades mecánicas de los diferentes tipos de suelos presentes en el terreno en estudio. Con el propósito de conocer el comportamiento real de los suelos identificados se determinó la cohesión  $c$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) considerando su plasticidad y consistencia de acuerdo con lo que se presenta en el Cuadro N° 07.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.



Cuadro N° 07 Correlación existente para suelos cohesivos entre  $N_{60}$  y  $q_u$

CONSISTENCIA	N (golpes/30 cm)	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Muy blanda	< 2	< 0.25	< 0.13
Blanda	2 a 4	0.25 a 0.50	0.13 a 0.25
Medianamente Compacta	4 a 8	0.50 a 1.00	0.25 a 0.50
Compacta	8 a 15	1.00 a 2.00	0.50 a 1.00
Muy Compacta	15 a 30	2.00 a 4.00	1.00 a 2.00
Dura	> 30	> 4.00	> 2.00

Dónde:

N: Resultado del ensayo de SPT.

$q_u$ : Resistencia a la compresión no confinada.

$c = \frac{q_u}{2}$ , = Cohesión de suelo saturado no drenado =  $q_u/2$

Del análisis de resultados de los ensayos realizados a los suelos para cimentación, así como de la experiencia relacionada a estos suelos presentados en el Cuadro N° 07, se presenta en el Cuadro N° 08 los parámetros resistentes de los suelos para ser consideradas en el análisis de cimentación de las estructuras.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.



Cuadro N° 08 Propiedades físicas y parámetros resistentes de los suelos de fundación

ZONA	DENSIDAD NATURAL HÚMEDA $\gamma_D$ (g/cm <sup>3</sup> )	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)	COHESIÓN C (kg/cm <sup>2</sup> )
Material de Cimentación	1.771	34.6	0.00

RECOMENDACIONES DE TERZAGHI	
$\phi = 34.6^\circ$	$c = 0.0$
$\phi' = 24.7^\circ$	$c' = 0.0$
PARA SUELOS GRANULARES Y ARCILLOSOS	

Cuadro N° 09 Resumen de capacidad portante de la cimentación cuadrada

CIMIENTOS CUADRADOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )			
		NIVEL DE DESPLANTE $D_f$ (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	1.293	1.544	1.929	2.318
	1.50	1.393	1.644	2.038	2.433
	2.00	1.538	1.768	2.178	2.518

Cuadro N° 10 Resumen de capacidad portante de la cimentación corrida

CIMIENTOS CORRIDOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )		
		NIVEL DE DESPLANTE $D_f$ (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	0.80	1.00	1.20
1.00	0.40	0.880	1.093	1.307
	0.50	0.912	1.132	1.353
	0.60	0.943	1.168	1.396

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312038  
 ARKEL PERU S.A.





### 5.3. PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación de zapatas y cimientos corridos es la distancia desde el nivel de la superficie del terreno a la base de la cimentación, excepto en el caso de edificaciones con sótano, en que la profundidad de cimentación está referida al nivel del piso terminado del sótano más profundo. En el caso de plateas o losas, la profundidad de cimentación es la distancia del fondo de la losa a la superficie del terreno natural. Finalmente, según a los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda cimentar las estructuras portantes sobre suelo natural de acuerdo con lo indicado al cuadro N° 11 y N° 12.

Cuadro N° 11 Nivel de desplante de la cimentación cuadrada

UBICACIÓN	SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE DESPLANTE MÍNIMO D <sub>i</sub> (m)
COMAS	GP	Grava Pobremente Gradada con Arena	1.00

Cuadro N° 12 Nivel de desplante de la cimentación corrida

UBICACIÓN	SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE DESPLANTE MÍNIMO D <sub>i</sub> (m)
COMAS	GP	Grava Pobremente Gradada con Arena	1.00

### 5.4. TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda para la construcción de las estructuras emplear el sistema constructivo aporticado. Asimismo, en dicha edificación se empleará cimentaciones convencionales como zapatas cuadradas aisladas.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHÍA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313736  
ARKEL PERÚ S.A.S.

32



### 5.5. CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA POR ASENTAMIENTO INMEDIATO

Se determinó el asentamiento de acuerdo con las estructuras identificadas en la exploración. De acuerdo con las propuestas de Terzaghi y Peck (1967). El asentamiento inmediato se ha calculado en base al método elástico.

**METODO ELASTICO PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO CIMENTACION CUADRADA**

*Método Elástico Terzaghi y Peck (1967)*

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

donde:

- $S_i$  = Asentamiento inmediato (cm)
- $\mu$  = Relación de Poisson
- $E_s$  = Módulo de Elasticidad (Ton/m<sup>2</sup>)
- $I_f$  = Factor de Forma (cm/m)
- $q$  = Presión de Trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho Cimentación (m)
- $L$  = Largo de Cimentación (m)

Figura N° 10 Método elástico para el cálculo de asentamiento inmediato cimentación cuadrada

Cuadro N° 13 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos cuadrados

Es (Trn/m <sup>2</sup> )	U	If		L/B
14,000.00	0.15	Flexible	112.00	1.00

Cuadro N° 14 Parámetros utilizados en el cálculo del asentamiento en cimientos corridos

Es (Trn/m <sup>2</sup> )	U	If		L/B
14,000.00	0.15	Flexible	162.50	2.50
		Flexible	153.00	2.00
		Flexible	139.33	1.67

  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIAR**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313034  
 ARKEL PERU S.A.



Cuadro N° 15 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación cuadrada

CIMIENTOS CUADRADOS		ASENTAMIENTOS $S_i$ (cm)			
		NIVEL DE DESPLANTE $D_i$ (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	0.101	0.121	0.151	0.181
	1.50	0.163	0.193	0.239	0.285
	2.00	0.241	0.277	0.341	0.394

Cuadro N° 16 Resumen del asentamiento inmediato de la cimentación corrida

CIMIENTOS CORRIDOS		ASENTAMIENTOS $S_i$ (cm)		
		NIVEL DE DESPLANTE $D_i$ (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	1.00	1.50	2.00
1.00	0.40	0.040	0.050	0.059
	0.50	0.049	0.060	0.072
	0.60	0.055	0.068	0.081

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CIP  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 310130  
 ARKEL PERU S.A.



## 5.6. MATERIAL DE RELLENO CONTROLADO O DE INGENIERÍA

Los rellenos controlados son aquellos que se construyen con material seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Además, los métodos empleados en su conformación, compactación y control dependen principalmente de las propiedades físicas del material.

El material seleccionado con el que se debe construir el relleno controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- ✓ Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- ✓ Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de 3 controles por capa. No obstante, en áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0.30 m de espesor. Posterior a ello, cuando se requiera verificar la compactación de un relleno controlado ya construido, este trabajo deberá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- ✓ Un ensayo de Penetración Estándar NTP 339.133 (ASTM D 1586) por cada metro de espesor de relleno controlado. El resultado de este ensayo debe ser mayor a  $N_{60}=25$  golpes por cada 0.30 m de penetración.
- ✓ Un ensayo con Cono de Arena NTP 339.143 (ASTM D 1556) o por medio de métodos nucleares NTP 339.144 (ASTM D 2922), por cada 0.50 m de espesor. Asimismo, los resultados deberán ser mayores a 90% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor Modificado, si tiene más de 12% de finos; o mayores al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado si tiene igual o menos de 12% de finos.

  
.....  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.

35



#### 5.7. UTILIZACIÓN DEL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO

El material propio obtenido de la calicata 1 desde los 0.80 m hasta los 2.20 m de profundidad SI es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Grava Pobrementada con Arena y posee finos de plasticidad nula.

El material propio obtenido de la calicata 2 desde los 0.90 m hasta los 1.80 m de profundidad SI es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Grava Pobrementada con Arena y posee finos de plasticidad nula.

#### 5.8. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO DEL SUELO

El potencial de colapso de un suelo puede determinarse mediante los límites de Atterberg y la densidad natural seca. El límite de Atterberg necesario para la determinación propuesta es el límite líquido (LL).

Usando estas propiedades y con la ayuda de la figura 7 – Pagina 47 (Norma E.050 Suelos y Cimentaciones), se puede determinar cualitativamente el potencial colapso del suelo. Este método nos permite determinar cualitativamente si un suelo es potencialmente colapsable. No obstante, para el caso de una determinación cuantitativa se deberá realizar el siguiente ensayo específico: Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos.

En nuestro caso el material ensayado NO presenta límite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 5 golpes. Por ende, determinamos que el suelo NO es colapsable.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIR  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313034  
ARKEL PERU S.A.S.

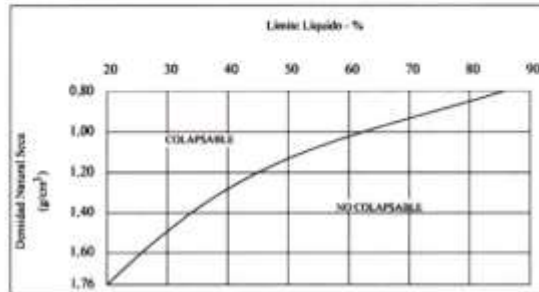


Figura Nº 11 Criterios del potencial de colapso

### 5.9. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

El potencial de expansión de un suelo puede determinarse mediante los límites de Atterberg y la succión natural del suelo. Los límites de Atterberg necesarios para la determinación propuesta son el límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP).

Usando estas propiedades y con la ayuda de la Tabla 1, se puede determinar cualitativamente el potencial expansivo del suelo.

Grado de Expansión	LL	IP
Elevado	> 60	> 35
Marginal	50-60	25-35
Bajo	< 50	< 25

Figura Nº 12 Potencial expansivo de los suelos

Este método nos permite determinar cualitativamente si un suelo es potencialmente expansivo. No obstante, para el caso de una determinación cuantitativa se deberá realizar ensayos específicos como: expansión libre, límites de contracción, etc.

En nuestro caso el material ensayado NO presenta límite líquido y es NO plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.

  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.



## 5.10. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DEL SUELO

Para que el suelo sea potencialmente licuefactable deben de coincidir 3 factores:

1. Zona sísmica de alto potencial (Sismos de magnitud igual o superior a 5,5, con aceleraciones superiores o iguales a 0,2g)
2. Suelo granular de grano fino no cohesivo y baja densidad relativa o cementación débil.
3. Nivel freático elevado,  $H < 3.0$  m

El área en donde se proyecta la construcción de la estructura **SI** cumple con las características del punto 1, porque se encuentra ubicado en la Zona Sísmica 4. Sin embargo, **NO** cumple con las características del punto 2, debido a que es una Grava Pobrementemente Gradada con Arena de densidad relativa compacta y cementación moderada. Asimismo, **NO** cumple con las características del punto 3, puesto que no se encontró nivel freático hasta la profundidad de excavación de 2.20 m. Finalmente, se concluye que **NO** existe probabilidad de ocurrencia del fenómeno de licuefacción en el suelo hasta la profundidad indicada. Para profundidades mayores o condiciones distintas a las del presente estudio, se deberá de realizar ensayos específicos como SPT o CPT.

## 5.11. COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce,  $y$ , es decir  $K_s = p/y$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico y, aunque depende de las propiedades del terreno no es una constante del mismo, ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno.

### 5.11.1. Ensayo de placa de carga (Norma ASTM D1194)

El cociente de la carga entre el asiento nos proporciona el coeficiente de balasto asociado a las dimensiones de la placa. Existen varios tipos de placas, las cuadradas de 30x30 cm o las circulares de 30, 60 o 76.2 cm de diámetro. Por tanto, el coeficiente viene generalmente representado por una  $K$  y el correspondiente subíndice que identifica a la placa con la que se realizó el ensayo.



Lo usual es que los laboratorios proporcionen el coeficiente de balasto de la placa cuadrada de 30 cm de lado, el K30. Sin embargo, existen muchos autores que han proporcionado varios valores del K30 para diferentes clases de suelos y uno de ellos es Terzaghi.

Tipos de suelo			K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arena sumergida	Suelta	0,8	
	Media	2,5	
	Compacta	10	
Arcilla	qu=1.2 kg/cm <sup>2</sup>	1,6	3,2
	qu=2.4 kg/cm <sup>2</sup>	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm <sup>2</sup>	>6,4	

Figura N° 13 Valores de k30 propuestos por Terzaghi

El material ensayado clasificó como una Grava Pobrementemente Gradada con Arena (GP) y tomando como referencia los valores de k30 propuestos por Terzaghi el coeficiente de balasto toma un valor de  $K30_{max} = 32$ , de acuerdo con la Figura N° 13 entra en el criterio de una Arena seca o húmeda y presenta una densidad relativa compacta.

  
 PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.





## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Para la aplicación de las normas de diseño sismo resistente se debe considerar:

ZONA	4	Z <sub>0</sub>	0.45
SUELO	(S <sub>2</sub> )	S =	1.05
T <sub>r</sub> (s)	0.6	T <sub>i</sub> (s)	2.0

- ✓ En el diseño de la cimentación del área en estudio deben usarse los siguientes parámetros de Capacidad Portante:

CIMIENTOS CUADRADOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>r</sub> (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	1.293	1.544	1.929	2.318
	1.50	1.393	1.644	2.038	2.433
	2.00	1.538	1.768	2.178	2.518

CIMIENTOS CORRIDOS		Q admisible (kg/cm <sup>2</sup> )		
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>r</sub> (m)		
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	0.80	1.00	1.20
1.00	0.40	0.880	1.093	1.307
	0.50	0.912	1.132	1.353
	0.60	0.943	1.168	1.396

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313034  
 ARKEL PERU S.A.



☐ Asentamientos en la fundación

Se ha analizado el efecto de Asentamientos en la Fundación mediante el Método de la Elasticidad el cual es más conservador respecto a los valores de asentamientos esperados.

CIMIENTOS CUADRADOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>r</sub> (m)			
		1.00	1.20	1.50	1.80
ANCHO DE ZAPATA (B) m	1.00	0.101	0.121	0.151	0.181
	1.50	0.163	0.193	0.239	0.285
	2.00	0.241	0.277	0.341	0.394

CIMIENTOS CORRIDOS		ASENTAMIENTOS Si (cm)			
		NIVEL DE DESPLANTE D <sub>r</sub> (m)			
		1.00	1.50	2.00	
LARGO (L) m	ANCHO (B) m	1.00	0.040	0.050	0.059
		0.40	0.049	0.060	0.072
		0.50	0.055	0.068	0.081

Los valores de asentamientos obtenidos que son menores a 2.54 cm (1") y no están resaltados en rojo Si cumplen con las recomendaciones mínimas requeridas, de acuerdo con la Norma Técnica E.030. "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

☐ Tipo de Cimentación

De acuerdo con los resultados hallados con los parámetros de suelos, se recomienda para la construcción de las estructuras emplear el sistema constructivo aporticado. Asimismo, en dicha edificación se empleará cimentaciones convencionales como zapatas cuadradas aisladas.

  
 PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 312038  
 ARKEL PERU S.A.



☐ **Valores máximos permisibles**

Observamos que la concentración de sales cloruros, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo éste de 0.2125% menor que 0.30% (valor permisible de contenido de iones de cloruro) tal como hacen mención en la Norma E.060 Concreto Armado, por lo que **NO** ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. Asimismo, observamos concentraciones de sales sulfatos son menores a 2.000.0 ppm. Que alcanzan un valor puntual de 1,670.0 ppm, por lo que la exposición de sulfatos que se encuentra sometido el suelo es moderado tomando como referencia el Cuadro N° 04 (Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos). Por todo lo expuesto, se concluye usar el cemento Tipo IP (MS) para todas las estructuras, para cementos de peso normal de relación a/c=0.50 como máximo y una resistencia (F'c) de 280 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo (Norma E.060 Concreto Armado).

☐ **Utilización del material propio**

El material propio obtenido de la calicata 1 desde los 0.80 m hasta los 2.20 m de profundidad **SI** es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Grava Pobrementada Gradada con Arena y posee finos de plasticidad nula.

El material propio obtenido de la calicata 2 desde los 0.90 m hasta los 1.80 m de profundidad **SI** es competente para ser reutilizado en los rellenos de cimentación, puesto a que es una Grava Pobrementada Gradada con Arena y posee finos de plasticidad nula.

☐ **Evaluación del potencial de colapso del suelo**

En nuestro caso el material ensayado **NO** presenta límite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 4 golpes. Por ende, determinamos que el suelo **NO** es colapsable.

☐ **Evaluación del potencial de expansión del suelo**

En nuestro caso el material ensayado **NO** presenta límite líquido y es **NO** plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.

42



❑ Evaluación del potencial de licuefacción del suelo

El área en donde se proyecta la construcción de la estructura SI cumple con las características del punto 1, porque se encuentra ubicado en la Zona Sísmica 4. Sin embargo, NO cumple con las características del punto 2, debido a que es una Grava Pobrementemente Gradada con Arena de densidad relativa compacta y cementación moderada. Asimismo, NO cumple con las características del punto 3, puesto que no se encontró nivel freático hasta la profundidad de excavación de 2.20 m. Finalmente, se concluye que NO existe probabilidad de ocurrencia del fenómeno de licuefacción en el suelo hasta la profundidad indicada. Para profundidades mayores o condiciones distintas a las del presente estudio, se deberá de realizar ensayos específicos como SPT o CPT.

❑ Coeficiente de balasto

El material ensayado clasificó como una Grava Pobrementemente Gradada con Arena (GP) y tomando como referencia los valores de  $k_{30}$  propuestos por Terzaghi el coeficiente de balasto toma un valor de  $K_{30_{max}} = 32$ , de acuerdo con la Figura N° 13 entra en el criterio de una Arena seca o húmeda y presenta una densidad relativa compacta.

- ✓ En el lugar de estudio NO se encontró Nivel Freático a la profundidad de excavación de 2.20 m.
- ✓ Los resultados de este informe se aplican exclusivamente al área estudiada no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 310036  
ARKEL PERU S.A.C.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Alva Hurtado J. (1992). "Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones". Capitulo de Estudiantes ACI-UNI, Lima.
2. Terzaghi K. y Peck R.B. (1967). "Soil Mechanics in Engineering Practice". John Wiley, New York.
3. Vesic A. (1973). "Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales". JSMFED, ASCE, Vol. 99.
4. Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)". "Norma Técnica de Edificaciones E-030 - Diseño Sismo-resistente", Modificada con Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda. Lima - Perú.
5. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). "Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones". Lima- Perú.
6. Reglamento Nacional de Edificaciones (2009). "Norma E-060 de Concreto Armado". Lima - Perú.
7. Boletín N° 43 serie A, Carta Geológica Nacional; Geología - Cuadrángulo de Lima (25i), Lurín (25j), Chancay (24i) y Chosica (24j),1992.

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHAI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 31336  
ARKEL PERU S.A.S

**ANEXO I. RESUMEN DE LAS  
CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

---



## RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Profesional Responsable (PR):	Pedro Antonio Ríos Chiara	Ing. Civil CIP:	313036
Tipo de Cimentación:	Zapatatas Cuadradas Aisladas Cimientos Corridos		
Estrato de apoyo de la Cimentación:	Grava Pobrementemente Gradada con Arena (GP)		
Profundidad de la Napa Freática:	En el lugar de estudio <b>NO</b> se encontró Nivel Freático a la profundidad de 2.20 m		
Fecha:	25/04/2024		
<b>Parámetros de Diseño de la Cimentación:</b>			
	Ancho (m)	Nivel de Desplante (m)	Presión Admisible (kg/cm <sup>2</sup> )
Corrido:	0.40	1.00	1.093
Cuadrada:	1.00	1.00	1.293
Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico):	3.00		
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:	0.394 cm < 2.540 cm		
<b>Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo a la Norma E.030):</b>			
Zona Sísmica:	4	Z= 0.45	
Tipo de perfil del suelo:	S <sub>2</sub>		
Factor del suelo (s):	1.05		
Periodo T <sub>p</sub> (s):	0.6		
Periodo T <sub>1</sub> (s):	2.0		
<b>Agresividad del Suelo a la Cimentación:</b>			
Tipo de Cemento Portland:	Tipo IP (MS)		
Relación a/c:	0.50		
f <sub>c</sub> mínimo:	280 kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Problemas Especiales de Cimentación:</b>			
Licuefacción:	En nuestro caso el material ensayado es una Grava Pobrementemente Gradada con Arena y posee finos de plasticidad nula. Además, en el lugar de estudio <b>NO</b> se encontró nivel freático. Por lo tanto, determinamos que el suelo <b>NO</b> es potencialmente licuefactable.		
Colapso:	En nuestro caso el material ensayado <b>NO</b> presenta limite líquido, debido a que debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 5 golpes. Por ende, determinamos que el suelo <b>NO</b> es colapsable.		
Expansión:	En nuestro caso el material ensayado <b>NO</b> presenta limite líquido y es <b>NO</b> plástico. Por ello, determinamos que el grado de expansión del suelo es nulo.		

  
PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.C.

**ANEXO II. PERFIL ESTRATIGRÁFICO**





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Título: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

LOTE 01		DESCRIPCIÓN DE CALICATA		PROYECTO :									
CALICATA N° 01				No. de PROYECTO:									
				CLIENTE : IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA									
				FECHA : 15/04/2024		HORA : 1:30 PM							
				UBICACIÓN									
				Latitud :		Longitud :							
				Elevación (m) :		Dimensión (mm) :							
				INGENIERO: Pedro Antonio Rios									
				TECNICO : C. A.									
				Equipo : Manual									
				OPERADOR:									
				NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTA									
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:													
PROF. RAICES : NO													
Estimación Visual													
PROF. (m)	MUESTRA No.	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (Nombre del Grupo / Símbolo del Grupo). Humedad, reacción al HCL, estructura, tamaño máximo de la partícula, dureza grava/bolones, resistencia en seco, dilatancia, tenacidad, nombre local, interpretación geológica.	% SOBRETAMASO	% GRAVA <sup>1</sup>	% ARENA <sup>2</sup>	% FINOS <sup>3</sup>	COLOR	CONSISTENCIA O DENSIDAD RELATIVA <sup>4</sup>	PLASTICIDAD (pp, N, n, u)	CEMENTACIÓN <sup>5</sup>	OTROS TESTS <sup>6</sup>
		SUCS	GRAFICO										
0.00				LOSA DE CONCRETO									
0.10				MATERIAL DE RELENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS									
0.50													
0.80													
1.00													
1.30	M-1	GP		GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA		53.22	42.00	4.78	Marrón	Compacta	NP	Moderada	
2.00													
2.20	M-2	BOCA		PRESENCIA DE BLOQUES > 12"									

Notas:

- 1. Porcentaje > 75µm.
- 2. Base de arena, arena, y fino < 100µ.
- 3. Porcentaje de grano fino (menor que 75µ). Dureza, D<sub>10</sub>, D<sub>30</sub>, D<sub>60</sub>, D<sub>90</sub> y más datos.
- 4. Para suelos de grano grueso (de color rojo) muy suaves, sueltos, compactos, Arenas, muy Arenas.
- 5. Duro, Moderado, Suave.
- 6. Presencia de bloques, cantidad de bloques.
- 7. Caracterizado, laminado, laminado, regular, cohesionado, no cohesionado, laminado, laminado.

**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**
  
 INGENIERO CIVIL
   
 Reg. CIP N° 31304
   
 ARKEL PERU S.A.C.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Título: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

LOTE 01		DESCRIPCIÓN DE CALICATA		PROYECTO:									
CALICATA N° 02				No. de PROYECTO: CLIENTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA FECHA: 15/04/2024      HORA: 2:30 PM UBICACIÓN: Latitud:      Longitud: Elevación (m):      Dimensión (metros): INGENIERO: Pedro Antonio Ríos TECNICO: C. A. Equipo: Manual OPERADOR: NIVEL FREÁTICO: NO PRESENTA CONDICIONES DE LA SUPERFICIE: PROF. RAICES: NO									
PROF. (m)	MUESTRA No.	SIMBOLO		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (Nombre del Grupo / Símbolo del Grupo). Humedad, reacción al HCL, estructura, tamaño máximo de la partícula, dureza grava/holores, resistencia en seco, dilatación, tenacidad, nombre local, interpretación geológica.	% SOBRETAMADO	% GRAVA	% ARENA <sup>1</sup>	% FINOS <sup>2</sup>	COLOR	CONSISTENCIA O DENSIDAD RELATIVA <sup>3</sup>	PLASTICIDAD (seg. U. S. S. 41)	CEMENTACIÓN <sup>4</sup>	OTROS TEXTOS <sup>5</sup>
		SOCS	GRAFICO										
0.00				LOSA DE CONCRETO									
0.10													
0.50				MATERIAL DE RELLENO NO CONTROLADO CONTAMINADO MODERADAMENTE CON RESIDUOS SOLIDOS									
0.90													
1.00	M-1	GP		GRAVA PORRIEMENTE GRADADA CON ARENA, COLOR MARRÓN, HÚMEDA, NO PLÁSTICA, COMPACTA, CEMENTACIÓN MODERADA		51.46	42.59	3.96	Marrón	Compacta	NP	Moderada	
1.30													
1.80	M-2	BOCA		PRESENCIA DE BLOQUES = 12"									

Notas: 1. Procentaje = 7 pedregos.  
 2. Suma de grava, arena y fino = 100%.  
 3. Para suelos de gruesos (no cohesionados) seg. Manual, Manual, Partes, datos y otros datos.  
 4. Para suelos de gruesos (no cohesionados) seg. Manual, Manual, Partes, datos y otros datos.  
 5. Desmenuzable, laminado, fibroso, líquido (cohesionados), no fibroso, laminado, homogéneo.

*P. Ríos Chiará*  
**PEDRO ANTONIO RÍOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 315036  
 ARKEL PERU S. R. L.

**ANEXO III. MEMORIA DE CÁLCULO**

---



Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

**CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACION CUADRADA**  
Meyerhof (1963)

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

- donde:
- c = Cohesión
  - q = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
  - $\gamma$  = Peso específico del suelo
  - B = Ancho de la cimentación (=Diámetro para una cimentación circular)

- $F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  = Factores de forma
- $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = Factores de profundidad
- $F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  = Factores de inclinación de la carga
- $N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga

**CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA**

$\phi'$ =	24.70	Angulo de fricción del suelo (sexagesimal)
$c'$ =	0.00	Cohesión (Ton/m <sup>2</sup> )
$\gamma$ =	1.77	Peso específico del suelo (Ton/m <sup>3</sup> )
B =	1.00	Ancho de la Zapata (m)
L =	1.00	Longitud de Cimentación (m)
$D_f$ =	1.00	Profundidad de zapata (m)
B/L =	1.00	Cimiento Cuadrado
$D_f/B$ =	1.00	D/B > 1
$\beta$ =	0.00	Ang. de Incl. de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical
q =	1.77	Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación (Ton/m <sup>2</sup> )

**CALCULO DE LOS FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) e^{\tan\phi \phi}$ =	10.33	F.C.C. de Terzaghi (1924)
$N_c = (N_q - 1) \cot\phi$ =	20.28	F.C.C. de Prandtl (1921)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan\phi$ =	10.42	F.C.C. de Vesic (1973)

**CALCULO DE LOS FACTORES DE FORMA**

$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$ =	1.51	F.F. de De Beer (1970)
$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan\phi$ =	1.46	F.F. de Hansen (1970)
$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$ =	0.60	F.F. de Hansen (1970)

**CALCULO DE LOS FACTORES DE PROFUNDIDAD**

$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B}\right)$ =	1.31	F.F. de Hansen (1970)
$F_{qd} = 1 + 2 \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \left(\frac{D_f}{B}\right)$ =	1.24	F.F. de Hansen (1970)
$F_{\gamma d} =$	1.00	F.F. de Hansen (1970)

**CALCULO DE LOS FACTORES DE INCLINACION**

$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta^2}{90^\circ}\right)^2$ =	1.00	F.I. de Meyerhof (1963)
$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^2}{90^\circ}\right)^2$ =	1.00	F.I. de Hanna (1981)
$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta^2}{\phi^2}\right)^2$ =	1.00	F.I. de Meyerhof (1963)
$\rightarrow q_u =$	38.78 Ton/m <sup>2</sup>	$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$
FS =	3.0	
$\rightarrow q_{adm} =$	12.93 Ton/m <sup>2</sup>	

*P. Antonio Rios Chap*  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHAP**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313336  
 ARKEL PERU S.A."



Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE  
REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

**METODO ELASTICO PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO CIMENTACION CUADRADA**

Metodo Elastico Terzaghi y Peck (1967).

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

donde:

- $S_i$  = Asentamiento Inmediato (cm.)
- $\mu$  = Relacion de Poisson
- $E_s$  = Modulo de Elasticidad (Ton/m<sup>2</sup>)
- $I_f$  = Factor de Forma (cm/m)
- $q$  = Presion de Trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho Cimentacion (m)
- $L$  = Largo de Cimentacion (m)

**CUADROS AUXILIARES**

Cuadro N° 08

Módulo de Elasticidad para los distintos tipos de suelos

N	TIPO DE SUELO	$E_s$ (Ton/m <sup>2</sup> )
1	Arcilla muy blanda	< 30 - 300 >
2	Arcilla blanda	< 200 - 400 >
3	Arcilla media	< 450 - 900 >
4	Arcilla dura	< 700 - 2000 >
5	Arcilla arenosa	< 3000 - 4250 >
6	Suelos glaciales	< 1000 - 16000 >
7	Lotes	< 1500 - 6000 >
8	Arena limosa	< 500 - 2000 >
9	Arena suelta	< 1000 - 2500 >
10	Arena densa	< 5000 - 10000 >
11	Grava arenosa densa	< 8000 - 20000 >
12	Grava arenosa suelta	< 5000 - 14000 >
13	Arcilla esquistosa	< 14000 - 140000 >
14	Limos	< 200 - 2000 >

Cuadro N° 09

Relación de Poisson para los distintos tipos de suelos

N	TIPO DE SUELO	$\mu$
1	Arcilla saturada	< 0.4 - 0.5 >
2	Arcilla no saturada	< 0.1 - 0.3 >
3	Arcilla arenosa	< 0.2 - 0.3 >
4	Limos	< 0.3 - 0.35 >
5	Arena densa	< 0.2 - 0.4 >
6	Arena de Grano grueso	0.15
7	Arena de Grano fino	0.25
8	Roca	< 0.1 - 0.4 >
9	Lotes	< 0.1 - 0.1 >
10	Hielo	0.36
11	Concreto	0.15

Cuadro N° 10

Factor de forma para los distintos tipos de relación L/B

FORMA DE LA ZAPATA	Ubicación	VALORES DE $I_f$ (cm./m.)			
		CIMENTACIÓN FLEXIBLE		RÍGIDA	
		Centro	Esquina	Medio	-
Cuadrada	L/B = 1	112	56	95	82
Rectangular	L/B = 2	153	77	130	120
Rectangular	L/B = 5	210	105	183	170
Rectangular	L/B = 10	254	127	225	210

CALCULO PARA CIMIENTO CUADRADO:

- $L = 1.00$  (m.)
- $B = 1.00$  (m.)
- $L/B = 1.00$  Ad.
- $I_f = 112.00$  (cm/m.)
- $q = 12.93$  (Ton/m<sup>2</sup>)
- $\mu = 0.15$  Ad.
- $E_s = 14,000.00$  (Ton/m<sup>2</sup>)

$S_i = 0.101$  (cm.)

*P. Rios Chiara*  
**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.

**ANEXO IV. ENSAYO DE CAMPO**

	<b>Reporte de Ensayo Campo Suelos DC3</b>		Código: P-OPE-001-F-09	
	DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL LUGAR POR EL MÉTODO DE CONO DE ARENA (ASTM D1556/D1556M - 15E1)		Versión: 1	Fecha: 30/12/2023
			Página: 1 de 1	
Proyecto:	<b>ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023</b>			
Solicita:	<b>IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA</b>			
Ubicación:	<b>LOTE 01 - COMAS - LIMA</b>			
Tipo de Material:	Terreno Natural			Fecha Ensayo: 15/04/2024
Material Para:	Estudio Geotécnico			
<b>Ubicación</b>	<b>Calicata 2</b>			
<b>Profundidad (m)</b>	<b>1.00</b>			
<b>Nº de prueba</b>	<b>1</b>			
Peso de Arena Inicial (g)	7640			
Peso de Arena Sobrante (g)	2242			
Peso de Arena Usada (g)	5398			
Peso de Arena en Cono y la Plancha (g)	1679			
Peso de Arena en Hoyo (g)	3719			
Densidad de Arena (g/cm <sup>3</sup> )	1.370			
Volumen del Hoyo (cm <sup>3</sup> )	2715			
Peso del Suelo Húmedo Extraído (g)	4808			
Volumen del Suelo	2715			
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.771			
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.742			
<b>Contenido de Humedad en Laboratorio (%)</b>	<b>1.70</b>			
<b>Referencias del Laboratorio</b>		<b>CÓDIGO DE ENSAYO:</b>		
No de Muestra				
Maxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )				
Optimo Contenido de Humedad (%)				
<b>% de Compactación</b>				
<b>% Diferencia respecto del óptimo %W</b>				
<b>SI CUMPLE / NO CUMPLE</b>	<b>Densidad</b>			
	<b>Humedad</b>			
Nº de cono				
Posición del cono en el ensayo				
<b>Especificaciones:</b>				
% Compactación:	Min.	_____		
% humedad respecto del O.C.P.:	+/-	_____		
<b>ELABORADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>		
Firma:	 <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLÓ</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.		 <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.	
Nombre:				
Fecha:				

## ANEXO V. ENSAYOS DE LABORATORIO

---





### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GR1

Código: P-OPS-001-P-56

Versión: 1

Fecha: 20/12/2023

Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D6913/D6913M - 17)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**

Material: Terreno Natural

Peso Inicial: 5,351 gr.

Sondaje: C-01

Prof.: 0.80 - 2.20 m

Tamaño Máximo: 3"

Ubicación: Lote 01 - Comas - Lima

Turno: Día

Material para: Estudio Geotécnico

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	PASANTE ESPEC.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MAX	MIN	
3"	76.200		0.00	0.0	100.00			
2"	50.800	749.9	14.01	14.01	85.99			
1 1/2"	38.100	557.6	10.42	24.43	75.57			
1"	25.400	299.1	5.59	30.02	69.98			
3/4"	19.050	187.9	3.51	33.53	66.47			
1/2"	12.500	264.7	4.95	38.48	61.52			
3/8"	9.500	199.2	3.72	42.20	57.80			
Nº 4	4.750	589.6	11.02	53.22	46.78			
Nº 10	2.000	55.44	12.97	66.19	33.81			
Nº 20	0.840	49.22	11.51	77.70	22.30			
Nº 40	0.420	28.70	6.71	84.41	15.59			
Nº 60	0.250	17.28	4.04	88.45	11.55			
Nº 100	0.150	15.01	3.51	91.96	8.04			
Nº 200	0.075	13.92	3.26	95.22	4.78			
< Nº 200	FONDO	20.43	4.78					

**PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS**

Grava: 53.22 %  
Arena: 42.00 %  
Fino: 4.78 %

**PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO**

Peso de suelo seco > Nº 4 2,848 gr.  
Peso de suelo seco < Nº 4 2,503 gr.  
Peso de suelo seco total 5,351 gr.  
Muestra: suelo seco < Nº 4 200.0 gr.

**PLASTICIDAD**

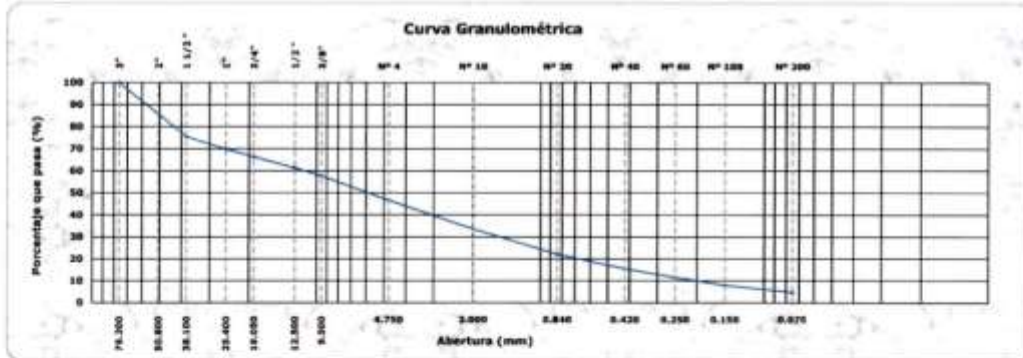
Límite Líquido: 0 %  
Límite Plástico: NP %  
Índice de Plasticidad: NP %

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO: A-1-a (0)  
SUCS: GP

**COEFICIENTES DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA**

$D_{10}$ : 0.21  
 $D_{30}$ : 1.62  
 $D_{60}$ : 11.27  
Coeficiente de curvatura (cc): 1.13  
Coeficiente de uniformidad (cu): 54.77

**ELABORADO POR**

Firma:

*Gianmarco L. Sedano Tello*  
GIANMARCO L. SEDANO TELLO  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:


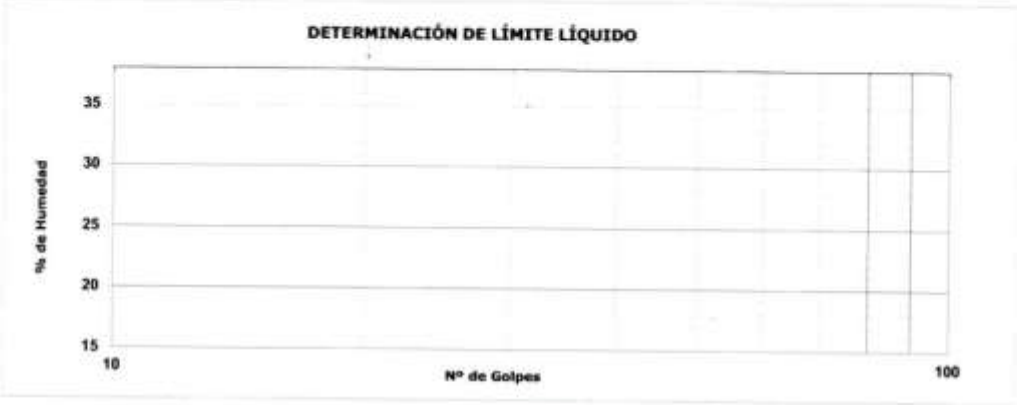


**APROBADO POR**

Firma:

*Pedro Antonio Rios Chiara*  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 315034  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos LA1</b>	Código: P-OPE-001-F-37																																														
	LÍMITES DE ATTERBERG (NORMA ASTM D4318 - 17E1 )	Versión: 1 Fecha: 12/30/2023 Página: 1 de 1																																														
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023																																																
<b>SOLICITANTE:</b> IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/04/2024																																														
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																																
<b>Material:</b> Terreno Natural	<b>Material Para:</b> Estudio Geotécnico																																															
<b>Sondeo:</b> C-01	<b>Profundidad:</b> 0.80 - 2.20 m																																															
<b>Ubicación:</b> Lote 01 - Comas - Lima																																																
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>UND</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Golpes</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Hum.</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de S. Seco</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	UND	1	2	3	N° de Golpes					Recipiente N°					Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				Peso de agua	grs.				Peso de Recipiente	grs.				Peso de S. Seco	grs.				% de Humedad	%						
ENSAYO N°	UND	1	2	3																																												
N° de Golpes																																																
Recipiente N°																																																
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.																																															
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.																																															
Peso de agua	grs.																																															
Peso de Recipiente	grs.																																															
Peso de S. Seco	grs.																																															
% de Humedad	%																																															
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>UND</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Hum.</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de S. Seco</td> <td>grs.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	UND	1	2	Recipiente N°				Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.			Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.			Peso de agua	grs.			Peso de Recipiente	grs.			Peso de S. Seco	grs.			% de Humedad	%																		
ENSAYO N°	UND	1	2																																													
Recipiente N°																																																
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.																																															
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.																																															
Peso de agua	grs.																																															
Peso de Recipiente	grs.																																															
Peso de S. Seco	grs.																																															
% de Humedad	%																																															
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>																																																
																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>NP %</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>NP %</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad:</td> <td>NP %</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADOS		Límite Líquido:	NP %	Límite Plástico:	NP %	Índice de Plasticidad:	NP %																																					
RESULTADOS																																																
Límite Líquido:	NP %																																															
Límite Plástico:	NP %																																															
Índice de Plasticidad:	NP %																																															
<b>OBSERVACIONES</b>																																																
No se pudo determinar el límite líquido mediante la copa Casagrande, debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 6 golpes. Por ello, el suelo se reportará como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico, de acuerdo a lo indicado en la normativa NTP 339.129 - Cap. 11.4 - Pag. 15.																																																
<b>ELABORADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>																																														
Firma:  GIANMARCO L. SEDANO TELLO JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.		Firma:  PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313038 ARKEL PERU S.A.C.																																														
Nombre:		Nombre:																																														
Fecha:		Fecha:																																														



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos CH1

Código: P-OPE-001-F-52

Versión: 1

Fecha: 30/12/2023

Página: 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D2216 - 19)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

#### DATOS DE MUESTRA

Material: Terreno Natural  
Sondaje: C-01  
Ubicación: Lote 01 - Comas - Lima

Material Para: Estudio geotécnico.  
Profundidad: 0.80 - 2.20 m

#### CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA TOTAL

ENSAYO N°	UND	1	2			
Recipiente N°		T-12				
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	583.5				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	575.0				
Peso de agua	grs.	8.50				
Peso de Recipiente	grs.	150.70				
Peso de S. Seco	grs.	424.30				
% de Humedad	%	2.00				
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>2.0</b>				

#### OBSERVACIONES

---

---

---

---

---

---

---

---

#### CONTENIDO DE HUMEDAD RETENIDO O PASANTE DE LA MALLA:

ENSAYO N°	UND	% Retenido en 3/4"	% Pasante en 3/4"	% Retenido en 3/8"	% Retenido en N° 4		
Recipiente N°							
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.						
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.						
Peso de agua	grs.						
Peso de Recipiente	grs.						
Peso de S. Seco	grs.						
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>						

#### OBSERVACIONES

---

---

---

---

---

---

---

---

#### ELABORADO POR

Firma:   
GIANMARCO L. SEDANO  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.

#### APROBADO POR

Firma:   
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313038  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GR1

Código: P-OPE-001-P-56

Versión: 1  
Fecha: 20/12/2023  
Página: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D6913/D6913M - 17)

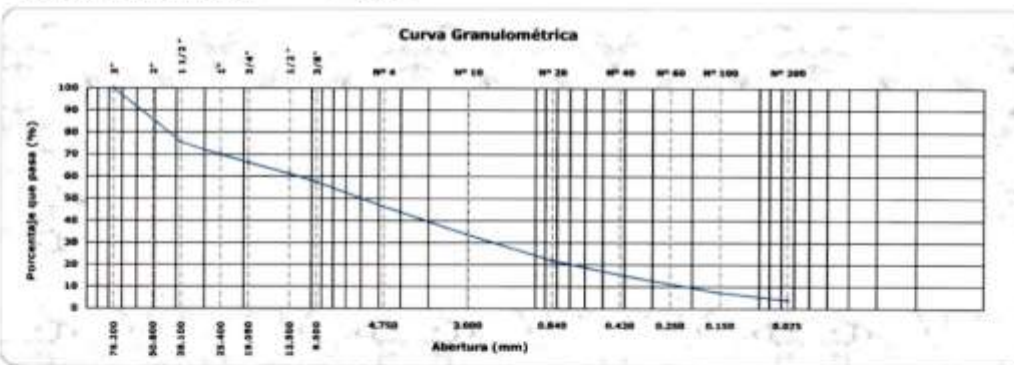
PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 16/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**Material: Terreno Natural  
Sondaje: C-02  
Ubicación: Lote 01 - Comas - Lima  
Prof.: 0.90 - 1.80 m  
Turno: Día  
Peso Inicial: 5,150 gr.  
Tamaño Máximo: 3"  
Material para: Estudio Geotécnico

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	PASANTE ESPEC.		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MAX	MIN	
3"	76.200		0.00	0.0	100.00			
2"	50.800	715.9	13.90	13.90	86.10			
1 1/2"	38.100	541.6	10.52	24.42	75.58			
1"	25.400	286.8	5.57	29.99	70.01			
3/4"	19.050	184.9	3.59	33.58	66.42			
1/2"	12.500	260.0	5.05	38.63	61.37			
3/8"	9.500	187.8	3.65	42.28	57.72			
Nº 4	4.750	575.8	11.18	53.46	46.54			
Nº 10	2.000	55.16	12.84	66.30	33.70			
Nº 20	0.840	50.10	11.66	77.96	22.04			
Nº 40	0.420	28.20	6.56	84.52	15.48			
Nº 60	0.250	18.32	4.26	88.78	11.22			
Nº 100	0.150	16.26	3.78	92.56	7.44			
Nº 200	0.075	14.98	3.49	96.05	3.95			
< Nº 200	FONDO	16.98	3.95					


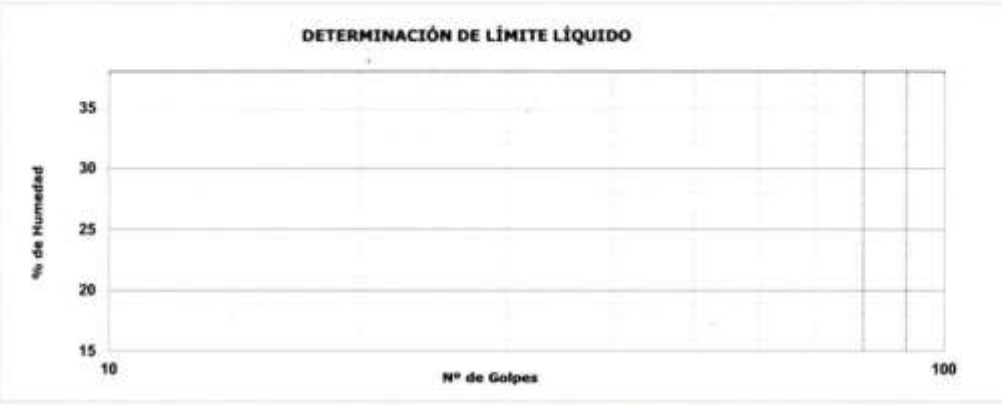


**PORCENTAJE DE GRAVA, ARENA Y FINOS**Grava: 53.46 %  
Arena: 42.59 %  
Fino: 3.95 %**PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO**Peso de suelo seco > Nº 4: 2,753 gr.  
Peso de suelo seco < Nº 4: 2,397 gr.  
Peso de suelo seco total: 5,150 gr.  
Muestra: suelo seco < Nº 4: 200.0 gr.**PLASTICIDAD**Límite Líquido: 0 %  
Límite Plástico: NP %  
Índice de Plasticidad: NP %**CLASIFICACIÓN**AASHTO: A-1-a (0)  
SUCS: GP**COEFICIENTES DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA**D<sub>10</sub>: 0.22  
D<sub>30</sub>: 1.63  
D<sub>60</sub>: 11.37  
Coeficiente de curvatura (cc): 1.08  
Coeficiente de uniformidad (cu): 52.24**ELABORADO POR**Firma:   
GIANMARCO L. SEDA  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.**APROBADO POR**Firma:   
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 313036  
ARKEL PERU S.A.C.




Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos LA1</b>		Código: P-GPE-001-F-57		
	LÍMITES DE ATTERBERG (NORMA ASTM D4318 - 17E1 )		Versión: 1		
			Fecha: 12/30/2023		
Página: 1 de 1					
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023					
<b>SOLICITANTE:</b> IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA			<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/04/2024		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
<b>Material:</b>	Terreno Natural		<b>Material Para:</b> Estudio Geotécnico		
<b>Sondaje:</b>	C-02		<b>Profundidad:</b> 0.90 - 1.80 m		
<b>Ubicación:</b>	Lote 01 - Comas - Lima				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
N° de Golpes					
Recipiente N°					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				
Peso de agua	grs.				
Peso de Recipiente	grs.				
Peso de S. Seco	grs.				
<b>% de Humedad</b>	<b>%</b>				
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
Recipiente N°					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				
Peso de agua	grs.				
Peso de Recipiente	grs.				
Peso de S. Seco	grs.				
<b>% de Humedad</b>	<b>%</b>				
<b>DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO</b>					
					
<b>RESULTADOS</b>					
Límite Líquido:		NP %			
Límite Plástico:		NP %			
Índice de Plasticidad:		NP %			
<b>OBSERVACIONES</b>					
<p>No se pudo determinar el límite líquido mediante la copa Casagrande, debido a que la pasta del suelo se cerraba de forma prematura a los 5 golpes. Por ello, el suelo se reportará como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico, de acuerdo a lo indicado en la normativa NTP 339.129 - Cap. 11.4 - Pág. 15.</p>					
<b>ELABORADO POR</b>			<b>APROBADO POR</b>		
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.			Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.		
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos CH1</b>		Código: P-OPE-001-F-52		
	CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D2216 - 19)		Versión:	3	
			Fecha:	30/12/2023	
		Página:	1 de 1		
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023					
<b>SOLICITANTE:</b> IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA			<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/04/2024		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
<b>Material:</b>	Terreno Natural		<b>Material Para:</b> Estudio geotécnico.		
<b>Sondeo:</b>	C-02		<b>Profundidad:</b> 0.90 - 1.80 m		
<b>Ubicación:</b>	Lote 01 - Comas - Lima				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA TOTAL</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
Recipiente N°		T-15			
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	622.1			
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	614.0			
Peso de agua	grs.	8.10			
Peso de Recipiente	grs.	141.20			
Peso de S. Seco	grs.	472.80			
% de Humedad	%	1.71			
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>1.7</b>			
<b>OBSERVACIONES</b>					
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD RETENIDO O PASANTE DE LA MALLA:</b>					
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>% Retenido en 3/4"</b>	<b>% Pasante en 3/4"</b>	<b>% Retenido en 3/8"</b>	<b>% Retenido en N° 4</b>
Recipiente N°					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.				
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.				
Peso de agua	grs.				
Peso de Recipiente	grs.				
Peso de S. Seco	grs.				
<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>				
<b>OBSERVACIONES</b>					
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					
<b>ELABORADO POR</b>			<b>APROBADO POR</b>		
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO <b>ARKE PERU S.A.C.</b>			Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 312838 <b>ARKE PERU S.A.C.</b>		
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		



### Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos GES1

Código: P-QPE-001-F-54

Revisión: 1  
Fecha: 30/12/2023  
Página: 1 de 1

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO MEDIANTE PICNÓMETRO DE AGUA (NORMA ASTM D854 - 14)

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 17/04/2024

## DATOS DE MUESTRA

Sondeo: C-02  
Muestra: M-1  
Ubicación: Lote 01 - Comas - LimaProfundidad: 0.90 - 1.80 m  
Material para: Estudio Geotécnico

## DATOS DEL PICNÓMETRO CALIBRADO

N° DEL PICNÓMETRO	1	UNIDAD
Masa promedio del picnómetro limpio y seco ( $M_p$ )	180.04	g
Volumen promedio del picnómetro calibrado ( $V_p$ )	499.10	cm <sup>3</sup>

## CÁLCULOS DEL ENSAYO N°

	1	UNIDAD
Método de procedimiento del ensayo	B	-
Clasificación SUCS	GP	-
Temperatura de ensayo	21.4	°C
Densidad del agua a la temperatura de ensayo ( $\rho_{w,t}$ )	0.9979	g/cm <sup>3</sup>
Masa del picnómetro + agua a la temperatura de ensayo ( $M_{p,w,t}$ )	658.47	g
Masa del picnómetro + agua + sólidos de suelo a la temperatura del ensayo ( $M_{p,w,t,s}$ )	721.73	g
Masa de los sólidos de suelo secados al horno ( $M_s$ )	100.00	g
Gravedad específica de los sólidos de suelo a la temperatura de ensayo ( $G_s$ )	2.722	-
Coefficiente de temperatura (K)	0.99969	-
Gravedad específica de los sólidos de suelo a 20°C ( $G_{s,20°C}$ )	2.721	-

## OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ELABORADO POR

Firma:

  
JUAN CARLOS SEDANO TELLO  
JEFE DE LABORATORIO  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

## APROBADO POR

Firma:

  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312036  
ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Fecha:

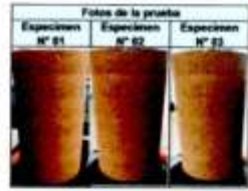
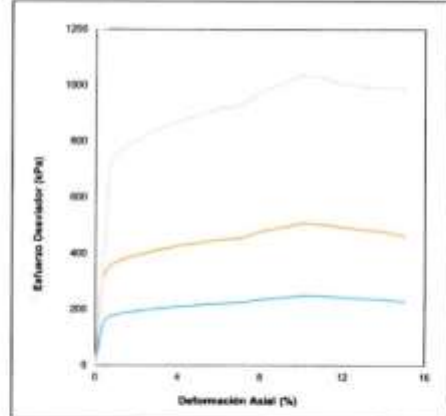
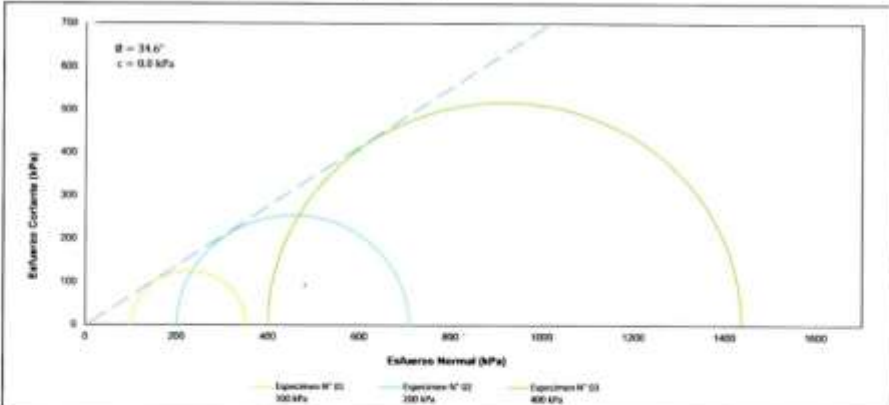
FECHA DE ENSAYO: 19/04/2024

**DATOS DE MUESTRA**

Sondaje: C-02 Material: M-01 Ubicación: Lote 01 - Comas - Lima	Profundidad: 0.50 - 1.50 m Material para: Estado Geotécnico Turno: Día
--	--

Especimen N°	Ø1			Ø2			Ø3		
	Tipos de muestra			Remoldeada					
Áreas de la prueba	Diámetro	mm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Altura	mm	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	Contenido de humedad	%	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.771	1.771	1.771	1.771	1.771	1.771	1.771
	Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.741	1.741	1.741	1.741	1.741	1.741	1.741
	Grado de saturación	%	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22
Datos de la prueba	Relación de vacíos	-	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	Contenido de humedad	%	-	-	-	-	-	-	-
	Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
	Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
Grado de saturación	%	-	-	-	-	-	-	-	
Relación de vacíos	-	-	-	-	-	-	-	-	

Especimen N°	Ø1			Ø2			Ø3		
	Datos de la prueba								
Esfuerzo desviador	kPa	251.75	503.50	1007.00	1007.00	1007.00	1007.00	1007.00	1007.00
$\sigma_1$ en falla	kPa	351.75	703.50	1407.00	1407.00	1407.00	1407.00	1407.00	1407.00
$\sigma_3$ en falla	kPa	100.00	200.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Deformación axial en la falla	%	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Tasa de deformación	mm/min	1.00							
Gravedad Específica	-	2.721							
Límite Líquido	%	NP							
Límite Plástico	%	NP							



<b>ELABORADO POR</b> Firma: <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.	<b>APROBADO POR</b> Firma: <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 ARKEL PERU S.A.C.
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:





**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-05

Versión: 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM D2850 - 15)

Fecha: 30/12/2023

Página: 2 de 4

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 19/04/2024

**Especimen N° 01**  
100 kPa

Deformación Axial (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_3/\sigma_1$	$\beta$ (kPa)	$q$ (kPa)	$q/\beta$
0.00	0.66	100.66	100.00	1.01	100.33	0.33	0.00
0.37	150.54	250.54	100.00	2.51	175.27	75.27	0.43
0.74	176.19	276.19	100.00	2.76	188.09	88.09	0.47
1.11	184.20	284.20	100.00	2.84	192.10	92.10	0.48
1.49	189.59	289.59	100.00	2.90	194.80	94.80	0.49
1.86	193.53	293.53	100.00	2.94	198.76	98.76	0.49
2.23	196.74	296.74	100.00	2.97	198.37	98.37	0.50
2.61	200.67	300.67	100.00	3.01	200.34	100.34	0.50
2.98	204.02	304.02	100.00	3.04	202.01	102.01	0.50
3.36	206.50	306.50	100.00	3.08	203.25	103.25	0.51
3.73	209.12	309.12	100.00	3.09	204.56	104.56	0.51
4.11	212.33	312.33	100.00	3.12	206.16	106.16	0.51
4.49	214.22	314.22	100.00	3.14	207.11	107.11	0.52
4.86	215.39	315.39	100.00	3.15	207.69	107.69	0.52
5.23	218.03	318.03	100.00	3.18	209.52	109.52	0.52
5.61	220.49	320.49	100.00	3.20	210.24	110.24	0.52
5.98	222.09	322.09	100.00	3.22	211.05	111.05	0.53
6.37	223.55	323.55	100.00	3.24	211.78	111.78	0.53
6.74	224.57	324.57	100.00	3.25	212.29	112.29	0.53
7.12	225.88	325.88	100.00	3.26	212.94	112.94	0.53
7.49	230.34	330.34	100.00	3.30	215.17	115.17	0.54
7.86	234.77	334.77	100.00	3.38	217.38	117.38	0.54
8.23	238.78	338.78	100.00	3.39	218.39	118.39	0.54
8.61	242.23	342.23	100.00	3.40	220.12	120.12	0.55
8.98	244.38	344.38	100.00	3.44	222.19	122.19	0.55
9.36	245.86	345.86	100.00	3.48	222.93	122.93	0.55
9.73	249.33	349.33	100.00	3.49	224.67	124.67	0.55
10.10	251.75	351.75	100.00	3.52	225.88	125.88	0.56
10.48	251.01	351.01	100.00	3.51	225.51	125.51	0.56
10.85	250.19	350.19	100.00	3.50	225.09	125.09	0.56
11.23	248.77	348.77	100.00	3.49	224.38	124.38	0.55
11.61	247.06	347.06	100.00	3.47	223.53	123.53	0.55
11.99	244.61	344.61	100.00	3.45	222.31	122.31	0.55
12.36	243.93	343.93	100.00	3.44	221.97	121.97	0.55
12.73	241.77	341.77	100.00	3.42	220.88	120.88	0.55
13.11	240.69	340.69	100.00	3.41	220.34	120.34	0.55
13.48	239.49	339.49	100.00	3.39	219.75	119.75	0.54
13.86	238.13	338.13	100.00	3.38	219.07	119.07	0.54
14.24	236.05	336.05	100.00	3.36	218.03	118.03	0.54
14.61	232.56	332.56	100.00	3.33	216.28	116.28	0.54
14.99	230.65	330.65	100.00	3.31	215.33	115.33	0.54
15.00	229.14	329.14	100.00	3.29	214.57	114.57	0.53

ELABORADO POR

APROBADO POR

Firma:

Firma:

**GIANMARCO L. SEDANO TEI**  
 JEFE DE LA SUBDIRECCIÓN  
 ARKEL PERU S.A.C.

**PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 313036  
 ARKEL PERU S.A.C.

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:



**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-45

Versión: 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM D2850 - 15)

Fecha: 30/12/2023

Página: 3 de 4

PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 19/04/2024

Especimen N° 02 200 kPa							
Deformación Axial (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_3/\sigma_1$	$p$ (kPa)	$q$ (kPa)	$q/p$
0.00	0.00	200.00	200.00	1.00	200.00	0.00	0.00
0.35	304.58	504.58	200.00	2.52	352.29	152.29	0.43
0.72	356.47	556.47	200.00	2.78	378.24	178.24	0.47
1.09	372.00	572.00	200.00	2.86	386.35	186.35	0.48
1.46	383.00	583.00	200.00	2.92	391.00	191.00	0.49
1.83	391.56	591.56	200.00	2.96	395.78	195.78	0.49
2.21	388.05	588.05	200.00	2.94	390.02	189.02	0.49
2.57	406.01	606.01	200.00	3.03	403.00	203.00	0.50
2.94	412.79	612.79	200.00	3.06	406.40	206.40	0.51
3.32	417.80	617.80	200.00	3.09	408.90	208.90	0.51
3.69	423.11	623.11	200.00	3.12	411.56	211.56	0.51
4.07	429.60	629.60	200.00	3.15	414.30	214.30	0.52
4.44	433.43	633.43	200.00	3.17	416.72	216.72	0.52
4.81	435.79	635.79	200.00	3.18	417.89	217.89	0.52
5.18	443.18	643.18	200.00	3.22	421.58	221.58	0.53
5.55	446.11	646.11	200.00	3.23	423.05	223.05	0.53
5.93	448.35	648.35	200.00	3.25	424.68	224.68	0.53
6.31	452.30	652.30	200.00	3.26	426.15	226.15	0.53
6.68	454.37	654.37	200.00	3.27	427.18	227.18	0.53
7.06	457.02	657.02	200.00	3.29	428.51	228.51	0.53
7.43	466.04	666.04	200.00	3.33	433.02	233.02	0.54
7.80	475.01	675.01	200.00	3.38	437.51	237.51	0.54
8.17	483.12	683.12	200.00	3.42	441.56	241.56	0.55
8.55	486.08	686.08	200.00	3.43	443.03	243.03	0.55
8.92	494.46	694.46	200.00	3.47	447.23	247.23	0.55
9.30	497.45	697.45	200.00	3.49	448.73	248.73	0.55
9.67	504.47	704.47	200.00	3.52	452.23	252.23	0.56
10.04	509.36	709.36	200.00	3.55	454.68	254.68	0.56
10.41	507.86	707.86	200.00	3.54	453.93	253.93	0.56
10.79	506.20	706.20	200.00	3.53	453.10	253.10	0.56
11.17	503.32	703.32	200.00	3.52	451.66	251.66	0.56
11.55	499.87	699.87	200.00	3.50	449.93	249.93	0.56
11.92	494.32	694.32	200.00	3.47	447.40	247.40	0.55
12.30	490.54	690.54	200.00	3.47	446.77	246.77	0.55
12.67	489.17	689.17	200.00	3.45	444.56	244.56	0.55
13.04	486.98	686.98	200.00	3.43	443.49	243.49	0.55
13.42	484.58	684.58	200.00	3.42	442.26	242.26	0.55
13.80	481.80	681.80	200.00	3.41	440.90	240.90	0.55
14.18	477.60	677.60	200.00	3.39	438.80	238.80	0.54
14.55	470.52	670.52	200.00	3.35	436.26	236.26	0.54
14.92	466.67	666.67	200.00	3.33	433.33	233.33	0.54
15.00	463.62	663.62	200.00	3.32	431.81	231.81	0.54

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.	Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 343936 ARKEL PERU S.A.C.
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:



**Reporte de Ensayo Laboratorio Suelos TRIAUU**

Código: P-OPE-001-F-05

Versión: 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN TRIAXIAL NO CONSOLIDADA - NO DRENADA (UU) (NORMA ASTM ASTM D2850 - 15)

Fecha: 30/12/2023

Página: 4 de 4




PROYECTO: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

SOLICITANTE: IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

FECHA DE ENSAYO: 19/04/2024

Especimen N° 03 400 kPa							
Deformación Axial (%)	Esfuerzo Desviador (kPa)	$\sigma_1$ (kPa)	$\sigma_3$ (kPa)	$\sigma_3/\sigma_1$	$p$ (kPa)	$q$ (kPa)	$q/p$
0.00	0.96	400.66	400.00	1.00	400.33	0.33	0.00
0.36	307.91	727.91	400.00	1.82	563.96	163.96	0.29
0.73	725.59	1125.59	400.00	2.81	762.80	362.80	0.48
1.09	758.80	1158.80	400.00	2.90	779.30	379.30	0.49
1.45	780.80	1180.80	400.00	2.95	790.40	390.40	0.49
1.83	797.01	1197.01	400.00	2.99	798.50	398.50	0.50
2.20	810.21	1210.21	400.00	3.03	806.11	406.11	0.50
2.58	826.42	1226.42	400.00	3.07	813.21	413.21	0.51
2.96	840.22	1240.22	400.00	3.10	820.11	420.11	0.51
3.33	850.42	1250.42	400.00	3.13	826.21	426.21	0.52
3.69	861.23	1261.23	400.00	3.15	830.61	430.61	0.52
4.06	874.43	1274.43	400.00	3.19	837.21	437.21	0.52
4.43	882.23	1282.23	400.00	3.21	841.12	441.12	0.52
4.80	887.03	1287.03	400.00	3.22	843.52	443.52	0.53
5.18	893.04	1302.04	400.00	3.26	851.62	451.62	0.53
5.57	907.12	1307.12	400.00	3.27	853.56	453.56	0.53
5.94	914.64	1314.64	400.00	3.29	857.32	457.32	0.53
6.30	920.64	1320.64	400.00	3.30	860.32	460.32	0.54
6.67	924.84	1324.84	400.00	3.31	862.42	462.42	0.54
7.04	930.24	1330.24	400.00	3.33	865.12	465.12	0.54
7.42	946.80	1346.80	400.00	3.37	874.30	474.30	0.54
7.80	966.67	1366.67	400.00	3.42	883.43	483.43	0.55
8.18	983.38	1383.38	400.00	3.46	891.69	491.69	0.55
8.55	989.35	1389.35	400.00	3.47	894.68	494.68	0.55
8.91	1006.45	1406.45	400.00	3.52	903.22	503.22	0.56
9.28	1012.54	1412.54	400.00	3.53	906.27	506.27	0.56
9.65	1026.83	1426.83	400.00	3.57	913.41	513.41	0.56
10.04	1036.78	1436.78	400.00	3.58	916.39	516.39	0.56
10.42	1033.74	1433.74	400.00	3.58	916.87	516.87	0.56
10.79	1030.34	1430.34	400.00	3.58	916.17	516.17	0.56
11.16	1027.25	1427.25	400.00	3.57	913.63	513.63	0.56
11.53	1017.46	1417.46	400.00	3.54	906.73	506.73	0.56
11.91	1007.39	1407.39	400.00	3.52	893.69	503.69	0.56
12.29	1004.58	1404.58	400.00	3.51	892.29	502.29	0.56
12.66	999.36	1399.36	400.00	3.50	889.68	499.68	0.56
13.04	995.84	1395.84	400.00	3.49	887.82	497.82	0.55
13.42	994.60	1394.60	400.00	3.49	887.30	497.30	0.55
13.79	992.67	1392.67	400.00	3.48	886.34	496.34	0.55
14.16	991.95	1391.95	400.00	3.48	885.98	495.98	0.55
14.53	990.62	1389.62	400.00	3.48	885.31	495.31	0.55
14.91	989.74	1389.74	400.00	3.47	884.87	494.87	0.55
15.00	989.74	1388.74	400.00	3.47	884.37	494.37	0.55

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO ARKEL PERU S.A.C.	Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 313038 ARKEL PERU S.A.C.
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

	<b>Reporte de Ensayo Laboratorio Químicos AQ1</b>		Código: P-OPS-001-F-43						
	MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS (NORMAS ASTM D512-12 Y ASTM D516 - 16)		Versión: 1						
			Fecha: 30/12/2023						
			Página: 1 de 1						
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023									
<b>UBICACIÓN:</b> LOTE 01 - COMAS - LIMA		<b>PROFUND:</b> 0.90 - 1.80 m							
<b>CALICATA:</b> C - 02		<b>MUESTRA:</b> M - 1	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/04/2024						
<table border="1" data-bbox="475 853 1150 1066"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>CL<sup>-</sup> (ppm)</th> <th>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 1</td> <td>2125.00</td> <td>1670.00</td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRA	CL <sup>-</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)	M - 1	2125.00	1670.00
MUESTRA	CL <sup>-</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)							
M - 1	2125.00	1670.00							
Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante									
<b>ELABORADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>							
Firma:  <b>GIANMARCO L. SEDANO TELLO</b> JEFE DE LABORATORIO AR KEL PERU S.A.C.		Firma:  <b>PEDRO ANTONIO RIOS CHIRA</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 313036 AR KEL PERU S.A.C.							
Nombre:		Nombre:							
Fecha:		Fecha:							

**ANEXO VI. PANEL FOTOGRÁFICO**

VISTA DEL SITE



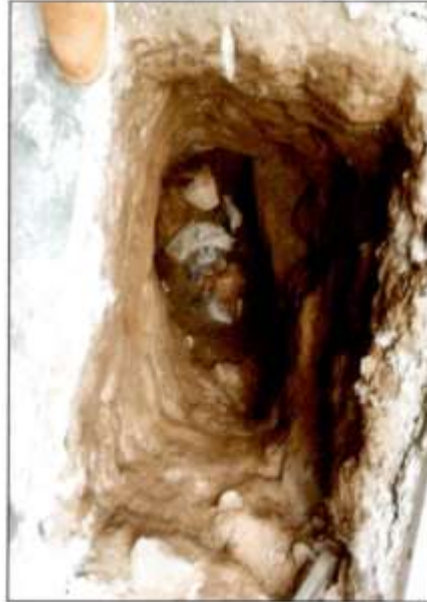
VISTA DE LA CALICATA 1



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 312106  
ARKEL PERU S. R. L.



VISTA DE LA CALICATA 2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 315936  
ARKEL PERU S. A. S.

VISTA DEL CUARTEO C-2



VISTA DE LA MUESTRA C-2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA C-2



ENSAYO DE HUMEDAD C-2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 313036  
ARKEL PERU S.A.S.

ENSAYO DE LÍMITES DE PLASTICIDAD C-2



ENSAYO DE TRIAXIAL UU C-2



  
PEDRO ANTONIO RIOS CHIARA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 31303B  
ARKEL PERU S.A.S

## Anexo 7. Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación

### CARTA DE AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, Yo **William Alexander Mejia Ramos**, identificado con **DNI N° 09991200** con domicilio en Jr. Santa Martha Nro. 301 Collique 3 Zona, del distrito de Comas, provincia de Lima, departamento de Lima, **AUTORIZA** a **Ivan Antony Castillo Pereda**, identificado con **DNI N° 74599600** con domicilio en Calle San Juan de Dios 119, del distrito de Independencia, provincia de Lima, departamento de Lima. Para que pueda realizar su Tesis en mi terreno.

Entiendo que el propósito de su investigación es realizar un análisis sísmico de mi vivienda. Por esta razón mi persona **AUTORIZA** que pueda realizar sus ensayos en el terreno que me corresponde, en el tiempo que dure su investigación con la condición de que lo deje tal cual se le ha entregado.

Lunes, 15 de Abril del 2024



William Alexander Mejia Ramos  
DNI N° 09991200



## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Por medio de la presente, Yo **Milton Cesar Pereda Calixtro**, identificado con **DNI N° 44028325** con domicilio en el Psj. Santo Cristo Mz. H-1 LT. 11 P. Joven Milagro de Jesus, del distrito de Comas, provincia de Lima, departamento de Lima, **AUTORIZA** a **Ivan Antony Castillo Pereda**, identificado con **DNI N° 74599600** con domicilio en Calle San Juan de Dios 119, del distrito de Independencia, provincia de Lima, departamento de Lima. Para que pueda realizar su Tesis en mi terreno.

Entiendo que el propósito de su investigación es realizar un análisis sísmico de mi vivienda. Por esta razón mi persona **AUTORIZA** que pueda realizar sus ensayos en el terreno que me corresponde, en el tiempo que dure su investigación con la condición de que lo deje tal cual se le ha entregado.

Lunes, 15 de Abril del 2024

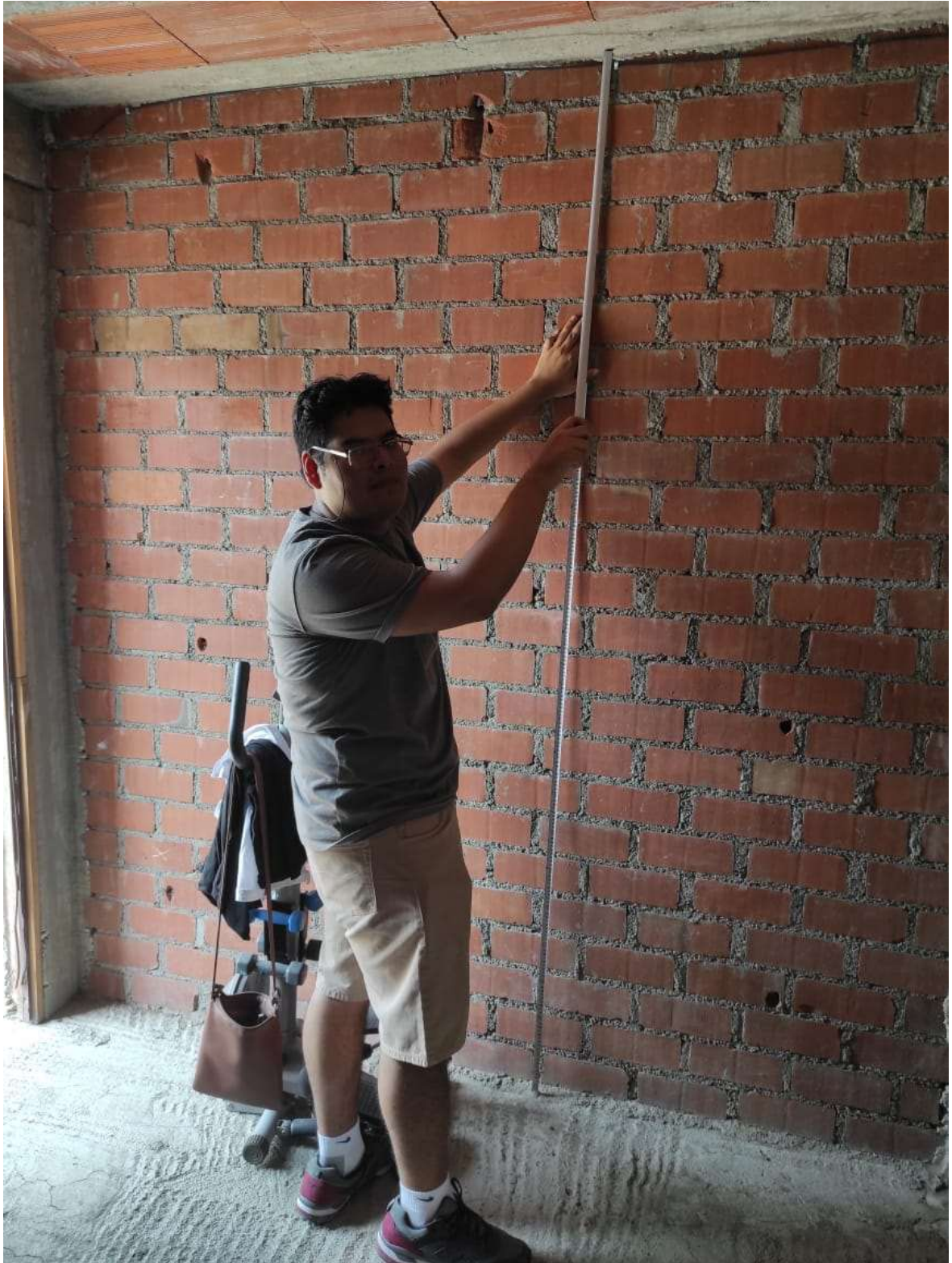


Milton Cesar Pereda Calixtro  
DNI N° 44028325

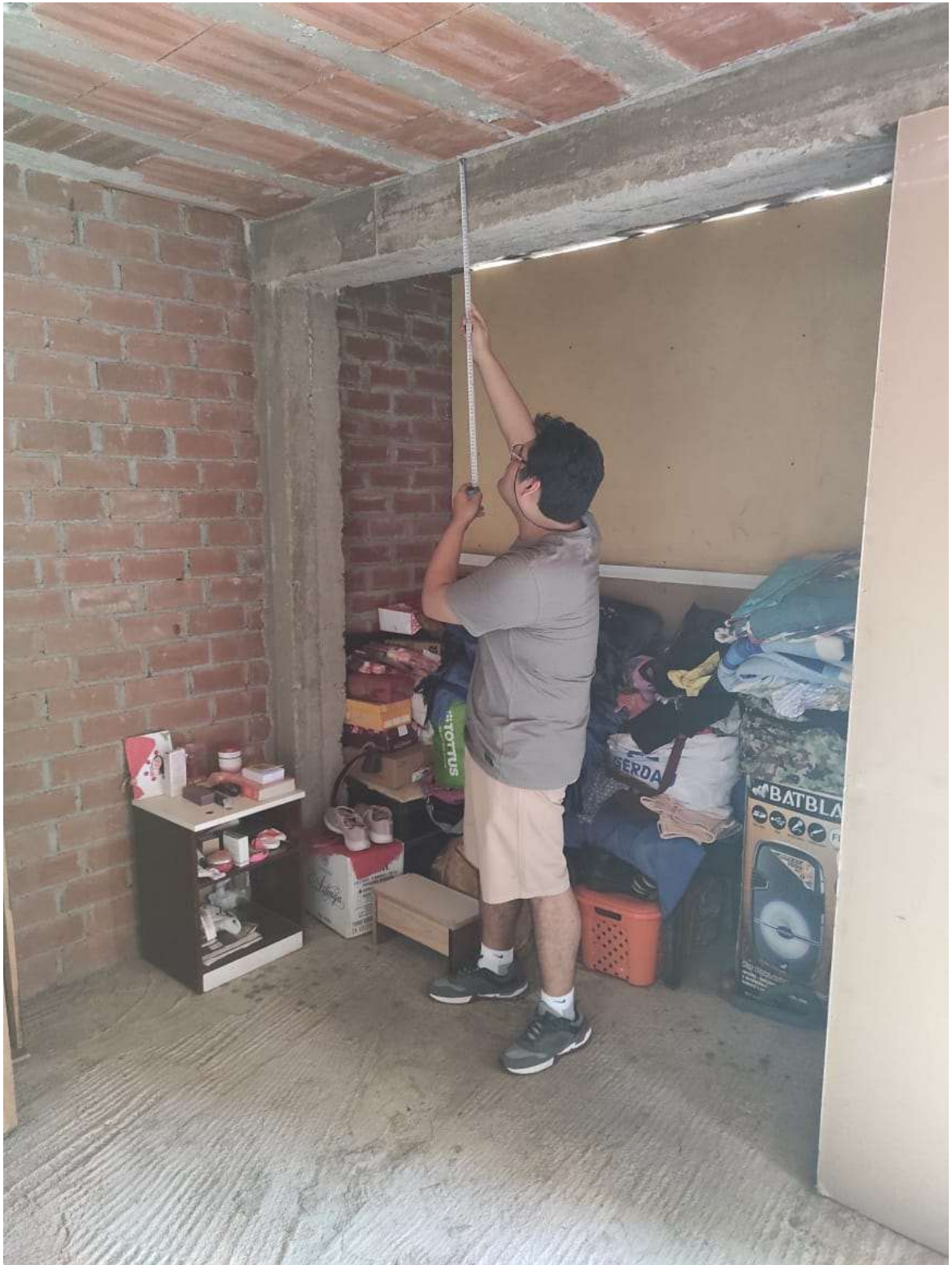


Anexo 8. Otras evidencias















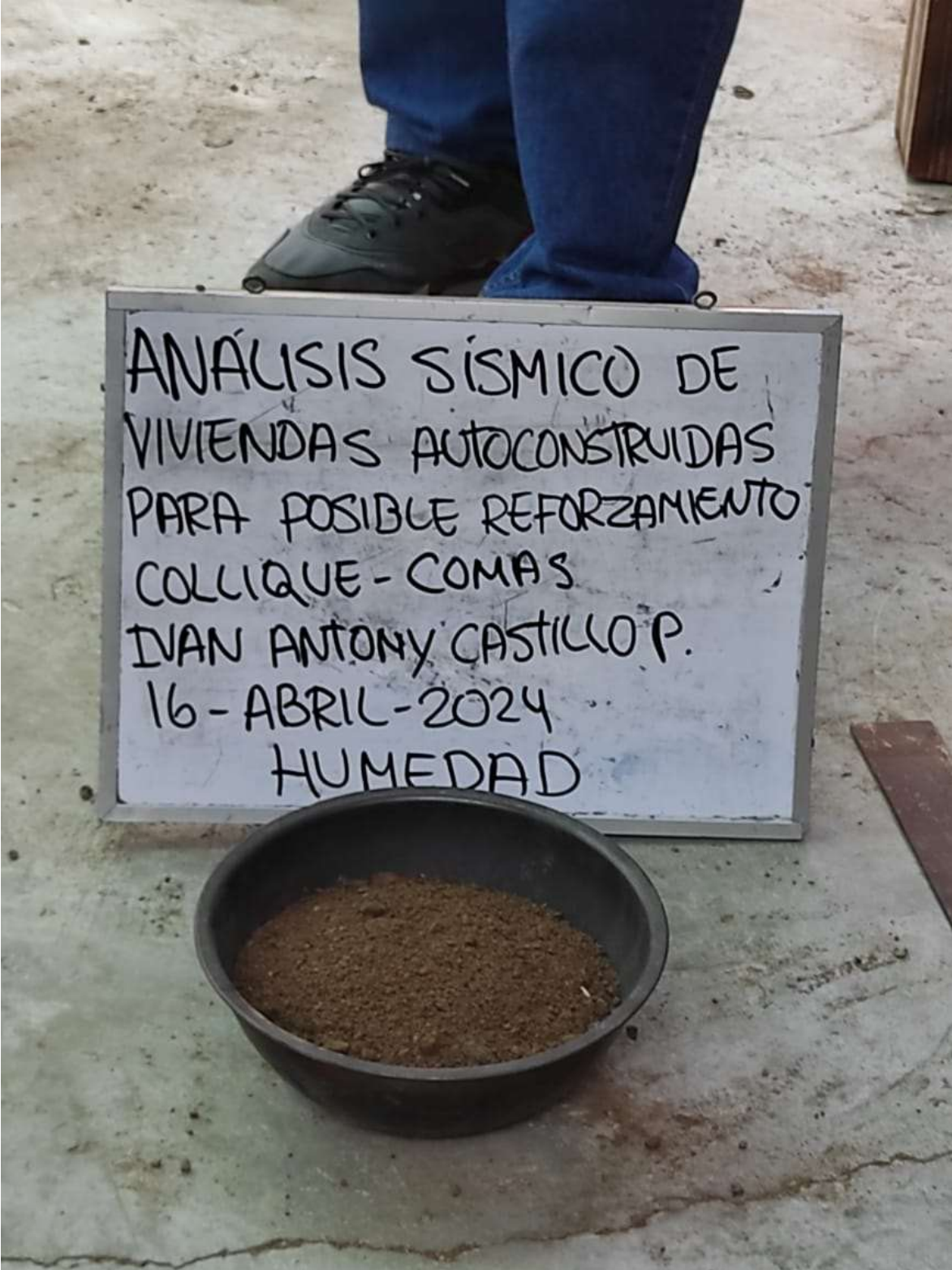












ANÁLISIS SÍSMICO DE  
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS  
PARA POSIBLE REFORZAMIENTO  
COLLIQUE - COMAS  
IVAN ANTONY CASTILLO P.  
16 - ABRIL - 2024  
HUMEDAD



ANÁLISIS SÍSMICO DE  
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS  
PARA POSIBLE REFORZAMIENTO  
COLLIQUE - COMAS  
IVAN ANTONY CASTILLO P.  
16 - ABRIL - 2024  
GRANULOMETRÍA





ANÁLISIS SÍSMICO DE  
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS  
PARA POSIBLE REFORZAMIENTO  
COLLIQUE-COMAS  
IVAN ANTONY CASTILLO P.  
16-ABRIL-2024  
GRANULOMETRÍA







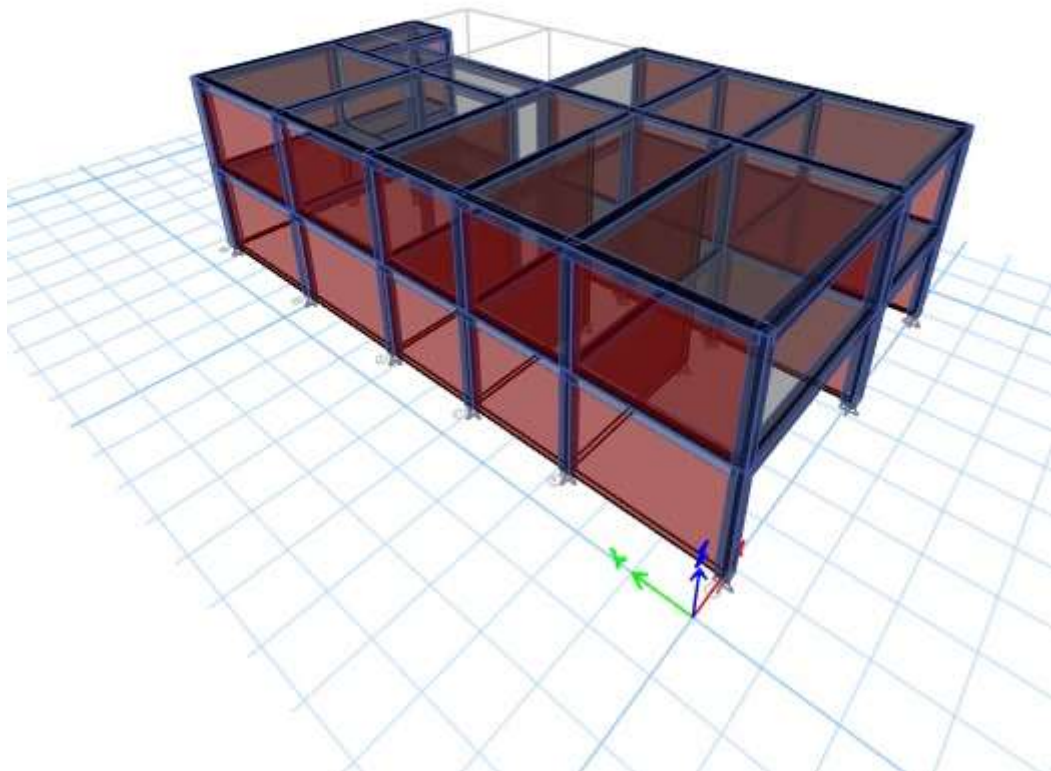
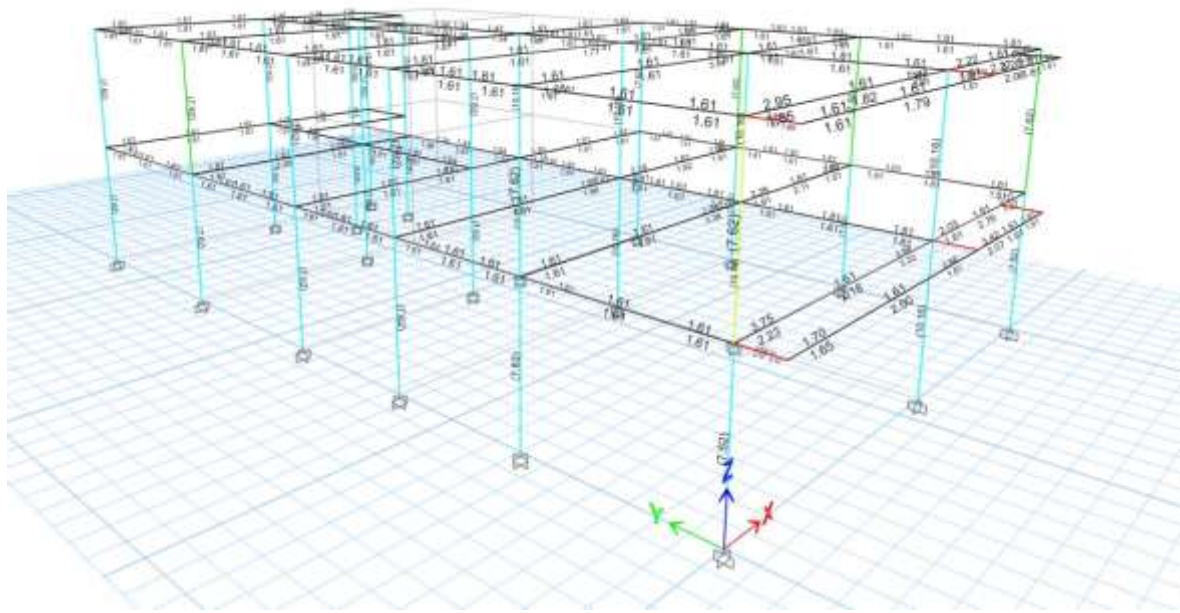


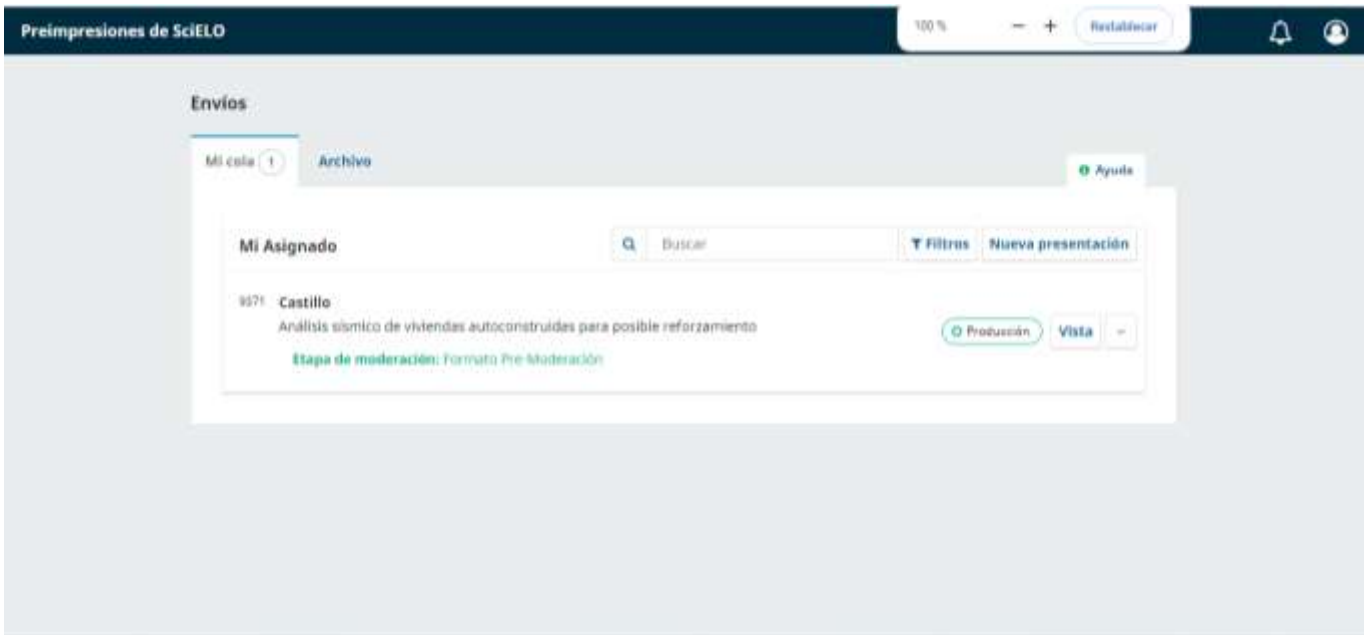


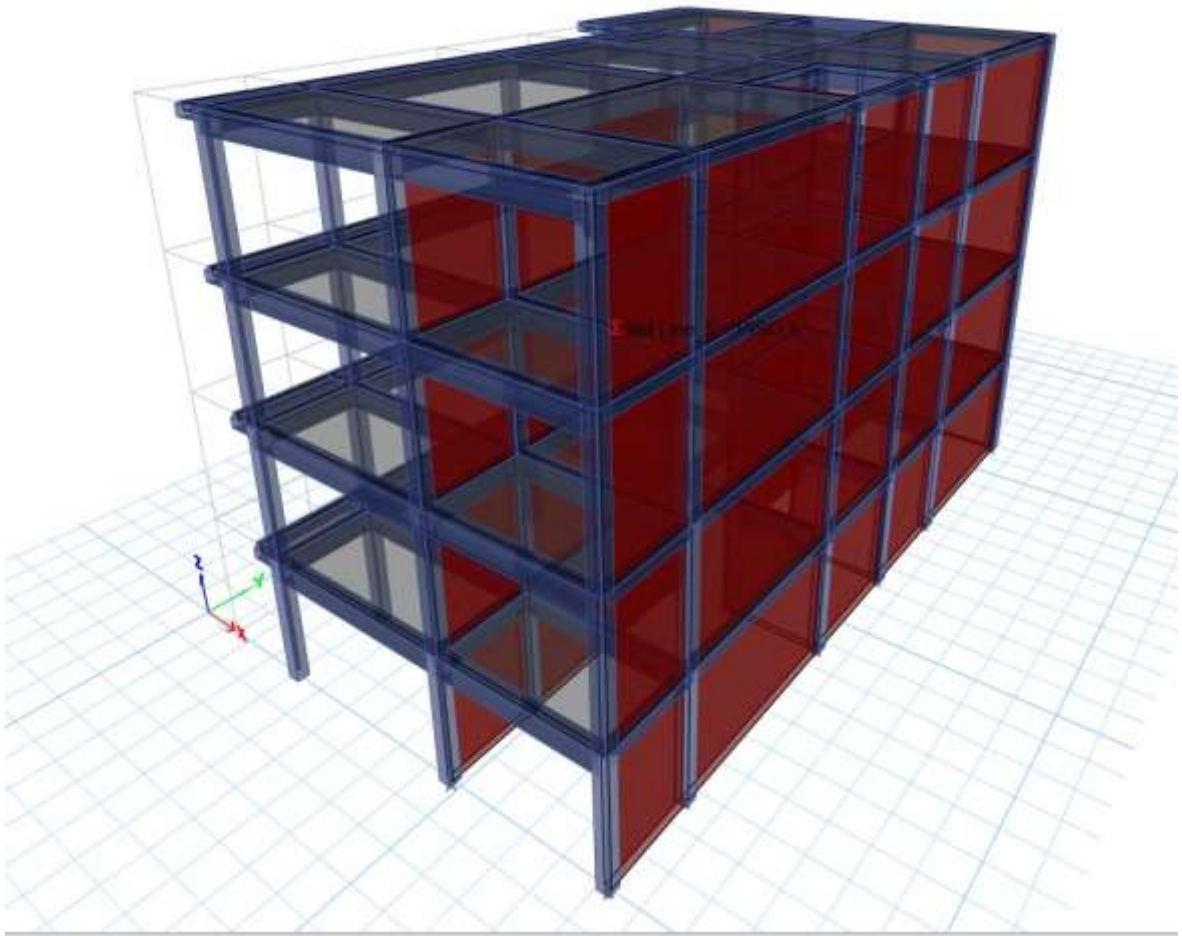














ARKEL PERU S.A.C.  
P.J. Collique 1ra Zona, Jr. Ricardo Palma 174

COMAS - LIMA - LIMA

RUC: 20606241403

## BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

Nro. B001-00000001

**Cliente:** IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

**Moneda:** SOLES

**IGV:** 18.00 %

**DNI:** 74599600

**Condición de Pago:**

Contado

**Dirección:** CALLE SAN JUAN DE DIOS 119

**Ciudad:** INDEPENDENCIA - LIMA - LIMA

**Fecha de Emisión:**

03-may-2024

**Forma de Pago:**

**Orden de Compra:**

**Fecha de Vencimiento:**

03-may-2024

**N° Guía de Remisión:**

CÓDIGO	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	V. UNIT.	DSCTO.	V. VENTA
	1	Unidad	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, INCLUYE TRABAJOS EN CAMPO, LABORATORIO, GABINETE Y LOGISTICA	2960.00	0.00	2960.00

### OBSERVACIONES

COTIZACIÓN 671-04-2024 Rev.1 / Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

OP. GRAVADAS S/ 2,147.00

OP. INAFECTAS S/ 0.00

OP. EXONERADAS S/ 0.00

OP. EXPORTACION S/ 0.00

TOTAL OP. GRATUITAS S/ 0.00

DSCTOS. TOTALES S/ 813.00

ANTICIPOS S/ 0.00

SUB TOTAL S/ 2,147.00

ICBPER S/ 0.00

ISC S/ 0.00

IGV S/ 386.46

OTROS CARGOS S/ 0.00

**TOTAL S/ 2,533.46**

SON: DOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y TRES Y 46/100 SOLES

Operador de Servicios Electrónicos  
según Resolución N° 034-005-0008776



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en [www.efact.pe](http://www.efact.pe)

Autorizado mediante la Resolución de intendencia N° 0340050004177/SUNAT



ARKEL PERU S.A.C.  
P.J. Collique 1ra Zona, Jr. Ricardo Palma 174

COMAS - LIMA - LIMA

RUC: 20606241403

## BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

Nro. B001-00000002

**Cliente:** IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA

**Moneda:** SOLES

**IGV:** 18.00 %

**DNI:** 74599600

**Condición de Pago:**

CONTADO

**Dirección:** CALLE SAN JUAN DE DIOS 119

**Ciudad:** INDEPENDENCIA - LIMA - LIMA

**Fecha de Emisión:**

03-may-2024

**Forma de Pago:**

**Orden de Compra:**

**Fecha de Vencimiento:**

**N° Guía de Remisión:**

CÓDIGO	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	V. UNIT.	DSCTO.	V. VENTA
	1	UNIDAD	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, INCLUYE TRABAJOS EN CAMPO, LABORATORIO, GABINETE Y LOGISTICA	2710.00	0.00	2710.00

### OBSERVACIONES

COTIZACIÓN 672-04-2024 Rev.1 / Proyecto: ANÁLISIS SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS PARA POSIBLE REFORZAMIENTO, COLLIQUE, COMAS 2023

OP. GRAVADAS S/ 1,897.00

OP. INAFECTAS S/ 0.00

OP. EXONERADAS S/ 0.00

OP. EXPORTACION S/ 0.00

TOTAL OP. GRATUITAS S/ 0.00

DSCTOS. TOTALES S/ 813.00

ANTICIPOS S/ 0.00

SUB TOTAL S/ 1,897.00

ICBPER S/ 0.00

ISC S/ 0.00

IGV S/ 341.46

OTROS CARGOS S/ 0.00

**TOTAL S/ 2,238.46**

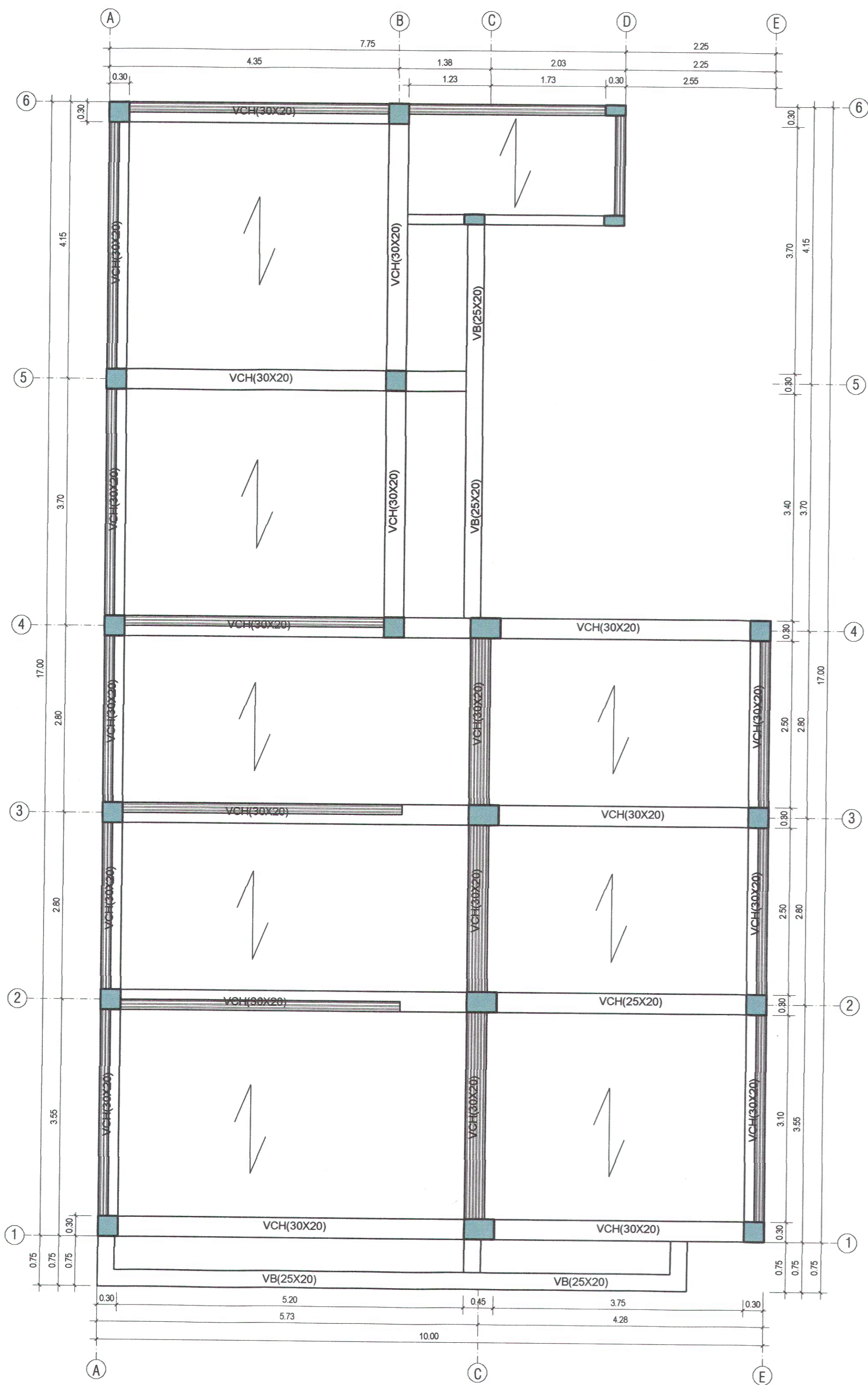
SON: DOS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO Y 46/100 SOLES

Operador de Servicios Electrónicos  
según Resolución N° 034-005-0008776

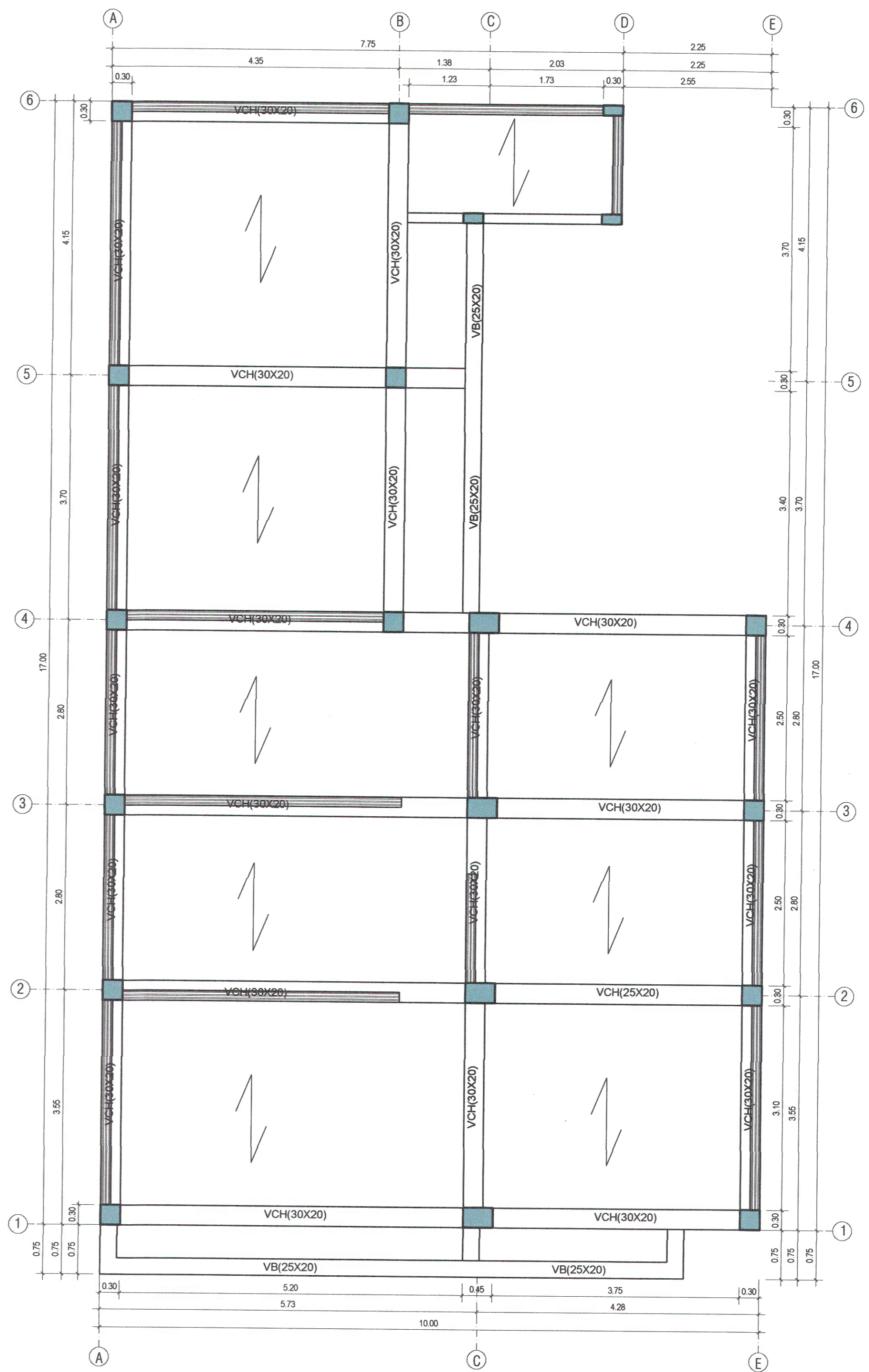


Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en [www.efact.pe](http://www.efact.pe)


Autorizado mediante la Resolución de intendencia N° 0340050004177/SUNAT



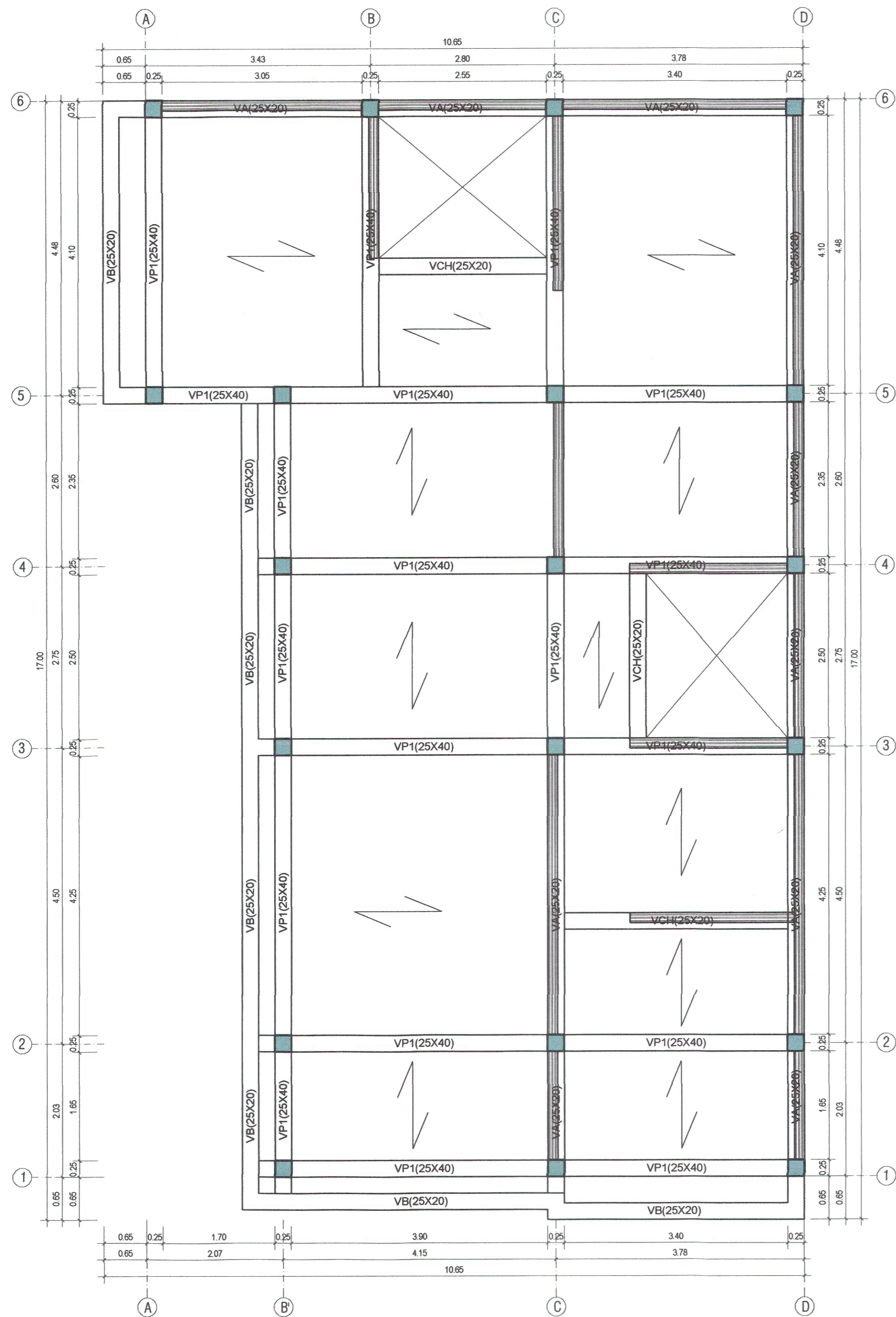
**TECHO DE 1° PISO**  
**S/C : 200 kg/cm<sup>2</sup>**  
**H (losa): 20 cm**  
**ESCALA 1/50**



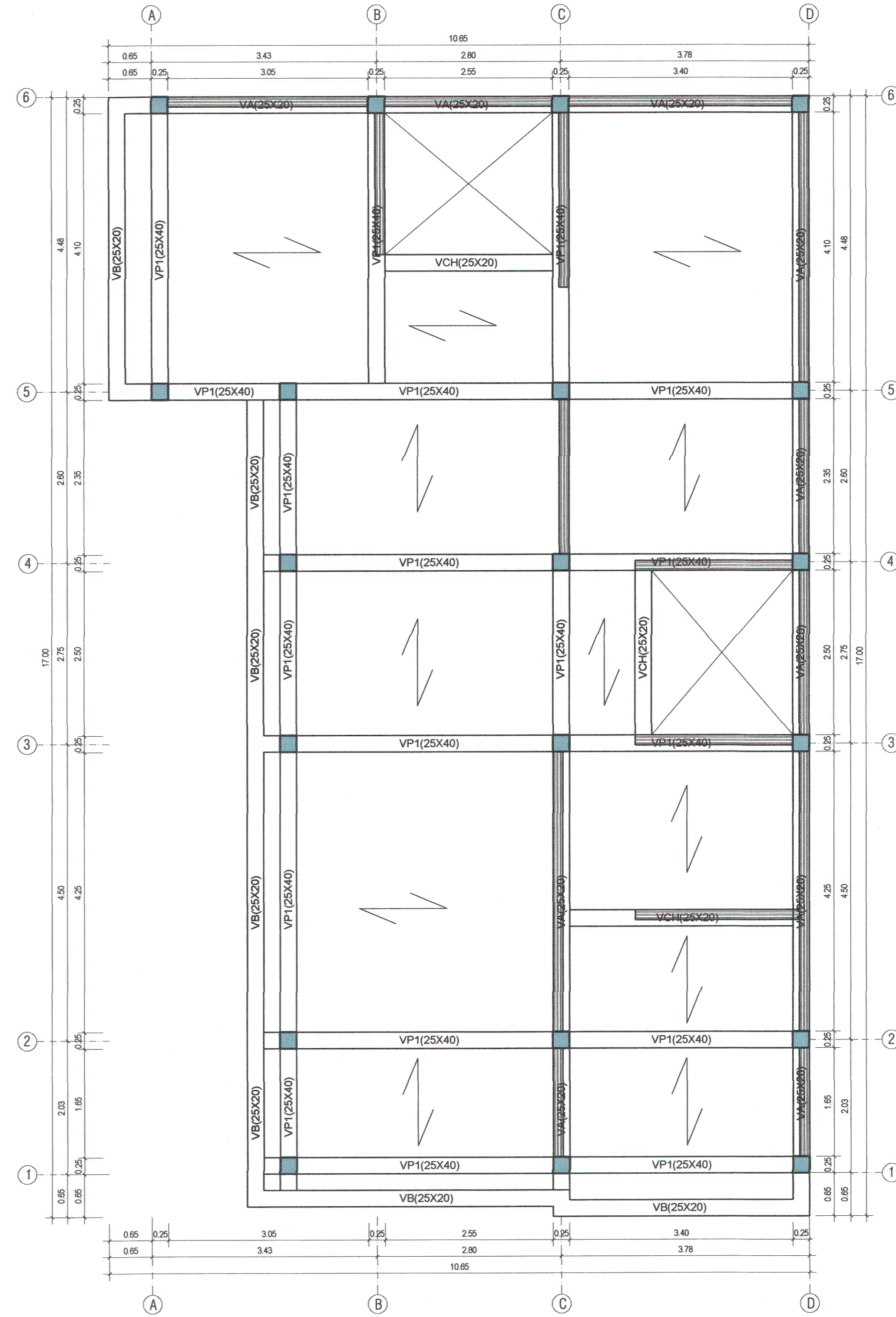
**TECHO DE 2° PISO**  
**S/C : 100 kg/cm<sup>2</sup>**  
**H (losa): 20 cm**  
**ESCALA 1/50**

PROPIETARIO:		MILTON CESAR PEREDA CALIXTRO	
PROFESIONAL:	HIMLER CANO LAGOS	CIP:	145800
OBRA:	VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA	FIRMA:	
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	HIMLER CANO LAGOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 145800	
UBICACION:	Pasaje Santo Cristo MZ H1-LT11 3ra Zona Collique Comas Lima		LAMINA:
DESCRIPCION:	Techo 1° - 2° Planta		<b>E-01</b>
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	
IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	1/50	ABRIL - 2024	



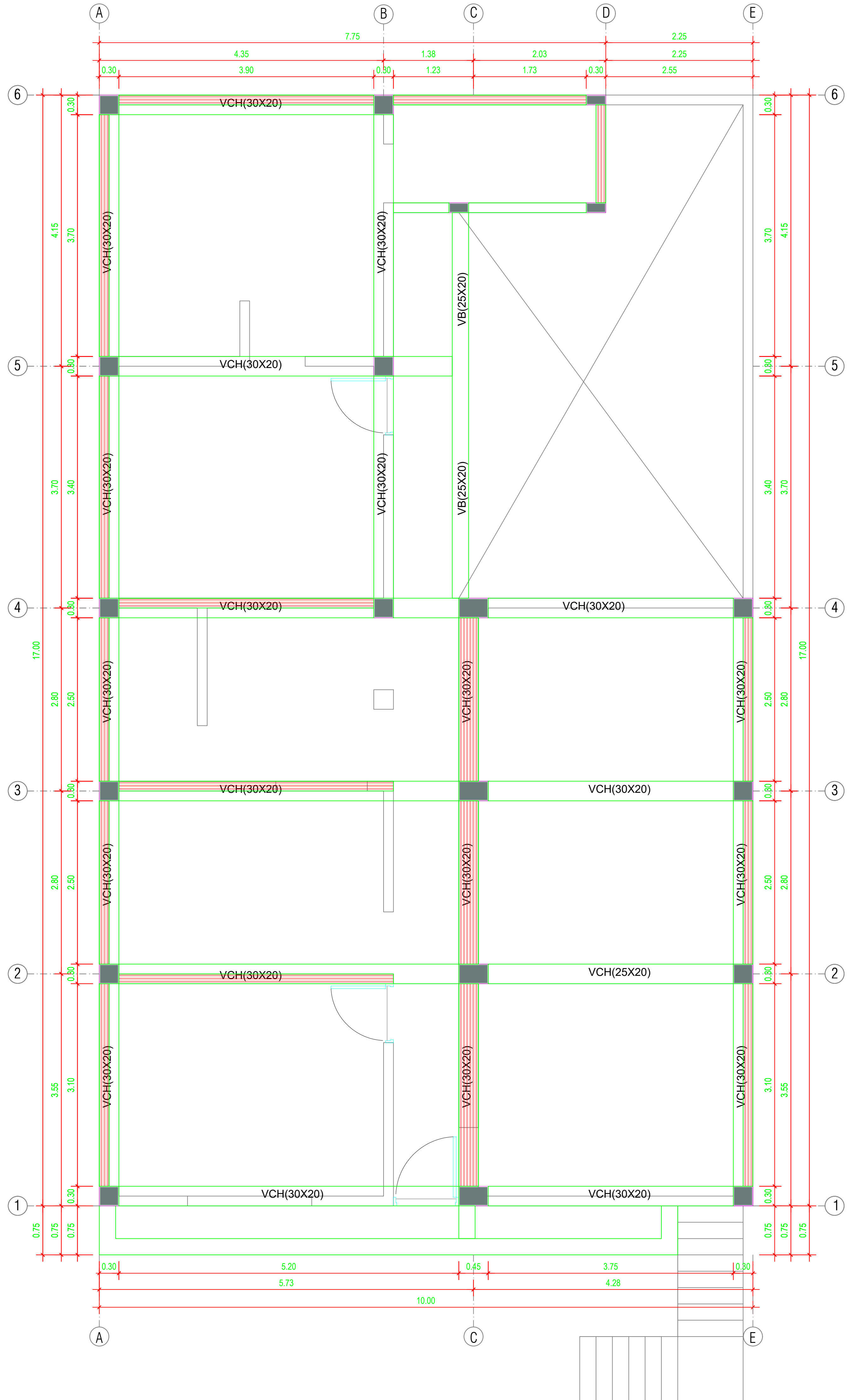


**TECHO DE 1° - 3° PISO**  
**S/C : 200 kg/cm<sup>2</sup>**  
**H (losa): 20 cm**  
**ESCALA 1/50**

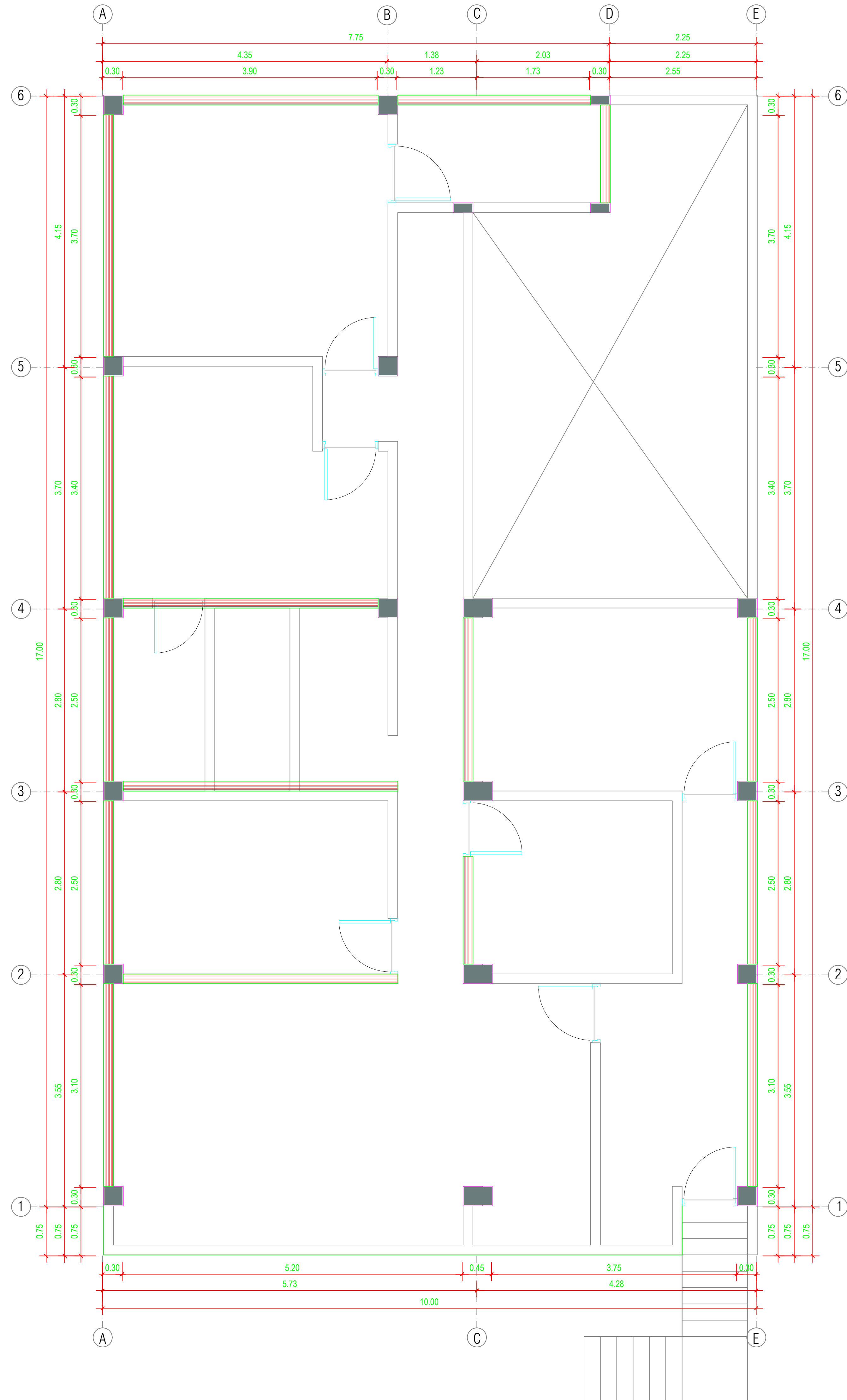


**TECHO DE 4° PISO**  
**S/C : 100 kg/cm<sup>2</sup>**  
**H (losa): 20 cm**  
**ESCALA 1/50**

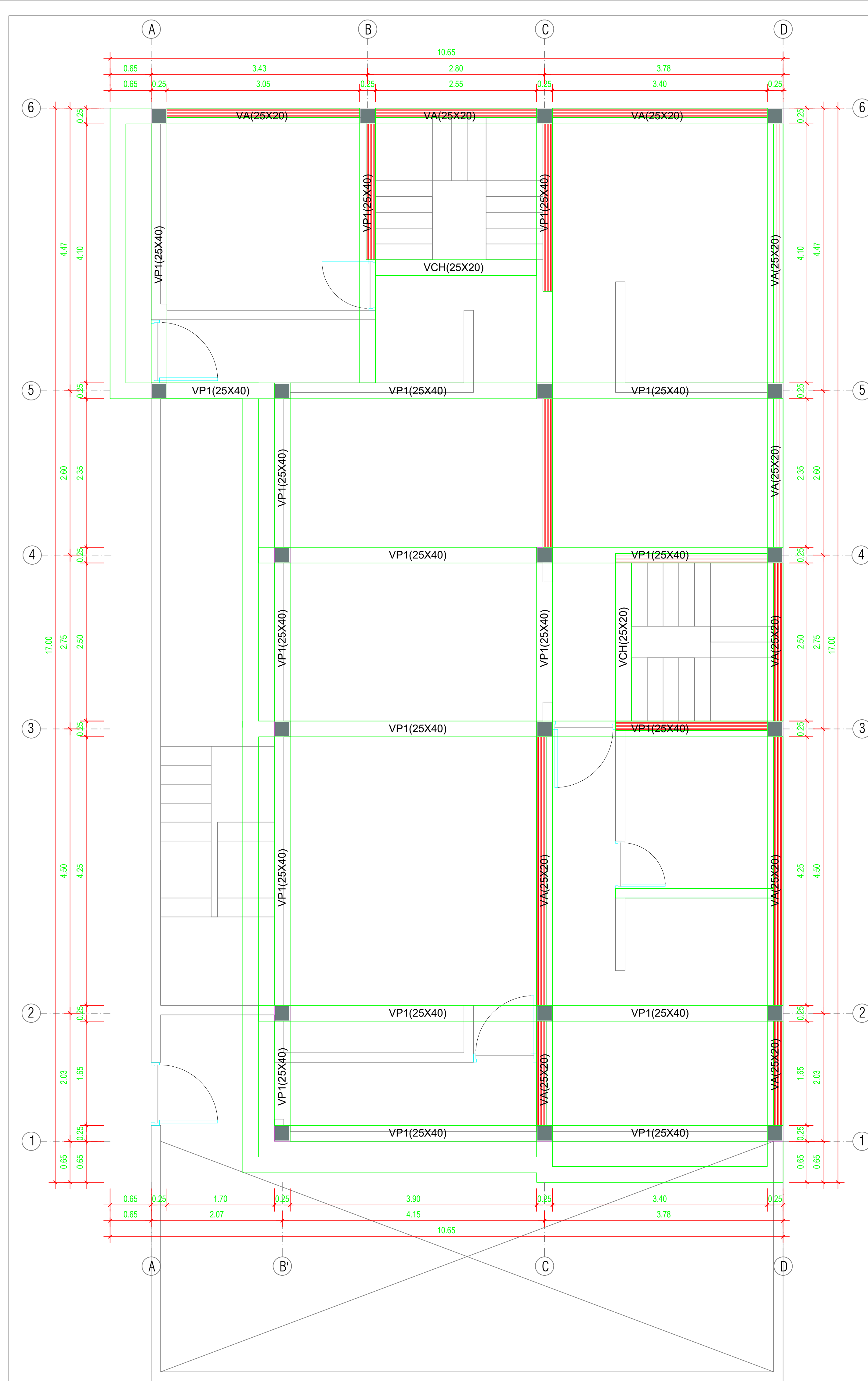
PROPIETARIO:		WILLIAM ALEXANDER MEJIA RAMOS	
PROFESIONAL:	HIMLER CANO LAGOS	CIP:	145800
OBRA:	VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA	FIRMA:	
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	<small>HIMLER CANO LAGOS</small> <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>Reg. CIP N° 145800</small>	
UBICACION:	Jr. Santa Martha N° 301-3ra Zona Collique Comas Lima		LAMINA:
DESCRIPCION:	Techo 1°-4° Planta		<b>E-01</b>
DIBUJO:	IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	ESCALA:	1/50
FECHA:	ABRIL - 2024		



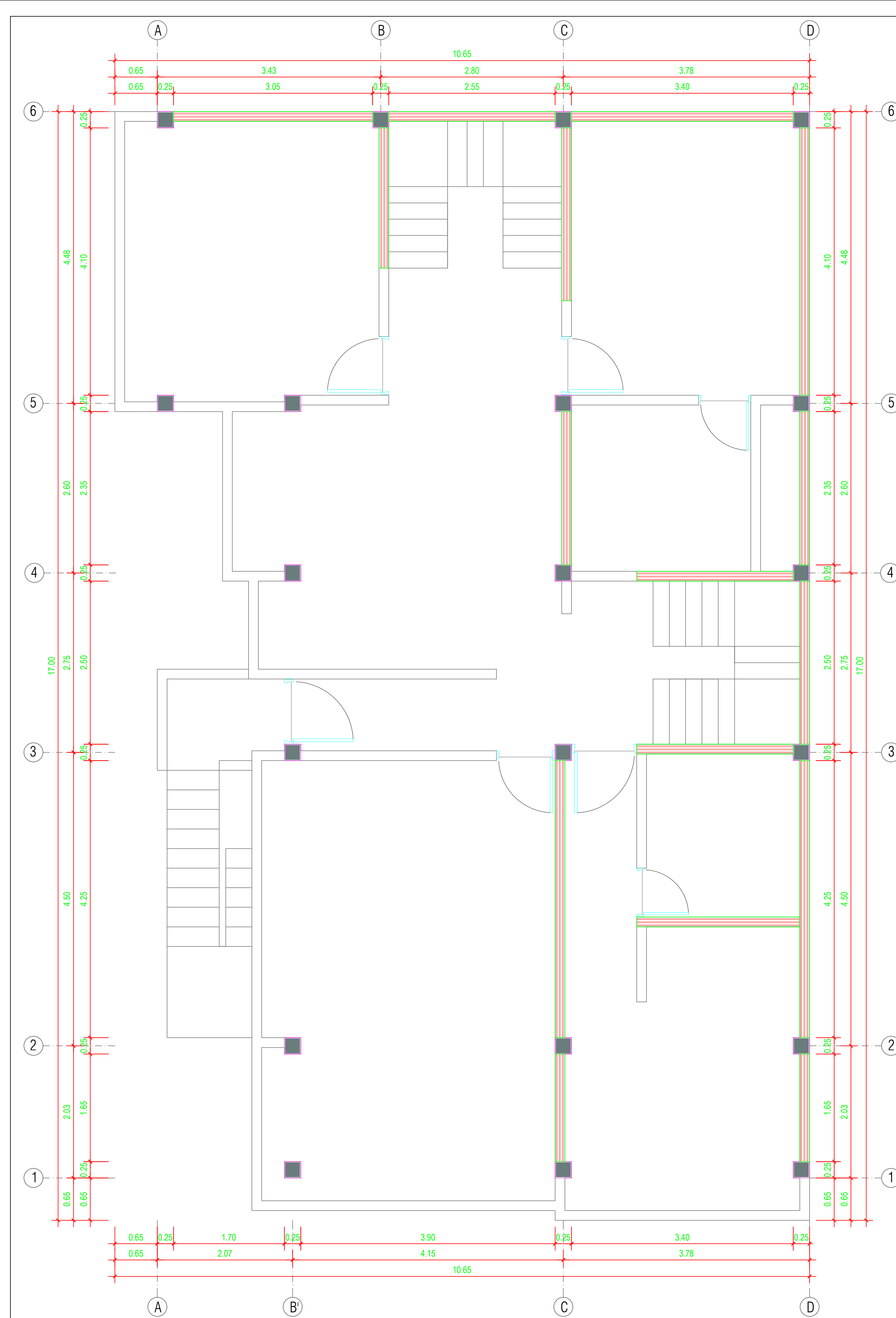
PROPIETARIO:	MILTON CESAR PEREDA CALIXTRO		
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:	VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA		
UBICACION:	Pasaje Santo Cristo MZ H1-LT11 3ra Zona Collique Comas Lima		LAMINA:
DESCRIPCION:	1° Planta		<b>A-01</b>
DIBUJO:	IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	ESCALA:	
		FECHA:	ABRIL - 2024



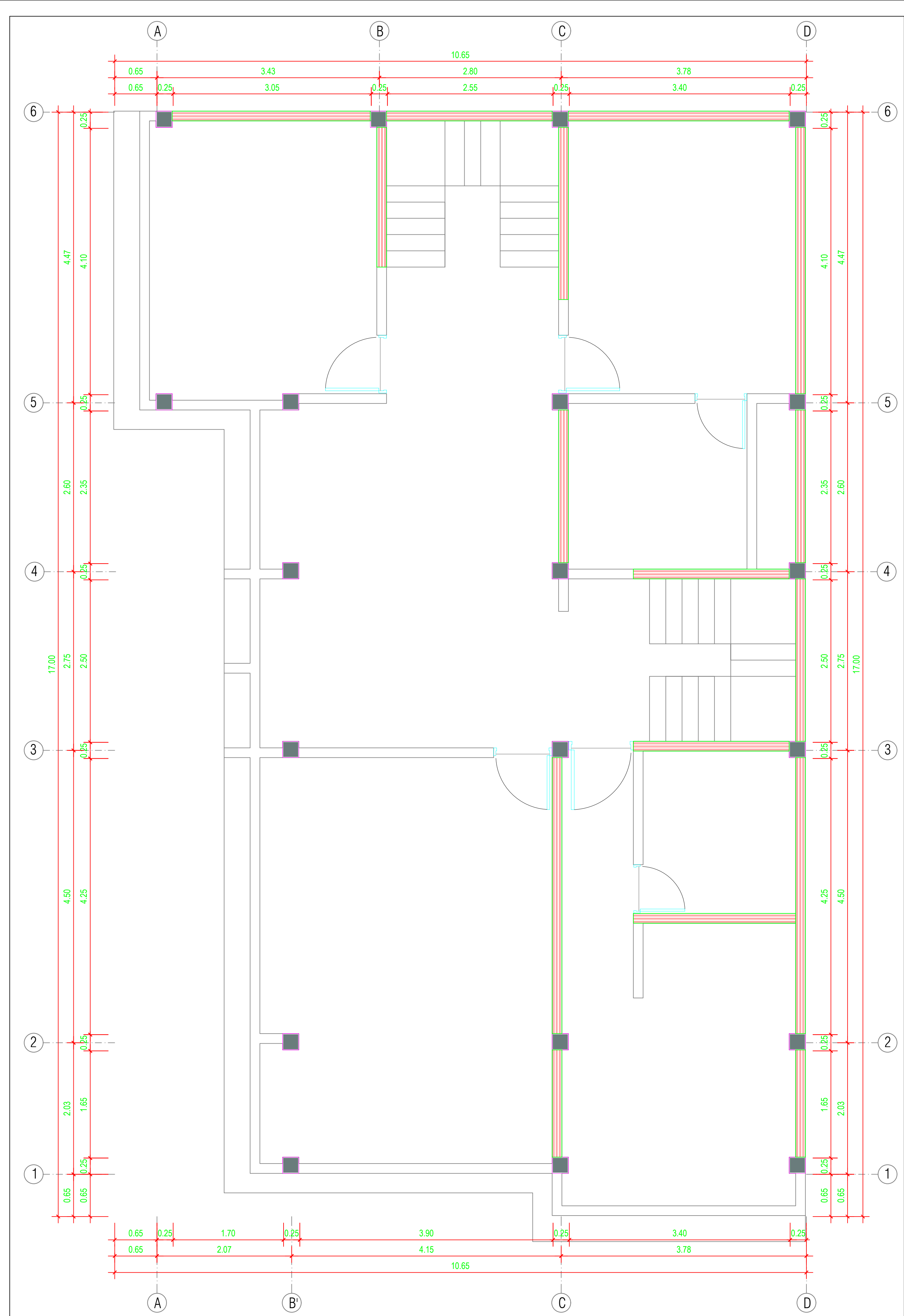
PROPIETARIO:	MILTON CESAR PEREDA CALIXTRO		
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:	VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA		
UBICACION:	Pasaje Santo Cristo MZ H1-LT11 3ra Zona Collique Comas Lima		LAMINA:
DESCRIPCION:	2° Planta		<b>A-02</b>
DIBUJO:	IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	ESCALA:	
		FECHA:	ABRIL - 2024



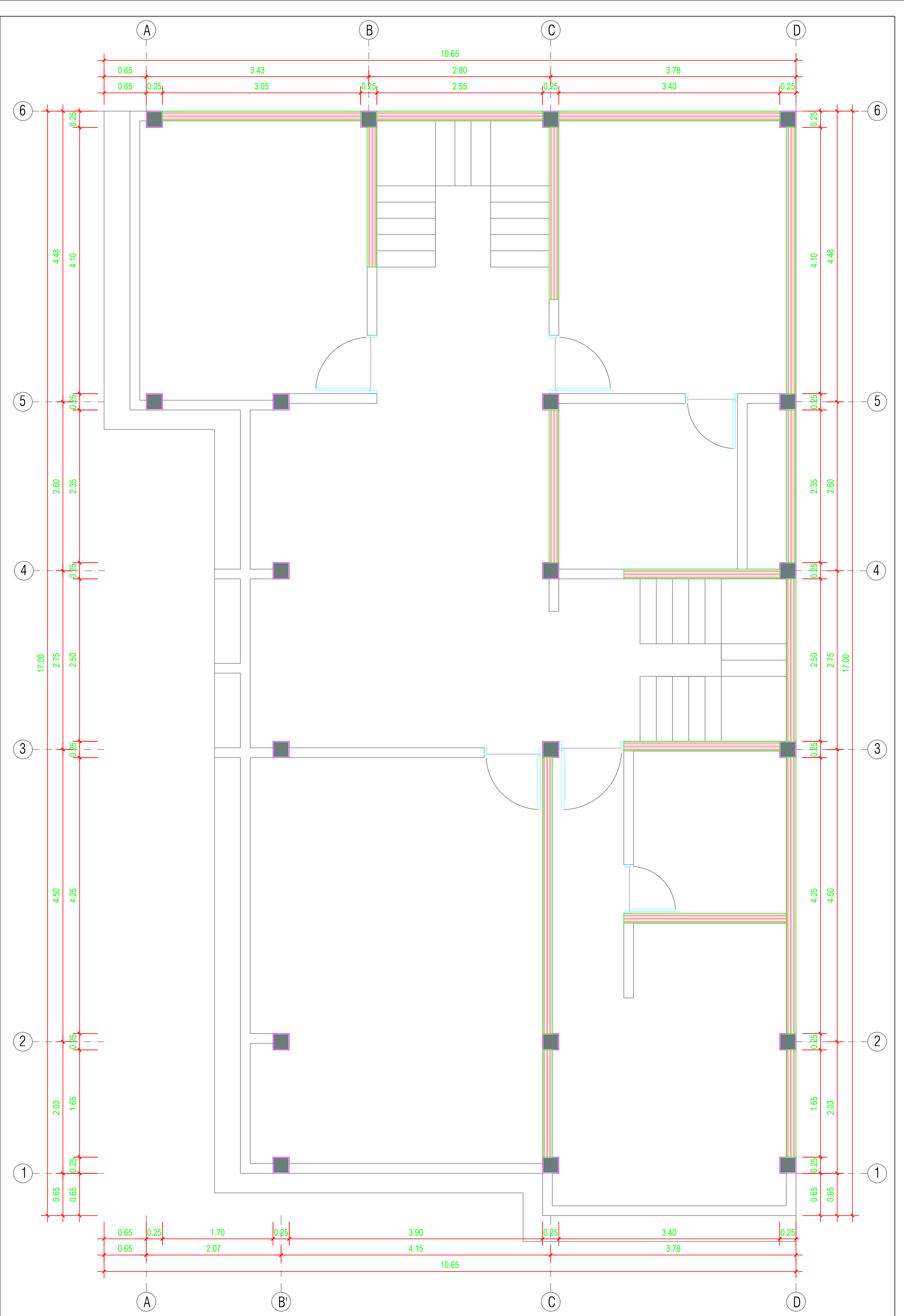
PROPIETARIO:		WILLIAM ALEXANDER MEJIA RAMOS	
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:			
VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA			
UBICACION:		Jr. Santa Martha N° 301-3ra Zona Collique Comas Lima	
DESCRIPCION:		1ª Planta	
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	A-01
IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	1/100	ABRIL - 2024	



PROPIETARIO:		WILLIAM ALEXANDER MEJIA RAMOS	
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:			
VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA			
UBICACION:		Jr. Santa Martha N° 301-3ra Zona Collique Comas Lima	
DESCRIPCION:		2ª Planta	
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	A-02
IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	1/100	ABRIL - 2024	



PROPIETARIO:		WILLIAM ALEXANDER MEJIA RAMOS	
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:			
VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA			
UBICACION:		LAMINA:	
Jr. Santa Martha N° 301-3ra Zona Collique Comas Lima		A-03	
DESCRIPCION:			
3ª Planta			
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	
IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	1/100	ABRIL - 2024	



PROPIETARIO:		WILLIAM ALEXANDER MEJIA RAMOS	
PROFESIONAL:	VLADIMIR RODRÍGUEZ VÁSQUEZ	CAP:	16137
OBRA:			
VIVIENDA AUTO CONSTRUIDA			
UBICACION:		LAMINA:	
Jr. Santa Martha N° 301-3ra Zona Collique Comas Lima		A-04	
DESCRIPCION:			
4ª Planta			
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	
IVAN ANTONY CASTILLO PEREDA	1/100	ABRIL - 2024	