



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento,  
análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada  
Moquegua, 2021”**

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

**AUTOR:**

Lopez Gomez, Elvis Joel (ORCID: 0000-0002-5818-9796)

**ASESOR:**

Mg. Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo (ORCID:  
0000-0002—8757-6621)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2021

## Dedicatoria

A mi familia que he formado, mi esposa Yuriko e hijo Santhiago, por ser la fuente de energía y la inspiración para cumplir las metas que nos hemos propuesto, porque cada meta cumplida de uno de nosotros, es un logro para todos.

## Agradecimiento

A mi asesor, por la motivación para seguir y no decaer durante este proceso, por el tiempo que dedica, para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Mariano y Mónica, porque a pesar de las adversidades, me dieron las alas para poder iniciar el vuelo profesional.

A mi madre por el amor que me brinda, porque siempre tuvo mano dura, para poder caminar firme, en un mundo de obstáculos.

A mi mamá Nancy, que siempre me alentó para culminar las metas propuestas, que nada es imposible y que todo se logra dando el primer paso, un paso pisando fuerte y con mucha decisión.

A mis hermanos que siempre se están conmigo en las buenas y en las malas, sobre todo mi hermano Richad y Martha, por su ayuda incondicional y su amor hacia mi persona.

Por último, a mis cuñados Jhonas y Malú, que, durante los horarios de formación profesional, dedicaban su tiempo al cuidado de mi hijo.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	viii
Índice de gráficos y figuras .....	xi
Índice de anexos.....	xii
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes .....	6
2.2 Bases teóricas.....	10
3 METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	22
3.2 Variables y operacionalización .....	24
3.2.1 Variable independiente.....	24
3.2.2 Variable dependiente.....	25
3.3 Población, muestra, muestreo y unidades de análisis .....	25
3.3.1 Población .....	25
3.3.2 Muestra .....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	27
3.5 Procedimiento .....	28
3.6 Métodos de análisis de datos .....	29
3.7 Aspectos éticos .....	30
4 RESULTADOS.....	31

4.1	Presentación de resultados .....	31
4.2	Planteamiento arquitectónico .....	32
4.2.1	Ubicación urbana de la edificación .....	32
4.2.2	Descripción arquitectónica de la estructura .....	33
4.3	Propiedades mecánicas del suelo .....	38
4.3.1	Estudio de suelos .....	38
4.3.2	Ubicación del estudio .....	38
4.3.3	Geología y sismicidad del área del estudio.....	38
4.3.4	Sismicidad en Moquegua .....	39
4.3.5	Ensayos De Laboratorio .....	39
4.3.6	Análisis de la cimentación .....	40
4.3.7	Compresibilidad.....	41
4.3.8	Cálculo de asentamiento .....	41
4.3.9	Cálculo de Capacidad de Carga Admisible.....	42
4.4	Generalidades del proyecto.....	43
4.4.1	Normas consideradas.....	43
4.4.2	Propiedades de los materiales .....	43
4.4.3	Cargas de análisis y diseño.....	44
4.4.4	Requisitos de resistencia y servicio .....	46
4.5	Parámetros sísmicos de la estructura.....	46
4.5.1	Factor zona (Z).....	47
4.5.2	Factor Uso (U).....	47
4.5.3	Periodo fundamental de la estructura (T).....	48
4.5.4	Parámetros de sitio, factor suelo (S).....	48
4.5.5	Factor de amplificación sísmica (C).....	50
4.5.6	Coeficiente básico de reducción sísmica ( $R_0$ ).....	50
4.5.7	Espectro sísmico .....	51

4.6	Estructuración y predimensionamiento de elementos estructurales .....	53
4.6.1	Predimensionamiento loza aligerada bidireccional .....	53
4.6.2	Espesor efectivo de muros .....	54
4.6.3	Densidad de muros .....	55
4.6.4	Predimensionamiento columnas de confinamiento .....	60
4.6.5	Predimensionamiento de vigas solera .....	60
4.7	Modelo de análisis estructural .....	60
4.7.1	Definición del sistema de referencia .....	61
4.7.2	Modelo de análisis Estructural en Etabs .....	62
4.8	Comportamiento sísmico de la estructura con muros no portantes aislados y no aislados.....	63
4.8.1	Modelo estructural vivienda sin muros no portantes .....	63
4.8.2	Modelo estructural Vivienda con muros No portantes.....	64
4.8.3	Periodos de vibración de la estructura.....	65
4.8.4	Desplazamientos de la estructura.....	66
4.8.5	Fuerzas cortantes en la base .....	67
4.8.6	Distorsiones de Piso.....	67
4.9	Cálculo de distorsiones e irregularidades de una vivienda de albañilería confinada con muros no portantes. ....	70
4.9.1	Verificación de las irregularidades en altura .....	70
4.9.2	Verificación de las irregularidades en planta .....	71
4.9.3	Verificación de las distorsiones de la estructura .....	72
4.9.4	Junta de separación sísmica .....	74
4.10	Diseño de los muros portantes.....	75
4.10.1	Esfuerzo axial máximo .....	75
4.10.2	Control de Fisuración .....	77
4.10.3	Resistencia al Agrietamiento Diagonal .....	77

4.10.4 Verificación de la resistencia a corte del edificio .....	81
4.10.5 Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros ...	82
4.10.6 Diseño de las columnas de confinamiento.....	84
4.10.7 Determinación de los estribos de confinamiento.....	90
4.10.8 Diseño de las vigas soleras correspondientes al primer nivel .....	92
4.11 Diseño de los muros no portantes conectados al sistema resistente .....	94
4.11.1 Cálculo del esfuerzo axial en muros no portantes .....	95
4.11.2 Control de Fisuración de los muros no portantes.....	96
4.11.3 Resistencia al Agrietamiento Diagonal de los muros no portantes.....	96
4.11.4 Verificación de la resistencia a corte de los muros no portantes.....	99
4.11.5 Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros no portantes .....	100
4.11.6 Diseño de columnas de confinamiento de muros no portantes .....	101
4.11.7 Diseño de las vigas de refuerzo y amarre de los muros no portantes .....	106
5 DISCUSIÓN .....	108
6 CONCLUSIONES.....	113
7 RECOMENDACIONES .....	114
REFERENCIAS .....	115
ANEXOS.....	119

## Índice de tablas

Tabla 1: crecimiento de la necesidad de viviendas por continente .....	1
Tabla 2: Clasificación de la unidad de albañilería .....	14
Tabla 3: Tipos de Mortero .....	15
Tabla 4: Modelo de la investigación .....	23
Tabla 5: Operacionalización de variable dependiente .....	24
Tabla 6: Operacionalización de variable dependiente .....	25
Tabla 7: Ensayos estándar de Mecánica de suelos .....	39
Tabla 8: Ensayos especiales de Mecánica de suelos .....	40
Tabla 9: Coeficiente de compresibilidad.....	41
Tabla 10: Asentamiento diferencial del suelo .....	41
Tabla 11: Capacidad de Carga admisible .....	42
Tabla 12: Parámetros de la capacidad de carga admisible .....	42
Tabla 13: Propiedades mecánicas del concreto .....	43
Tabla 14: Propiedades mecánicas Albañilería .....	44
Tabla 15: Propiedades mecánicas acero .....	44
Tabla 16: Cargas Muertas de la estructura .....	45
Tabla 17: Cargas Vivas de la estructura .....	45
Tabla 18: Factor Zona.....	47
Tabla 19: Factor Uso .....	47
Tabla 20: Clasificación del perfil de suelo .....	48
Tabla 21: Factor Suelo.....	49
Tabla 22: Periodos de vibración del Suelo .....	49
Tabla 23: Coeficiente básico de reducción.....	50
Tabla 24: Parámetros sísmicos .....	51
Tabla 25: Espectro sísmico.....	51
Tabla 26: Densidad de los muros en la dirección X.....	58

Tabla 27: Densidad de los muros en la dirección Y.....	59
Tabla 28: Cuadro de columnas de Confinamiento .....	60
Tabla 29: Periodos de participación de masa de la estructura .....	65
Tabla 30: Periodos de vibración de la estructura .....	65
Tabla 31: Desplazamientos de la estructura .....	66
Tabla 32: Fuerza cortante en la base.....	67
Tabla 33: Distorsiones para el análisis estático de la estructura sin muros no portantes..	67
Tabla 34: Distorsiones para el análisis Dinámico de la estructura sin muros no portantes .....	68
Tabla 35: Distorsiones para el análisis estático de la estructura con muros no portantes	68
Tabla 36: Distorsiones para el análisis dinámico de la estructura con muros no portantes .....	69
Tabla 37: Piso Blando.....	70
Tabla 38: Piso débil .....	71
Tabla 39: Irregularidad de Masa o peso.....	71
Tabla 40: condición de la irregularidad torsional .....	71
Tabla 41: condición de la irregularidad torsional .....	72
Tabla 42: condición de la irregularidad torsional .....	72
Tabla 43: Limites de Distorsión .....	73
Tabla 44: Distorsión debido a Sismo estático en X .....	73
Tabla 45: Distorsión debido a Sismo estático en Y .....	73
Tabla 46: Distorsión debido a Sismo dinámico en X .....	73
Tabla 47: Distorsión debido a Sismo dinámico en Y .....	74
Tabla 48: Esfuerzos axiales en muros portantes.....	75
Tabla 49: Control de fisuramiento en Muros.....	78
Tabla 50: Verificación de la resistencia al corte del edificio .....	81
Tabla 51: Verificación de la necesidad de reforzar.....	83

Tabla 52: Diseño de columnas de confinamiento .....	87
Tabla 53: Diseño de estribos .....	91
Tabla 54: Diseño de la Viga solera .....	93
Tabla 55: Propiedades de los muros no portantes para el diseño .....	95
Tabla 56: Esfuerzo axial de muros no portantes .....	95
Tabla 57: Verificación del fisuramiento de muros no portantes .....	97
Tabla 58: Resistencia al corte de los muros no portantes .....	99
Tabla 59: Necesidad de Refuerzo de Muros no portantes.....	101
Tabla 60: Diseño de los elementos de confinamiento de muros no portantes .....	104
Tabla 61: Estribos y acero longitudinal de los muros no portantes.....	106
Tabla 62: Diseño de vigas de refuerzo de muros no portantes.....	106

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Albañilería confinada en proceso constructivo .....	11
Figura 2: Muros Portantes.....	12
Figura 3: Muros no Portantes.....	13
Figura 4: Ladrillo King Kong 18 .....	14
Figura 5: Tipos de Esfuerzos en la estructura. ....	18
Figura 6: Transmisión de Esfuerzos.....	20
Figura 7: Distorsión de Entrepiso .....	21
Figura 8: Diagrama para el proceso y análisis de datos .....	28
Figura 9: Ubicación referencial del proyecto .....	33
Figura 10: Plano en planta del primer piso, vivienda de albañilería confinada.....	34
Figura 11: Plano en planta del segundo, tercer y cuarto nivel .....	36
Figura 12: plano techo de la edificación .....	37
Figura 13: Espectro sísmico de diseño .....	53
Figura 14: Distribución de Muros en “X” e “Y” .....	58
Figura 15: Sistema de referencia del modelo estructural .....	61
Figura 16: Vista 3D del modelo estructural .....	63
Figura 17: Vista en planta del modelo estructural .....	63
Figura 18: Vista 3D del modelo estructural con muros no portantes .....	64
Figura 19: Vista en planta del modelo estructural con muros no portantes.....	64
Figura 20: Toma de muestras C-1 .....	151
Figura 21: Densidad de campo C-1 .....	151
Figura 22: análisis de muestras .....	152
Figura 23: límites de consistencia .....	152

## Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	120
Anexo 2: Ficha de recolección de datos.....	121
Anexo 3: Ficha Técnica ladrillo Para muro Portante.....	122
Anexo 4: Ficha Técnica ladrillo Para muro no Portante.....	123
Anexo 5: Estudio de mecánica de suelos informe técnico.....	124
Anexo 6: Estudio de mecánica de suelos capacidad de carga.....	131
Anexo 7: Estudio de mecánica de suelos ubicación del estudio.....	133
Anexo 8: Estudio de mecánica de suelos Calculo de la capacidad de carga.....	134
Anexo 9: Estudio de mecánica de suelos corte directo .....	135
Anexo 10: Estudio de mecánica de suelos contenido de humedad.....	136
Anexo 11: Estudio de mecánica de suelos corte directo C-01.....	137
Anexo 12: Panel fotográfico .....	151
Anexo 13: Certificados de calibración de equipos - balanzas.....	153
Anexo 14: Certificados de calibración de equipos – Casa grande.....	156
Anexo 15: Certificados de calibración de equipos – Corte directo.....	157
Anexo 16: Certificados de calibración de equipos – Cono de arena.....	160
Anexo 17: Certificados de calibración de equipos – Pie Rey.....	163
Anexo 18: Informe de originalidad del proyecto .....	167

## Resumen

El presente estudio tiene como finalidad Determinar la Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021, el modelo propuesto de la edificación tiene un área bruta de 150.4 m<sup>2</sup>, y un área techada de 133.118 m<sup>2</sup>, el estudio se basó en un modelo de análisis estructural fundamentado en el software ETABS v19, al verificar los resultados de la investigación, En el análisis de los resultados de la investigación, se hizo un estudio comparativo, obteniendo como resultados, para la estructura sin muros no portantes un periodo fundamental de 0.187 seg. En la dirección X y 0.330 seg. en la dirección Y, en el caso de la estructura con muros no portantes el periodo fundamental en la dirección X fue de 0.161 seg. y en la dirección Y fue de 0.268 seg. en el caso de los desplazamientos, en la estructura sin muros no portantes, el desplazamiento máximo en la dirección X fue de 6.323 mm, y en la dirección Y fue de 22.006 mm, para el estructura con los muros no portantes el desplazamiento máximo fue de 4.391 mm en la dirección X y 13.812 mm en la dirección Y, ya que, tanto el periodo fundamental de vibración de la estructura, como el desplazamiento de la misma, están ligados directamente a la rigidez, se pudo concluir que existe un incremento de la rigidez en la estructura con los muros no portantes, respecto a la estructura sin los muros no portantes. El tipo de investigación planteado en el presente proyecto fue “investigación aplicada”, El diseño de la investigación es un diseño no experimental transeccional, la muestra seleccionada fue “vivienda de albañilería confina de cuatro niveles ubicada en la ciudad de Moquegua”. En el proceso de análisis se verifico las irregularidades, en todos los casos se determinó que no existen irregularidades, siendo la estructura una edificación regular, en la verificación de distorsiones, la deriva máxima en la dirección X fue de 0.000869, mientras que en la dirección Y, la deriva máxima fue de 0.002968, en ambos casos se demuestra que las distorsiones están por debajo del máximo permitido para estructuras de albañilería de 0.005, según la norma E.030 de diseño sismorresistente.

**Palabras clave:** Albañilería, Diseño, Sismorresistente, deriva, irregular

## Abstract

The present study aims to Determine the Influence of the non-bearing partition on the seismic behavior and the structural design of a four-level confined masonry house-Mariscal Nieto-Moquegua, the proposed model of the building has a gross area of 150.4 m<sup>2</sup> , and a roofed area of 133,118 m<sup>2</sup>, the study was based on a structural analysis model based on the ETABS v19 software, when verifying the research results, In the analysis of the research results, a comparative study was made, obtaining as results, for the structure without non-bearing walls, a fundamental period of 0.187 sec. In the X direction and 0.330 sec. in the Y direction, in the case of the structure with non-bearing walls, the fundamental period in the X direction was 0.161 sec. and in the Y direction it was 0.268 sec. In the case of displacements, in the structure without non-bearing walls, the maximum displacement in the X direction was 6,323 mm, and in the Y direction was 22,006 mm, for the structure with non-bearing walls the maximum displacement was of 4,391 mm in the X direction and 13,812 mm in the Y direction, since both the fundamental period of vibration of the structure and its displacement are directly linked to stiffness, it can be concluded that there is an increase in the stiffness in the structure with the non-bearing walls, with respect to the structure without the non-bearing walls. The type of research proposed in this project was “applied research”. The research design is a non-experimental transectional design, the selected sample was “four-level confined masonry house located in the city of Moquegua”. In the analysis process the irregularities were verified, in all cases it was determined that there are no irregularities, the structure being a regular building, in the verification of distortions, the maximum drift in the X direction was 0.000869, while in the X direction And, the maximum drift was 0.002968, in both cases it is shown that the distortions are below the maximum allowed for masonry structures of 0.005, according to the E.030 standard for earthquake resistant design.

**Keywords:** Masonry, Design, Earthquake, drift, irregular

## 1 INTRODUCCIÓN

En muchas regiones de América Latina las construcciones informales proliferan, a este fenómeno también se le denomina autoconstrucción provocada principalmente por el crecimiento demográfico y social y la necesidad de dar un techo a los integrantes de una familia, son muchas las razones de esta praxis común, siendo una de las principales la del tipo económico. Una construcción, más allá de contar con un expediente técnico, debería de contar con un proceso detallado de diseño arquitectónico y estructural, que garantice que el comportamiento de la estructura ante las cargas habituales, principalmente la sísmica, sea el más adecuado; claro que todo esto no es económico, y tienen un costo, esto motiva a las personas a prescindir de servicios como los de un arquitecto o un ingeniero; este también es uno de los motivos por los que se opta por utilizar la albañilería, es decir ladrillo de arcilla, como el principal material de construcción

*Tabla 1: crecimiento de la necesidad de viviendas por continente*

<b>Continentes</b>	<b>Años 2000 a 2015 (en miles de viviendas)</b>	<b>Años 2015 a 2030 (en miles de viviendas)</b>
África	3.941	6.169
Asia	14.513	18.043
América latina y caribe	3.081	3.113
Total, de los tres continentes	21.535	27.325

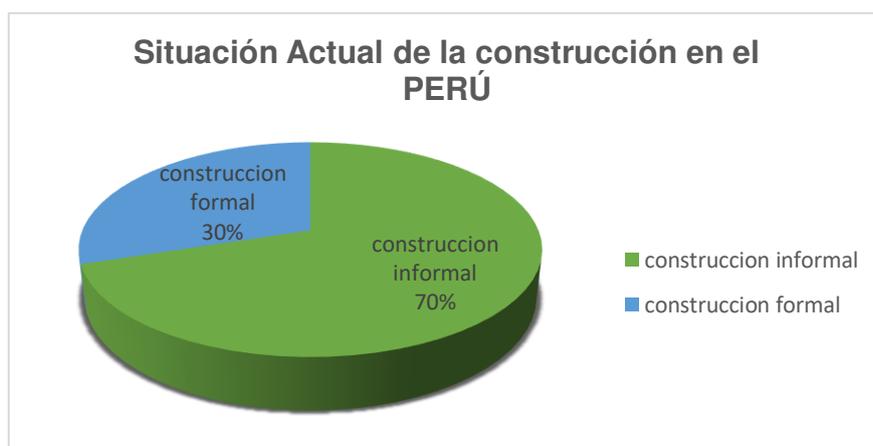
*Fuente: Estimaciones sobre la base del aumento probable de hogares urbanos. Fuente: UNHABITAT*

*En la tabla 1, se muestra, de acuerdo a la población en crecimiento, la necesidad de nuevas viviendas por año de cada continente, estas proyectadas del año 2000 al 2015 y del año 2015 al 2030.*

Construir una vivienda sin los criterios técnicos, procedimientos y requisitos que indican las normas, ocasiona que no se cumpla con requisitos estructurales de resistencia y diseño mínimo que una estructura deba de cumplir, además de ello no se tiene las garantías necesarias para garantizar el comportamiento estructural ante

la posibilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos severos que puedan comprometer la integridad de la estructura.

En el Perú un gran porcentaje de viviendas que se construyen no tienen una asistencia y supervisión técnica en su concepción; las personas prefieren construir una vivienda lo más económicamente posible, sin tener en cuenta la opinión de un profesional que garantice el adecuado proceso, así como el adecuado diseño de la edificación para que se comporte de la manera más adecuada a los efectos de las cargas de servicio y de la carga sísmica. Esto hace que en la mayoría de estos casos no se tenga un criterio netamente técnico basado en los requisitos mínimos que exigen las normas de construcción; el reglamento nacional de edificaciones detalla en la norma E.030 de Diseño Sismorresistente requisitos mínimos de resistencia que deben de cumplir las estructuras, y en la norma E.070 se detalla todo el proceso técnico y la recomendación de diseño que deben de cumplir las edificaciones de albañilería.

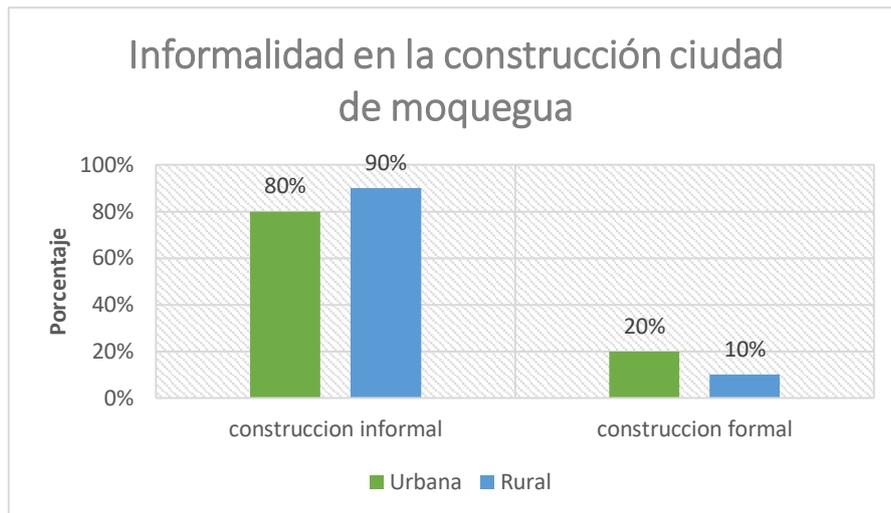


*Gráfico 1: Construcción formal vs construcción informal en el Perú - 2018*

*Fuente: CAPECO*

*En el gráfico 1, podemos observar estadísticamente el porcentaje de construcciones informales vs las construcciones formales en el Perú, según se especifica en CAPECO.*

En la ciudad de Moquegua no se es ajeno a estos problemas de autoconstrucción ya que la informalidad es la que prima a la hora de concebir una nueva estructura, según CAPECO, en un estudio realizado en el año 2018 detalla:



*Gráfico 2: informalidad en la construcción ciudad de Moquegua*

*Fuente: CAPECO*

*Se puede observar en el gráfico 2 los niveles de construcción informal por porcentajes en la ciudad de Moquegua, separando la zona rural de la urbana, todo esto según CAPECO.*

La ciudad de Moquegua, donde se desarrolla la presente investigación, es una zona geográfica expuesta directamente a eventualidades sísmicas que suceden con frecuencia y con intensidades severas y suficientes para ocasionar daños severos en las edificaciones, esto debido a que se encuentra directamente en el cinturón de fuego del Pacífico, así como toda la costa peruana.

La sismicidad y las vibraciones sísmicas son las que principalmente provocan los daños estructurales en edificaciones, más aún cuando se está expuesto de manera constante a estos fenómenos, es por tal motivo que en el Perú se implementó de manera muy drástica normas estrictas al momento de concebir una estructura. En la norma E.030 de diseño sismorresistente se detalla que la estructura debe garantizar una determinada resistencia a las cargas de servicio, es decir a las cargas de gravedad como a las cargas laterales, es decir a las cortantes sísmicas, además limita la cantidad de desplazamiento que pueda generarse en una edificación según sea su sistema estructural, esto último resulta muy importante ya que en edificaciones una forma de evaluar la rigidez y la resistencia de las mismas es a través de la regularidad estructural y existen irregularidades estructurales que pueden ser ocasionadas por exceso de rigidez en un determinado piso.

En la concepción de las estructuras, esencialmente hablando de albañilería confinada, las formas de identificar técnicamente los muros no portantes son varias; aquellos muros que no soportan cargas estructurales, aquellos elementos que solo se limitan a sus efectos propios, los muros que no cumplen con el confinamiento mínimo, los muros que no cumplen con el refuerzo mínimo y aquellos muros que no cumplen con la longitud mínima (1.20 m), todos estos casos tienen un comportamiento distinto y un efecto distinto sobre las estructuras, muchas veces en la teoría un muro no estructural se excluye del análisis matemático de la edificación con el fin que no afecte los resultados de todo el sistema resistente de la estructura, pero en la práctica es evidente que estos muros si generan un aporte de resistencia o de rigidez que puede resultar significativo y que sumado al efecto global de toda la estructura terminaría siendo relevante en el diseño de la edificación, ya que puede proporcionar efectos y causas que resultarían ser los motivos de ciertas patologías, daños o fallas estructurales.

Una recomendación que se indica en la norma E.070 de Albañilería es que las estructuras deben ser regulares y que los elementos portantes den de ser continuos, aislando los muros de tabiquería para que no interfieran en el comportamiento de la estructura, se observa que en la mayoría de las estructuras de albañilería autoconstruidas los muros de tabiquería se unen a los muros portantes sin ningún criterio técnico, esto podría generar una irregularidad o excesos de rigidez en la edificación, también podría generar puntos de fallas estructurales debido a que no se tiene una adecuada distribución de esfuerzos principalmente los laterales.

Teniendo en cuenta esta realidad problemática es que planteamos el problema general y problemas específicos de la investigación. **El problema principal** de la investigación fue: ¿De qué manera influye la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada en la ciudad Moquegua, 2021?; Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes: **Problema Específico 1:** ¿Cuál es el nivel de variación del comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados?; **Problema Específico 2:** ¿Cuáles son las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en

cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles?; **Problema Específico 3:** ¿De qué manera varía el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles?; **Problema Específico 4:** ¿De qué manera cambia el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles?

**La hipótesis general** de la investigación fue: La Influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada en la ciudad de Moquegua es significativa; **Las hipótesis específicas** fueron: **Hipótesis Específica 1:** Existe variación significativa en el comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados; **Hipótesis Específica 2:** Las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles cumplen con los límites establecidos en la norma E.030 de diseño sismorresistente; **Hipótesis Específica 3:** Existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles; **Hipótesis Específica 4:** existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.

### **Justificación de la investigación**

El proyecto aquí descrito se justifica técnicamente; en función a la norma técnica peruana, el reglamento nacional de edificaciones, la norma e.030 de diseño sismorresistente, la norma e.0.70 de albañilería, la norma de e.020 de cargas y la norma e.060 de concreto armado; en la norma de diseño sismorresistente según el reglamento nacional de edificaciones se detallan los parámetros para medir las distorsiones e irregularidades estructurales, los mismos que establecen los criterios adecuados de rigidez y resistencia además como estructuración que debe de cumplir una edificación según normas, en la norma E.070 se detalla principalmente los criterios y parámetros de diseño estructural de una edificación de albañilería

confinada, la presente investigación se justifica con el uso de estas normas y reglamentos que permitan un adecuado proceso en el proyecto.

Socialmente la presente investigación se justifica; ya que; el tema “Influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles-Mariscal Nieto-Moquegua” aborda un tema al cual se le da poca importancia sobre todo en el tema informal, el planteamiento de la influencia de la tabiquería no portante en un sistema de albañilería confinada es muy relevante ya que permite establecer parámetros de diseño en futuras viviendas bajo un adecuado criterio técnico y permite mejorar la calidad de vida. Además, se permite establecer antecedentes técnicos para la concepción de estructuras bajo este modelo estructural.

**El Objetivo general** de la investigación fue: Determinar la Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021; Los **Objetivos específicos** fueron: **Objetivo Específico 1:** Determinar el comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados; **Objetivo Específico 2:** Verificar las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles; **Objetivo Específico 3:** Verificar el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles; **Objetivo Específico 4:** Verificar el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes**

Tomazevic & Klemenc, (2017), en su investigación “Seismic behaviour of confined masonry walls”, tiene como objetivo verificar el comportamiento sísmico de los muros de mampostería confinada, y concluye que, Los resultados de las pruebas de muros de albañilería armada y confinada con la relación de altura versus longitud

de 1 a 5, hechos a escala de 1 a 5, se han de utilizar para proponer una metodología de análisis y diseño racional, que sirva para representar el efecto sísmicos de las paredes de mampostería confinada. Se ha propuesto un modelo tri-lineal de la curva de sobres de desplazamiento lateral de resistencia al desplazamiento, donde la resistencia se calcula como una combinación de la resistencia al corte del panel de pared de mampostería simple y el efecto del acero de refuerzo de las columnas de vínculos. Sin embargo, la rigidez lateral, se basa en función de la rigidez y el daño efectivos iniciales, que se producen en el panel en los estados de límite característicos.

Brzev, (2007), en su investigación “Earthquake-Resistant Confined Masonry Construction” tiene como objetivo determinar sistemas de Construcción de mampostería confinada resistente a los terremotos, y presenta como resultados, Los edificios de mampostería confinados se han desempeñado bien en varios terremotos en todo el mundo. Las construcciones de mampostería, por sus características como sistema estructural y por su material de construcción, hace que sea un sistema estructural con potencial para garantizar la resistencia de la edificación y garantizar su integridad estructural para salvar vidas en zonas de vulnerabilidad sísmica de la india. Sin embargo, las garantías de un buen sistema estructural que garantice su comportamiento se basan en, Uso de materiales de buena calidad, Construcción de concreto y mampostería de buena calidad, y Diseño arquitectónico simple. Se espera que esta simple directriz con diseño arquitectónico y construcción de edificios de mampostería confinada sea útil para arquitectos, constructores y otras partes involucradas en la construcción de edificios.

Sánchez Tizapa, (2009) en su investigación “Experimental and numerical study of confined masonry walls under in-plane loads: case: guerrero State” tiene como objetivo determinar un Estudio experimental y numérico de paredes de mampostería confinada bajo cargas en planos, uno de los objetivos del presente proyecto es presentar metodologías para mejorar la resistencia y determinar la conducta de los muros de mampostería reforzada mediante confinamientos; este sistema estructural es utilizado de manera frecuente en el Estado de Guerrero (México), donde el aspecto sísmico es muy relevante debido a su alta sismicidad, la metodología propone un programa experimental para determinar las propiedades

mecánicas de un muro de mampostería utilizando en su construcción un mortero de alta resistencia y elementos de refuerzo, el objetivo es mejorar la resistencia de los elementos estructurales en cada uno de los aspectos requeridos tales como la resistencia a la tracción, a la compresión al corte y la flexión, a los muros de mampostería se le aplico acciones de carga lateral y carga cíclica concluyendo la necesidad de un reforzamiento tipo malla geo soldada para garantizar el adecuado comportamiento del muro estructural en cada caso.

Bravo Heredia & Flores Cevallos, (2015), en su investigación titulada “Análisis estático no lineal de paredes de ladrillo de las casas de Cuenca” tiene como objetivo aplicar un sistema para el análisis estático no lineal de muros de albañilería confinada de unidades de arcilla calcinada con material representativo existentes en cuenca; en planteamiento del proyecto se demostró que la resistencia del muro de albañilería confinada está directamente ligada a el tamaño de abertura y el esfuerzo axial al cual se ha sometido al elemento; al hacer el análisis no lineal se determina que los muros que se encuentran en el primer nivel están sometidos a mayor fuerza axial, por lo tanto son los más expuestos a sufrir fracturas o efectos adversos a su diseño, esto no varía en condición de aberturas en ventanas o elementos de ventilación.

Vera Alcántara, (2014) en su investigación titulada “Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del barrio el estanco, Cajamarca” presenta como objetivo fundamental de su investigación, calcular la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confiando en el barrio El Estanco, y se concluye que; las edificaciones de estas características, presentan un riesgo sísmico por vulnerabilidad alta de un 43.33 %, principalmente por el poco criterio en la definición de su cantidad de elementos resistentes o densidad de muros mínima, influenciando también la elevada cantidad de elementos no estructurales o tabiques, los elementos de tabiquería podrían ceder ante las cargas de volteo o de empuje lateral, debido a la selección inadecuada de materiales, o incluso al uso de materiales sin criterio técnico y sin los requisitos mecánicos mínimos; se pudo observar que las edificaciones con poca área construida o con un área de construcción por debajo de los 50 m<sup>2</sup>, si cumplen con la densidad mínima de muros reforzados pero esto porque se satisface con solo colocar muros perimetrales.

Velayarce Llanos, (2019), en su investigación titulada “Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Chiclayo, provincia y departamento de San Martín” tiene como objetivo determinar el análisis y diseño estructural de una edificación destinada al uso de vivienda de cuatro niveles con el sistema estructural de albañilería reforzada mediante elementos de confinamiento. En el proyecto se concluye que; se realizó el análisis de los elementos estructurales sometidos a las cargas de servicio y la carga sísmica obteniendo los esfuerzos máximos necesarios para el diseño por resistencia, los elementos estructurales cumplen en el diseño por fuerza axial, por fuerza de corte y los parámetros se encuentran dentro de lo normado para los criterios de fisuramiento de los elementos según la norma técnica peruana y el reglamento nacional de edificaciones vigente. Los elementos estructurales que soportan las cargas de la edificación cumplen con los requisitos mínimos para satisfacer la resistencia a carga axial, así como las fuerzas de corte torsión y flexión generadas en el análisis estructural.

Vásquez Ortiz & Merodio Mejía, (2018), en su investigación titulada “Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura”, propone como objetivo esencial de su investigación verificar el comportamiento de la edificación con el uso de los sistemas estructurales de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada, al evaluar y comparar los desplazamientos y las distorsiones en relación a la rigidez y resistencia de la edificación; esencialmente se concluyó que comparativamente en la construcción de una vivienda familiar de cinco niveles es mejor utilizar el sistema de muros de ductilidad limitada, debido a que este sistema ofrece una mejor resistencia a los efectos de fuerza lateral, reduce las distorsiones y desplazamientos en la edificación.

Esteban Mollehuara & Cordova Landa, (2020), en su investigación “Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020”, se tiene como objetivo esencial Establecer la diferencia del comportamiento sísmico

dinámico asociado a los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro 2020; llegando a la conclusión Los periodos naturales de vibración de la estructura de pórticos de concreto armado son mayores que los del sistema de albañilería confinada para ambas direcciones. Esto debido a la relación inversa que existe entre la rigidez lateral y el periodo de vibración, lo cual evidencia que el sistema de albañilería confinada posee mayor rigidez, dada la alta densidad de muros que posee, frente al sistema de pórticos de concreto armado, Bajo el análisis sísmico dinámico en ambos sistemas estructurales, los desplazamientos laterales del sistema de pórticos de concreto armado son mayores a los del sistema de albañilería confinada para edificaciones multifamiliares de tres niveles; encontrándose en el orden de 3.5 a 4.5 veces una de la otra, Para edificaciones multifamiliares de tres niveles, las derivas máximas en cada dirección, con un análisis dinámico inelástico, son menores a la exigidas en la actual Norma peruana de Diseño sismorresistente E030, con valores más holgados en el caso del sistema de albañilería confinada en comparación al de pórticos de concreto armado.

## **2.2 Bases teóricas**

### **Comportamiento sísmico Diseño estructural en albañilería confinada**

El sistema estructural de albañilería confinada, básicamente es un sistema estructural compuesto por los muros; combinación de unidades de arcilla calcinada con mortero; y los elementos de refuerzo, compuestos por columnas de confinamiento reforzado y vigas soleras de concreto armado. Muchas veces en el campo informal e incluso en el campo formal no se tiene un concepto claro del sistema de albañilería confinada, ya que existe la mala concepción que los elementos de concreto reforzado como las columnas y las vigas son los que aportan la resistencia a la edificación.

Es necesario aclarar que un sistema de albañilería confinada es un sistema estructural compuesto, el elemento principal es el muro de albañilería formado de unidades de arcilla calcinada y mortero (mezcla cemento y agregado fino), los elementos de concreto armado funcionan como elementos de confinamiento

sobre el muro, los elementos de confinamiento tienen como finalidad esencial proveer de refuerzo al muro de albañilería, así como aportarle de aquellas cualidades mecánicas que el muro de unidades de albañilería por si solo carece, la más importante la ductilidad.



Figura 1: Albañilería confinada en proceso constructivo

Fuente: Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos (Kuroiwa Horiuchi & Salas Peña, 2009)

*En la figura 1, podemos identificar las características durante la construcción, de una edificación de albañilería confinada, notando los muros de ladrillo con mortero, y los elementos de confinamiento reforzado en la edificación.*

**Muros portantes** Son aquellos muros que están diseñados para soportar cargas estructurales tanto cargas de servicio como la carga viva y la carga muerta y cargas accidentales o de naturaleza dinámica como las cargas sísmicas, los muros portantes siguen un proceso constructivo tal que interactúan con toda la estructura, esto le permite a la edificación funcionar como un conjunto, y ante la necesidad de resistencia o soporte de cargas los muros portantes son los que aportan la solución a esa necesidad, por ejemplo el soporte de la losa y de todas las cargas superficiales sobre la misma, para que un muro sea capaz de soportar la carga de este elemento

estructural es necesario que interactúen entre sí, sucede lo mismo con las cargas sísmicas que afectan a la estructura.

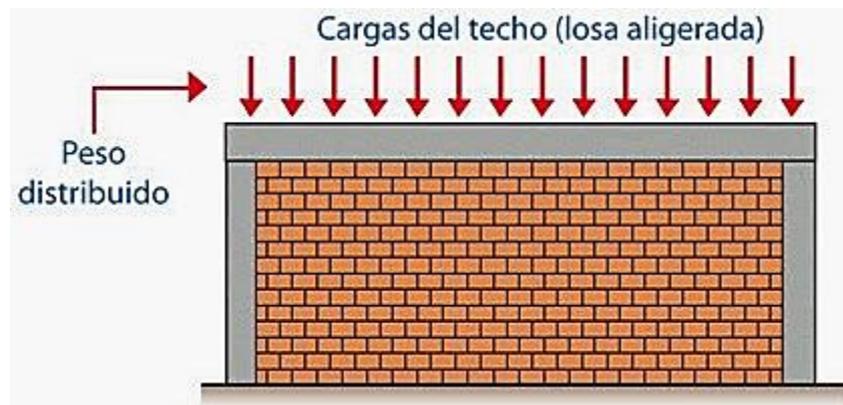


Figura 2: Muros Portantes

Fuente: Manual de Construcción para Maestros de Obra (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A., 2019)

*En la figura 2 se detalla las características de un muro portante, esencialmente connotado por la capacidad de resistencia a cargas, además de ser un muro de ladrillos de arcilla calcinada reforzados con las columnas de confinamiento y viga de amarre.*

**Muros no portantes** Estos elementos, desde ciertos puntos de vista se consideran como no estructurales ya que estos elementos solo tienen la capacidad de soportar su peso propio y los efectos adicionales producidos por el mismo. Los muros no portantes no forman parte del sistema estructural resistente de la edificación, cumplen una función estrictamente arquitectónica tales como elementos de borde, división de ambientes, tabiquería simple, etc. Por la función que cumplen generalmente los muros no portantes tienen una característica especial en su construcción, ya que estos se aíslan de la estructura por completo para que sus propiedades no interactúen con el resto del sistema estructural de la edificación y así evitar errores o fallas que se puedan producir en la edificación.

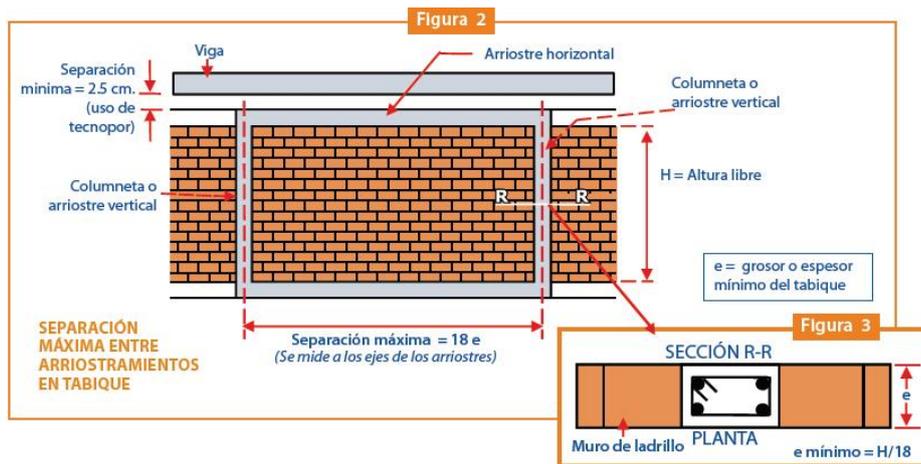


Figura 3: Muros no Portantes

Fuente: Manual de Construcción para Maestros de Obra (CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A., 2019)

La figura 3, representa un modelo de muro no portante de albañilería, donde se hace énfasis en el aislamiento del muro para que no pueda interactuar con el sistema principal, lo que conlleva a que tenga que soportar su peso propio y las cargas generadas por el mismo.

**Componentes de la albañilería confinada** Los muros de albañilería confinada pueden tener componentes distintos dependiendo del uso y las características del muro, genéricamente podemos indicar que los elementos de albañilería confinada son:

### Unidad de Albañilería

Son las unidades de arcilla o ladrillos que se utilizan en la construcción de los muros, son el elemento principal ya que se prevé que son estos los que aportaran la resistencia mecánica a la estructura, razón por la cual es necesario que estos cumplan una serie de requisitos para poder calificar como la unidad de albañilería idónea a usar, dependiendo del uso que se le vaya a dar.

Para lograr los objetivos de la investigación, se propuso el uso de los ladrillos típicos en las construcciones del Perú y de la ciudad de Moquegua, las unidades de arcilla calcinada, ladrillo King Kong 18, ya que se ha observado

que en la mayoría de edificaciones ya construidas y en los procesos actuales que tienen que ver con la construcción de una vivienda de albañilería es la unidad de albañilería más recurrente en su uso.

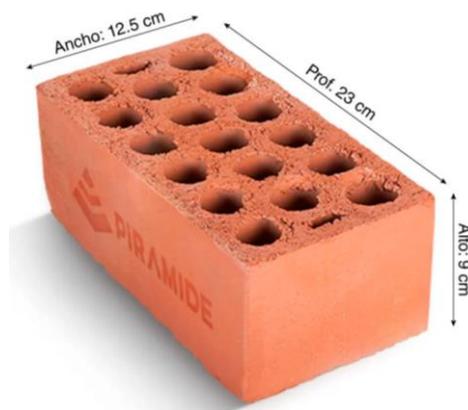


Figura 4: Ladrillo King Kong 18

Fuente: archivos del autor

*En la figura 4 se observa las características físicas del ladrillo King Kong 18, siendo esta la unidad de albañilería típica más usada en la ciudad de Moquegua, considerando las características particulares en cuanto a sus dimensiones.*

Finalmente, de acuerdo a la Norma E.070, los ladrillos para muros portantes, se clasifican en 5 clases según su resistencia a la compresión ( $f_b$ ).

Tabla 2: Clasificación de la unidad de albañilería

Clase	Variación de la Dimensión (Máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Característica a compresión $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)

*Fuente: Norma E.070*

*En la tabla 2 se observa la clasificación de las unidades de albañilería según la norma E.070 de Albañilería.*

## **Mortero**

Es una mezcla de aglomerantes y agregado fino, el aglomerante principal es el cemento, pudiendo mezclarse con algunos elementos adicionales que aportan a la mezcla características especiales, a esta mezcla se le adiciona el agua suficiente para darle una trabajabilidad adecuada a la mezcla, la cual debe tener propiedades de adherencia para la unión o asentado del ladrillo, esta mezcla no debe presentar segregación de los materiales componentes, principalmente del agregado fino. Por su uso y función como componente estructural de adherencia el mortero debe de cumplir ciertas características como se especifica en la norma E.070 y se verifica en la siguiente tabla:

*Tabla 3: Tipos de Mortero*

Tipos de mortero				
Tipo	Componentes			Usos
	Cemento	Cal	Arena	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros portantes
NP	1	---	Hasta 6	Muros no portantes

*Fuente: Norma E.070 de albañilería*

*La tabla 3 presenta los tipos de mortero para el asentado de ladrillo, considerando los muros portantes y los muros no portantes en sistemas de albañilería.*

## **Concreto**

Es el material de construcción, compuesto por la mezcla del cemento, el agregado fino, el agregado grueso y el agua; en estado líquido el concreto se comporta como un aglomerante viscoso que se adhiere y toma la forma de un molde al secarse, por sus características mecánicas el concreto es un material que en estado líquido o fluido es maleable y manipulable, mientras

que en el estado sólido es capaz de tomar la forma de distintos elementos siendo una de sus principales características la alta resistencia a la compresión que puede ofrecer, destacando propiedades como la resistencia la rigidez, la ductilidad, la durabilidad, etc. Uno de los defectos que tiene el concreto es que, su resistencia a la tensión o tracción es mínima, llegándose a considerar cero en los modelos teóricos que se plantean el campo de las estructuras.

Cuando la mezcla de concreto se unifica con acero de refuerzo se denomina concreto armado, este nuevo componente es el que forma los elementos de refuerzo estructural en un sistema de albañilería confinada, su función principal es de aportarle a la estructura una mayor resistencia, pero principalmente una ductilidad adecuada de la que el muro de albañilería carece.

### **El acero de refuerzo**

El acero de refuerzo o ferralla es un elemento que posee una alta resistencia a la tracción o tensión, en estructuras se utiliza para reforzar el concreto e imprimirle esa resistencia a la tensión de la que carece, en la época industrial en la que nos encontramos el acero de refuerzo es fabricado con propiedades mecánicas explícitas, requeridas y necesarias para su uso en la construcción, en estructura, su uso no está limitado a incorporar resistencia a la tensión en el concreto, también incorpora resistencia a la compresión y principalmente provén de ductilidad a los elementos de concreto o de albañilería que no poseen la ductilidad requerida como elementos estructurales.

**Análisis y diseño estructural de albañilería confinada** El proceso de diseño estructural de elementos de estructuras de albañilería confinada, corresponde a una serie de requisitos que se deben cumplir para satisfacer el cumplimiento de resistencia a esfuerzos a los que las estructuras se ven expuestas de acuerdo a sus distintos estados de carga.

Para poder hacer un diseño estructural es necesario realizar un adecuado análisis estructural, según (Abanto Castillo, 2017) indica que “el análisis estructural implica calcular los esfuerzos sometidos en cada elemento estructural; para lo cual es necesario crear modelos matemáticos que simulen el comportamiento del elemento en la realidad”. Así un adecuado análisis estructural comprende el cálculo de los efectos de fuerza de distinta naturaleza sobre la estructura.

En el análisis estructural bajo un modelo matemático implica el cálculo de las fuerzas que actúan internamente en los elementos como reacción a las cargas externas a las que está sometido, para un diseño por esfuerzos permisibles como la norma E.070 indica, es necesario calcular los siguientes tipos de fuerza por su efecto en los elementos:

**Fuerzas axiales o normales** Son las fuerzas que se transmiten a través del elemento de manera longitudinal a la dirección de análisis, estas pueden ser de tracción o compresión, según estén configurados los elementos, estas fuerzas son principalmente generadas por el efecto de las cargas de servicio de la estructura.

**Fuerzas de corte** Estas fuerzas son las que se generan de manera perpendicular a la dirección de análisis del elemento, por naturaleza son perpendiculares a las fuerzas axiales, por su naturaleza estas fuerzas se generan debido a la acción de carga sísmica sobre la estructura y los elementos.

**Momentos flectores** Son las fuerzas producto de la flexión en la estructura, por la naturaleza de los muros verticales de albañilería confinada los momentos flectores se generan debido a las excentricidades que se producen entre la magnitud de la fuerza y su punto de aplicación con respecto al muros sobre el que se lo está analizando.

**Momento Torsor, Son** fuerzas que generan torsión en los elementos estructurales, dentro del análisis y diseño por esfuerzos permisibles, se consideran los esfuerzos más críticos para hacer diseño, la torsión en

estructuras se genera principalmente ante casos de carga sísmica y sumado a ello la mala estructuración y configuración de la edificación.

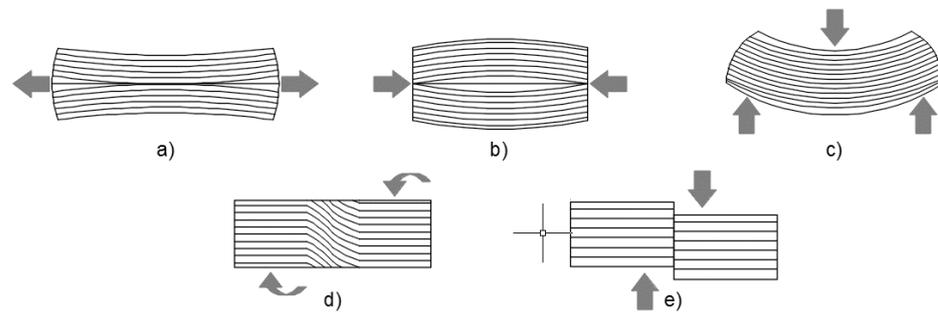


Figura 5: Tipos de Esfuerzos en la estructura.

Fuente: archivos del autor

*En la figura 5 podemos observar los tipos de esfuerzos que se generan en un elemento estructural según como actúan las cargas estructurales, a) esfuerzo de tracción, b) esfuerzo de compresión, c) esfuerzo de flexión, d) esfuerzo producido por torsión y e) esfuerzo producido por fuerzas de corte.*

Una vez culminado el análisis estructural sigue el proceso de diseño. De acuerdo a (Abanto Castillo, 2017) este procedimiento “consiste en determinar el acero de refuerzo y la geometría de los elementos a partir de los esfuerzos internos que conforman la estructura”. Los componentes mecánicos que influyen en el análisis y diseño estructural son la resistencia, la ductilidad y la rigidez; la colocación y distribución de los elementos resistentes en la superficie de la edificación, la cantidad de refuerzo necesaria, las características físicas y mecánicas de los materiales que se utilizan en la construcción de las edificaciones y para finalizar la verificación de los fenómenos físico mecánicos que se puedan generar en la edificación para finalmente predecir e imprimir el comportamiento adecuado de la estructura a efectos de carga vertical y carga lateral.

**Condiciones para el diseño estructural en albañilería confinada,** es necesario establecer condiciones desde el punto de vista arquitectónico, como la distribución de ambientes, la colocación de elementos de iluminación y ventilación natural, la necesidad de proveer de un diseño

vistoso y satisfactorio a el requerimiento de las personas; y el otro punto de vista, el estructural, en el que es necesario tener en cuenta que se tiene que garantizar la resistencia y la rigidez de la estructura, que los elementos estructurales sean capaces de resistir los esfuerzo generados por las cargas de gravedad y la carga sísmica. Para poder realizar el proceso de análisis y diseño el especialista debe de tener en cuenta ciertas características técnicas y metodológicas para satisfacer adecuadamente los instrumentos de evaluación y control que proponen las normas.

**Criterios básicos para el diseño en albañilería** Las cargas que soporta una edificación se clasifican en cargas muertas, cargas vivas y cargas accidentales (de viento y sísmica).

**Carga muerta** (Abanto Castillo, 2017) “define la carga muerta como aquel peso permanente de todos los elementos de la edificación cuya intensidad no varía con el tiempo y que en el análisis estructural se idealizan como cargas distribuidas o fuerzas puntuales actuantes en la estructura”.

**Carga viva** (Abanto Castillo, 2017) “indica que la carga viva es aquella cuya intensidad sobre la estructura no es permanente y varía con el tiempo, es decir todo aquello que pueda cambiar de lugar con relativa facilidad. En el análisis estructural se consideran distribuidas sobre toda el área del piso repartida uniformemente”.

**Cargas sísmicas** son los efectos laterales, que se producen lo el efecto inercial de las más a de la edificación y la aceleración dinámica que produce un sismo, en edificaciones las cargas sísmicas dependen de factores como la zonificación sísmica, el uso de la edificación, las características del suelo y el sistema estructural que se utiliza.

**Transmisión de cargas,** (Abanto Castillo, 2017), indica que la superposición de varias unidades de vivienda conforma un edificio, dichas unidades están separadas por una losa horizontal denominada diafragma rígido, la cual se apoya en muros, vigas y columnas que constituyen el piso del nivel superior y el techo del nivel inferior. Los elementos del primer nivel

son los que transmiten al terreno las cargas de la edificación; es por ellos que los elementos estructurales deben formar un conjunto monolítico capaz de resistir las cargas actuantes.

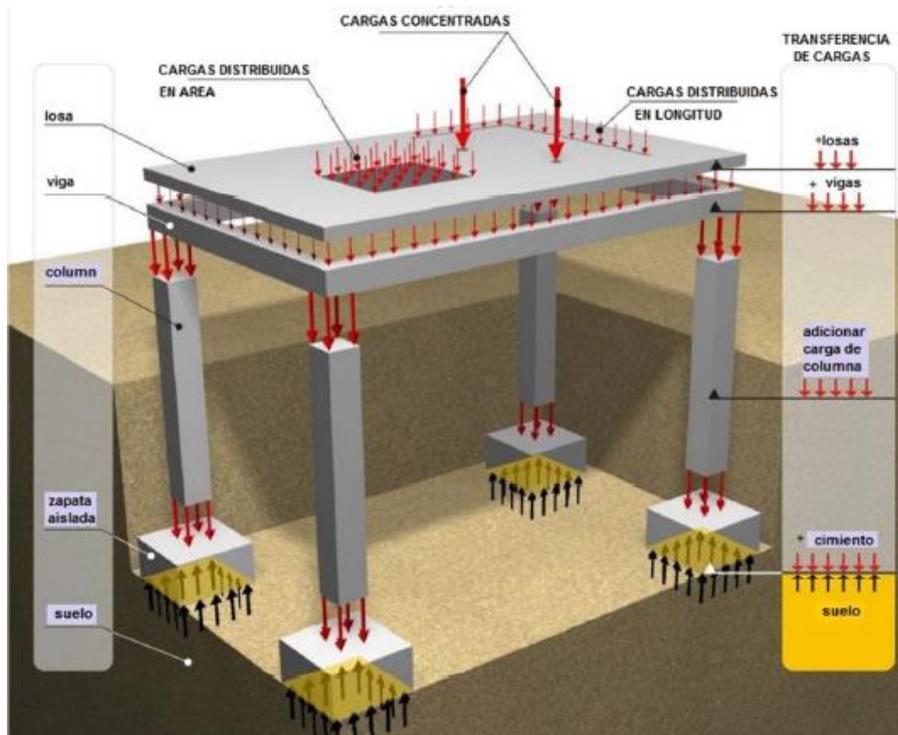


Figura 6: Transmisión de Esfuerzos.

Fuente: archivos del autor

En la figura 5 podemos observar de manera teórica como es el sistema de transmisión de cargas estructurales en una edificación, empezando por la sobrecarga y las cargas muertas que se aplican directamente sobre la losa, transmitiéndose estas a las vigas, para posteriormente ser transmitidas a las columnas y muros, siendo los elementos resistentes los que transmiten las cargas a la sub estructura, finalmente las cimentaciones o las zapatas transmiten los esfuerzos al suelo.

**Tipos de Esfuerzos en las estructuras** Abanto (2017) indica que dependiendo de la posición y de las fuerzas y que actúen sobre una estructura, los elementos que las forman están sometidas a diferentes tipos de esfuerzos, tales como: tracción, compresión, flexión, corte y torsión.

**Distorsión de entrepiso Abanto** (2017) indica que la distorsión de entrepiso o desplazamiento relativo de entrepiso es un índice adimensional necesario para la medida de control de la rigidez de una estructura, y se calcula como la diferencia del desplazamiento lateral entre un piso y el siguiente dividido por la altura del entrepiso.

La Norma E.030 Diseño Sismorresistente, (2018) establece que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para un sistema de albañilería no deberá ser superior a 0,005.

$$\beta = \text{deriva} = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h_i} \leq E. 030$$

Donde:

$\beta$  = deriva del entrepiso

$\Delta_i$  = desplazamiento en el entrepiso i

$\Delta_{i-1}$  = desplazamiento en el entrepiso anterior al i

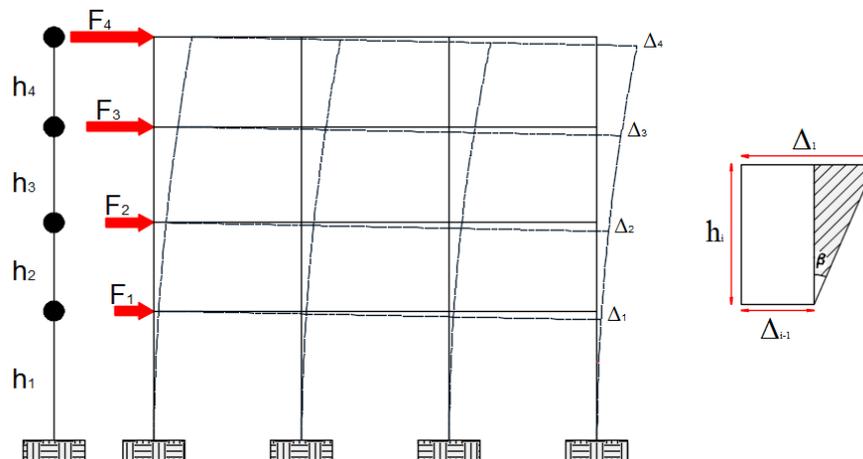


Figura 7: Distorsión de Entrepiso

Fuente: Elaboración propia

*En la figura 5 se puede observar en la forma en la que se generan los desplazamientos laterales en función a la carga sísmica lateral, además se pueden identificar y diferenciar las distorsiones elásticas de las inelásticas.*

### **3 METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación planteado en el presente proyecto fue “investigación aplicada”, esta tiene como objetivo resolver un problema específico o desarrollar una aplicación práctica para satisfacer necesidades concretas, es imprescindible contar con una a base de conocimiento previa, dicho de otro modo, todo proceso de investigación que aplique de forma práctica conocimientos y teorías, sería investigación aplicada.

Para (Vargas Cordero, 2009), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

##### **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es un diseño no experimental transeccional, no se pretende manipular de forma intencional, ni realizar variedad de procesos en el análisis de las variables, el propósito del análisis de las variables es determinar su interrelación y su incidencia en un determinado momento de análisis, (Gauchi Risso, 2017)

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, (2014), en su libro Metodología de la Investigación; señalan que, Los diseños de investigación transeccional recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.

El modelo de la investigación de fundamenta en 3 etapas correlativas.

*Tabla 4: Modelo de la investigación*

<b>Estructuración</b>	<b>Análisis estructural</b>	<b>Diseño estructural</b>
Determinar las características físicas de la edificación a partir de un planteamiento propio	Se procede a realizar el análisis estructural teniendo considerando al actuar estructural de los muros no portantes	Se realizará el diseño estructural con los resultados del análisis contemplando los muros portantes y los no portantes

*Fuente: Elaboración propia*

*En la tabla 4 se plantea el modelo de la investigación, representado básicamente por el proceso secuencial que se plantea para lograr el objetivo del proyecto.*

El diseño no experimental - transeccional se puede expresar de la siguiente manera:

$$O \rightarrow X \rightarrow M_y$$

O : Objeto de estudio/unidad de análisis

X : Análisis no experimental – transeccional de la variable independiente

M<sub>y</sub> : Medición de la variable dependiente

## 3.2 Variables y operacionalización

### 3.2.1 Variable independiente

Análisis y Diseño estructural en albañilería confinada

Tabla 5: Operacionalización de variable dependiente

Dimensión	Definición	Indicador	Escala
<b>Análisis Estructural</b>	Es la predicción del desempeño de una estructura frente a la acción de las cargas prescritas o efectos externos tales como la carga muerta, la carga viva, las cargas de sismo, cargas de viento etc. (Kassimali, 2015)	Esfuerzos	Fuerza
		Análisis estático	Deriva $\leq 0.005$
		Análisis dinámico	Deriva $\leq 0.005$
<b>Distorsiones e irregularidades</b>	Las distorsiones son los desplazamientos laterales inelásticos que se producen a la acción de las cargas sísmicas. Las irregularidades son condiciones y criterios por falta de uniformidad física o mecánica en la estructura, (ICG, instituto de la Construcción y Gerencia, 2018)	Desplazamientos	cm
		Rigidez	Regular / irregular
		Resistencia	Regular / irregular
<b>Diseño Estructural</b>	Relacionado directamente al diseño de los muros y los elementos de confinamiento, a su vez está orientado a proteger la estructura contra daños ante eventos sísmicos.	Diseño por compresión	Esfuerzos (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diseño por corte fricción	Esfuerzos (kg/cm <sup>2</sup> )
		Diseño por tracción	Esfuerzos (kg/cm <sup>2</sup> )

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 Variable dependiente

Muros no portantes

Tabla 6: Operacionalización de variable dependiente

Dimensión	Definición	Indicador	Escala
<b>Elementos no confinados</b>	Se considerarán como muros no confinados aquéllos que, contando con algún tipo de confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías. El espesor de los muros, t, no será menor de 10 cm. (INIFED, Infraestructura Educativa, 2015)	Refuerzo vertical	% Cuantía $\rho$
		Refuerzo horizontal	% Cuantía $\rho$
		Refuerzo transversal	% Cuantía $\rho$
<b>Elementos no reforzados</b>	Se considerarán como muros no reforzados aquéllos que, contando con algún tipo de refuerzo (exterior o interior), no tengan el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías. El espesor de los muros, t, no será menor de 10 cm. (INIFED, Infraestructura Educativa, 2015)	Refuerzo vertical	% Cuantía $\rho$
		Refuerzo horizontal	% Cuantía $\rho$
		Refuerzo transversal	% Cuantía $\rho$

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Población, muestra, muestreo y unidades de análisis

#### 3.3.1 Población

La población de la presente investigación fue constituida por todas las viviendas de albañilería confinada dentro del área de influencia de la ciudad de Moquegua, 2021, 13.913 viviendas dentro de la ciudad siendo esta población de carácter finito.

Según García Ramírez, (2019), La población es un conjunto total de individuos, elementos, tipos, etc. que poseen características, comunes en un lugar y momento determinado, es el universo de individuos.

### **3.3.2 Muestra**

Para Tamayo, (2003) la muestra se determina a partir de la población cuantificada cuando no es posible medir cada una de las entidades de la población; en poblaciones donde la cantidad de análisis es bastante la muestra seleccionada.

En el diseño de edificaciones el planteamiento y la determinación de un proceso de análisis y diseño es significativo para cada una de las estructuras, es por este motivo que la muestra seleccionada fue “vivienda de albañilería confina de cuatro niveles ubicada en la ciudad de Moquegua”.

#### **Muestreo**

Según Tamayo, (2003), en proyectos donde los individuos dentro de la población reúnen condiciones determinadas y tienen carácter de representatividad el tipo de muestreo es no probabilístico por cuotas, “muestreo por conveniencia” o no aleatorio, no se conoce esa probabilidad, y por lo tanto la posibilidad de que existan sesgos es mayor. Eso implica, entre otras cosas, que en principio no se pueden extrapolar los resultados a la población. A pesar de ello, en ocasiones no queda otra elección que utilizarlos.

#### **Unidades de análisis**

Las unidades de análisis de la investigación se basan en el análisis de una vivienda de albañilería confinada, céntricamente el estudio estará basado en:

- Análisis y diseño estructural de muros portantes
- Análisis y diseño estructural de muros no portantes

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

De acuerdo a Bavaresco De Prieto (2013), para la recolección de la información es necesario el uso de técnicas y herramientas, que sean capaces necesaria para realizar o procesar los datos de la investigación.

En la presente investigación se utilizó la técnica del análisis documental para recolectar la información necesaria, principalmente enfocada en hacer el análisis documental para identificar las propiedades físico mecánicas de los materiales que se consideraron en el proyecto, así como también el análisis documental del reglamento nacional de edificaciones en las normas E.020 de Cargas, E.030 de diseño sismorresistente, E.060 de concreto armado y E.070 de albañilería; además de la técnica de la observación directa para verificar e identificar las características constructivas de los muros no portantes en el sistema estructural analizado.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la obtención de la información se utilizó la ficha de observación de datos y ficha de recolección documental, como los instrumentos de recolección de datos, con la finalidad de sistematizar la obtención de la información, además de ello para el procesamiento de la información en el presente proyecto se tuvo que utilizar los siguientes instrumentos:

- Ficha de recolección de datos, la que permitió recolectar los datos físico mecánicos de los materiales, necesarios para realizar el modelo matemático de análisis.
- Ficha de análisis documental, que se utilizó para recolectar todos los parámetros técnicos, establecidos en la norma técnica peruana y el reglamento nacional de edificaciones.
- Software ETABS v19, para realizar el modelamiento y análisis estructural, además de aplicar el análisis estático y dinámico de la edificación.

- Software Excel 2019, se utilizó para la obtención de los resultados numéricos del análisis de datos, una herramienta para inicialmente condensar la información de los esfuerzos que se genera en la estructura, así como las distorsiones y las condiciones para determinar las irregularidades; además también se utilizó el software para realizar las tablas y la aplicación de fórmulas, como hoja de cálculo, para procesar la información del análisis y diseño de la estructura, además de las verificaciones solicitadas según la norma.

### 3.5 Procedimiento

En el presente proyecto se utilizó el siguiente procedimiento, desde la recolección de los datos, el análisis estructural para la obtención de resultados y el diseño para la verificación de las hipótesis:

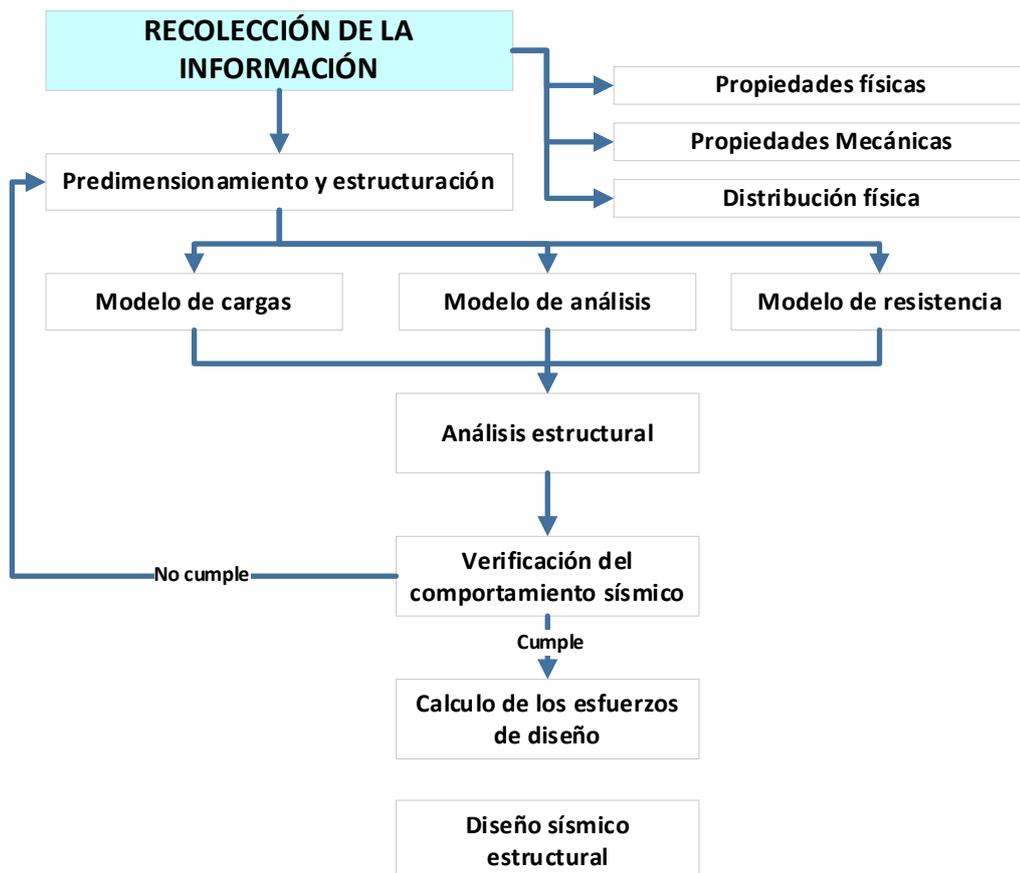


Figura 8: Diagrama para el proceso y análisis de datos

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Según Cordova Zamora (2003) en su libro “Estadística descriptiva e inferencial”, indica que, La estadística descriptiva es una disciplina que se encarga de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos.

El método de análisis de datos que se utilizó en la presente investigación es estadístico descriptivo, ya que se plantea recoger los datos y organizarlos mediante tablas utilizando el software Excel 2019, además de realizar los cálculos básicos, basándose en los lineamientos de la norma técnica peruana y organizando la información mediante gráficos.

Para poder obtener los resultados, la metodología de análisis de datos aplicada conlleva a emplear el siguiente proceso:

- Estructuración y predimensionamiento de la edificación planteada, utilizando el software AutoCAD v2022.
- Análisis de las cargas estructurales, siguiendo los parámetros de la norma E. 020 de cargas, del reglamento nacional de edificaciones.
- Modelamiento y análisis estructural, utilizando el software ETABS v19, para aplicar el análisis estático y dinámico, y verificar el comportamiento sísmico, además de determinar los esfuerzos de diseño de los elementos estructurales. En este paso se aplicó los criterios y limitaciones que se establecen en la norma E.030 de diseño sismorresistente.
- Diseño de los elementos estructurales, aplicando el método de diseño por esfuerzos permisibles, utilizando los criterios y el procedimiento establecido en la norma E.070 de albañilería, para procesar los datos de diseño se utilizaron hojas de cálculo en Excel 2019 como tablas de procesamiento de información.
- Cálculo de las cuantías de acero y la propuesta de refuerzo de los elementos estructurales y no estructurales mediante el análisis y diseño.

### **3.7 Aspectos éticos**

En el proceso de cualquier investigación científica y el uso del conocimiento producido por la ciencia demandan conductas éticas en el investigador y en el maestro. La conducta no ética carece de lugar en la práctica científica. Debe ser señalada y erradicada; en el desarrollo de la presente investigación se pretende ser transparente en los siguientes aspectos:

- Las referencias, citas, antecedentes e información utilizada de distintos autores, estará citada adecuadamente reconociendo la autoría intelectual de los autores en los que se basan los distintos conceptos e ideas.
- Los datos necesarios para realizar el procedimiento de análisis y diseño de una estructura, con la intención de obtener los resultados deseados, han sido totalmente verídicos y fundamentados en los parámetros normativos, así como en los criterios especificados en el proyecto.
- La veracidad de los resultados estará fundamentada en los criterios y limitaciones que se describen en el reglamento nacional de edificaciones, profundizando en la norma E.030 de diseño sismorresistente y E.070 de Albañilería, en el procedimiento de diseño por esfuerzos permisibles.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Presentación de resultados**

Para la obtención de los resultados de la presente investigación, se plantearon distintas etapas, en las que se desarrolló cada uno de los puntos necesarios para el procesamiento de datos, estas etapas fueron:

Planteamiento arquitectónico, en esta etapa se desarrolló todos los criterios arquitectónicos de la edificación, la distribución y características de los elementos dentro de la edificación.

El estudio de mecánica de suelos fue resultado de la contratación de los servicios de consultoría que permitió que se disponga del Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto de Tesis: IOARR: “Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua”, los aspectos determinados en el estudio de mecánica de suelos fueron:

- Determinar las propiedades físicas mecánicas de los materiales a nivel del terreno de fundación.
- Determinar la compresibilidad del terreno de fundación.
- Cálculo del asentamiento inmediato mediante el método elástico.
- Determinar el grado de agresividad química del terreno de fundación al concreto y al acero.
- Cálculo de la capacidad de carga admisible del terreno de fundación con fines de cimentación.
- confección de la columna estratigráfica de la calicata.

Análisis sismorresistente, en esta sección se desarrolló todos los aspectos del análisis sismorresistente, desde el cálculo de las propiedades sísmicas de la estructura, además del planteamiento del análisis estático y el análisis dinámico, utilizando el análisis espectral para realizar el cálculo, también se desarrolla el cálculo de las irregularidades y las deformaciones estructurales.

Diseño estructural, en esta etapa se desarrolló la parte el diseño estructural, el cual se basó en el cálculo de las cuantías de acero necesarias para el reforzamiento de los elementos estructurales tanto de los muros portantes como de los muros no portante, centrándose esencialmente en el diseño de las columnas de confinamiento, las vigas de amarre y vigas soleras, teniendo en cuenta que en el diseño de los muros no portantes las cargas de la estructura interactúan con los mismos.

Para poder satisfacer los objetivos de la investigación, se planteó dos modelos para el diseño sismorresistente, para poder identificar de qué manera influye la tabiquería no portante en el comportamiento del sistema estructural principal o de muros portantes.

## **4.2 Planteamiento arquitectónico**

### **4.2.1 Ubicación urbana de la edificación**

El proyecto a trabajar, se encuentra ubicado en el asentamiento humano Cesar Vizcarra Vargas II, manzana G, Lote 3, en el centro poblado de Chen, del distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto y departamento de Moquegua, 2021, las características del lugar son típicas de la región, siendo el terreno base donde se construirá la edificación un terreno estable.

Las características topográficas del proyecto son de superficie plana, no requiriéndose ningún tipo de nivelado ni condición especial para el mismo.



Figura 9: Ubicación referencial del proyecto

Fuente: Google Maps

#### **4.2.2 Descripción arquitectónica de la estructura**

El proyecto arquitectónico se basa en una edificación de 4 niveles destinada al uso de vivienda, con características de ser multifamiliar, con un sistema de departamentos en cada uno de los niveles, el proyecto contempla la construcción del edificio en un terreno de área 200 m<sup>2</sup>, siendo el área techada de 133.118 m<sup>2</sup> las características de la estructura en cuanto a la distribución de sus elementos son:

##### **Primer nivel**

###### **Departamento 101**

- 1 cocina
- 1 patio
- 1 sala de estar
- 1 sala comedor
- 2 dormitorios
- 2 baños
- 1 jardín
- 1 cochera

###### **Departamento 102**

- 1 cocina
- 1 patio
- 1 sala de estar
- 1 sala comedor
- 2 dormitorios
- 2 baños
- 1 jardín
- 1 cochera

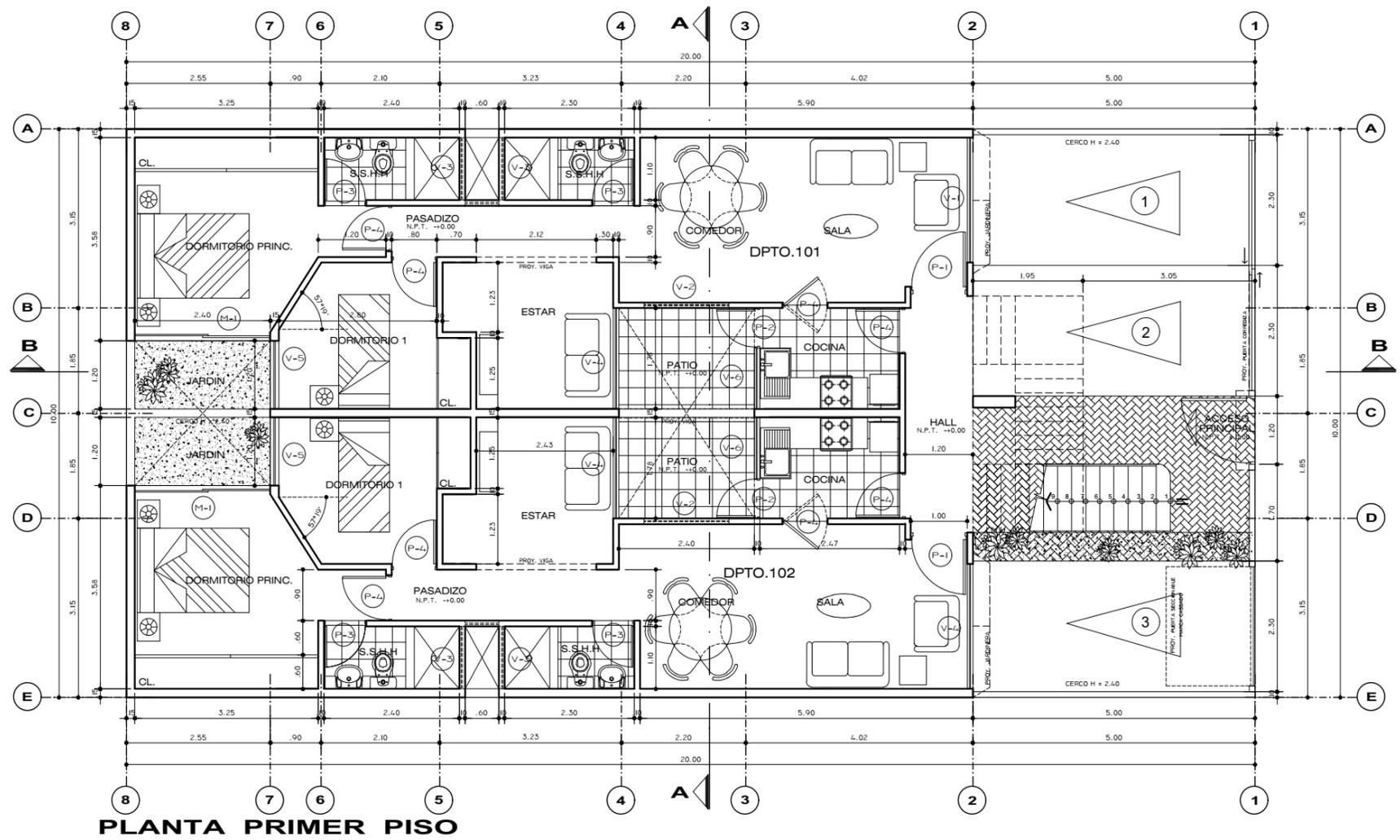


Figura 10: Plano en planta del primer piso, vivienda de albañilería confinada  
 Fuente: Archivos del autor

## **Segundo, tercer y cuarto Nivel**

El resto de niveles de la estructura también están destinados para el uso de departamentos, cada piso cuenta con la distribución de ambientes para dos departamentos independientes, la distribución de estos departamentos es:

### **Departamento 201,301 y 401**

- 1 cocina
- 1 sala de star
- 1 sala comedor
- 2 dormitorios
- 2 baños

### **Departamento 202, 302 y 402**

- 1 cocina
- 1 sala de star
- 1 sala comedor
- 2 dormitorios
- 2 baños

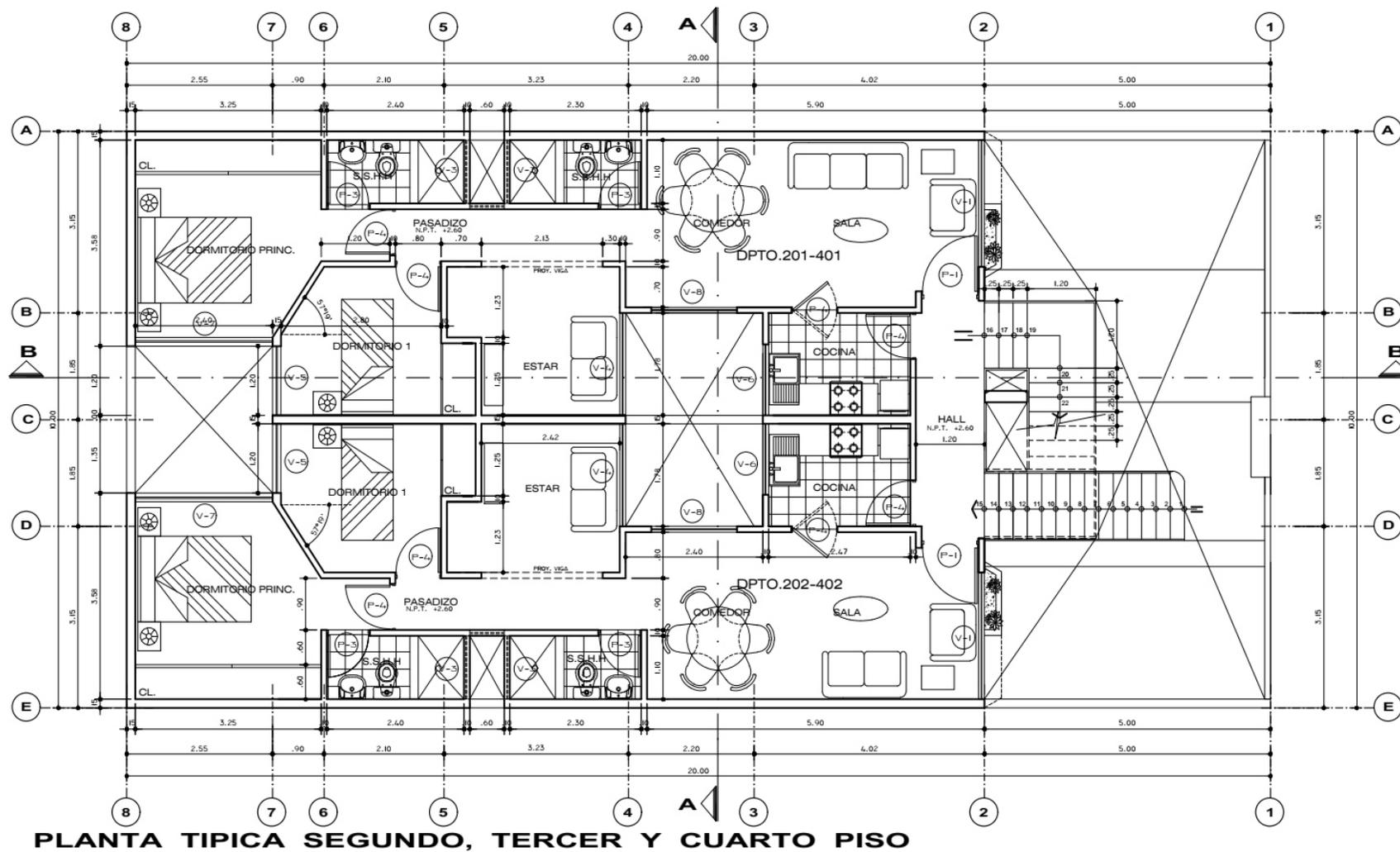


Figura 11: Plano en planta del segundo, tercer y cuarto nivel

Fuente: Archivos del autor

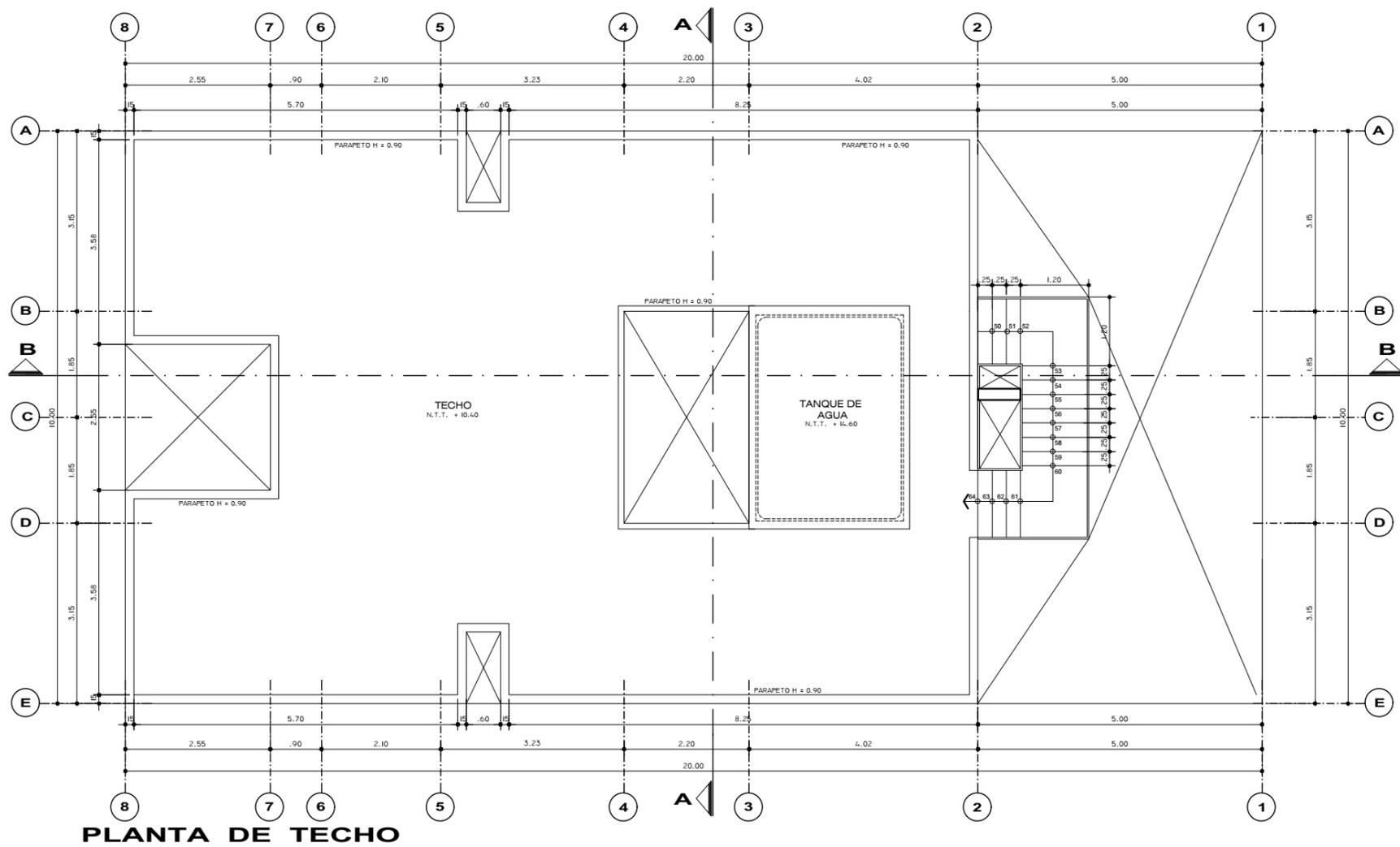


Figura 12: plano techo de la edificación

Fuente: Archivos del autor

### **4.3 Propiedades mecánicas del suelo**

#### **4.3.1 Estudio de suelos**

El estudio de mecánica de suelos, necesario para el diseño de la edificación de 4 niveles se hizo para:

- Determinar las propiedades físicas mecánicas de los materiales a nivel del terreno de fundación.
- Determinar la compresibilidad del terreno de fundación.
- Cálculo del asentamiento inmediato mediante el método elástico.
- Determinar el grado de agresividad química del terreno de fundación al concreto y al acero.
- Cálculo de la capacidad de carga admisible del terreno de fundación con fines de cimentación.
- Confección de la columna estratigráfica de la calicata.

#### **4.3.2 Ubicación del estudio**

La ubicación donde se efectuará la inversión, se encuentra en:

Región : Moquegua.  
Provincia : Mariscal Nieto.  
Distrito : Moquegua.  
Centro Poblado : Chen Chen.  
Altitud : 1,518 m.s.n.m

#### **4.3.3 Geología y sismicidad del área del estudio**

El proyecto se ubica geológicamente en la carta 35-u Moquegua; del Sistema cuaternario, Serie reciente, pertenece a la formación Aluvio Coluviales (Q-al).

#### 4.3.4 Sismicidad en Moquegua

Dentro del territorio peruano se han establecido 4 zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según los mapas de zonificación sísmica del Perú, propuesto por la nueva norma Sismo Resistente E.030 del reglamento nacional de edificaciones, la ciudad de Moquegua se encuentra en la zona 4, correspondiendo una alta sismicidad con un factor de zona  $Z(g) = 0.45$ , que corresponde a la máxima aceleración de terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

#### 4.3.5 Ensayos De Laboratorio.

Para determinar las características físicas mecánicas del terreno de fundación, se realizaron con las muestras alteradas e inalteradas, los ensayos estándares normalizados siguientes:

#### Ensayos estándar

*Tabla 7: Ensayos estándar de Mecánica de suelos*

Descripción	Norma
NTP 339.127:1998 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127
NTP 339.128:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128
NTP 339.129:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129
NTP 339.134:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)	NTP 339.134
Sistema de Clasificación de suelos AASHTO	AAHSTO
Ensayo: NTP 339.143:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo Estándar para la densidad y peso unitario del suelo ínsito mediante el método del cono de arena	NTP 339.143

## Ensayos Especiales

Tabla 8: Ensayos especiales de Mecánica de suelos

Descripción	Norma
Método estándar para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D 3080-72).	ASTM D-3080
NTP 339.177 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.177
NTP 339.152 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.152
NTP 339.178 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.178

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

### 4.3.6 Análisis de la cimentación

De acuerdo a la calicata explorada, el terreno de fundación está conformada por material gravo limoso arenoso (GP-GM), medianamente consolidada, con presencia de cierta humedad, producto de la filtración ocasionada por las lluvias y el riego de jardines en la parte exterior.

De acuerdo al perfil del terreno, superficialmente, hasta aproximadamente 1.20 m., de profundidad, presenta una densidad suelta y a partir de ahí una densidad media observándose además la presencia de bolonería en aproximadamente 50% de tamaño máximo 14" de diámetro, que mejora sustancialmente la calidad del terreno de fundación. Recomendándose el desplante de la cimentación a una profundidad no menor de  $D_f = -1.20$  m.

### 4.3.7 Compresibilidad

Se ha determinado los coeficientes de compresibilidad, valiéndonos de los límites de consistencia y haciendo uso de la ecuación siguiente:

Tabla 9: Coeficiente de compresibilidad

Descripción	Unidad	Calicata
		C-1 E-1
Límite Líquido	%	24.60
Coeficiente de compresibilidad	Cc	0.13

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Coeficiente de Compresibilidad  $C_c = 0.009$  (LL-10)

Se determina que los materiales del terreno de fundación en la zona del proyecto, son de baja compresibilidad.

### 4.3.8 Cálculo de asentamiento

Para el cálculo de asentamientos inmediatos se ha utilizado el método elástico.

Tabla 10: Asentamiento diferencial del suelo

Descripción	Símbolo	Unidad	Calicata
			C-01
Clasificación SUCS		E-01	SM
Capacidad de carga última	Q	tn/m <sup>2</sup>	17.80
Ancho de cimentación	B	m	1
Relación de Poisson adoptado	$\mu$		0.15
Factor de influencia	lf	cm/m	82
Módulo de Young adoptado	Es	tn/m <sup>2</sup>	5000.00
Asentamiento Diferencial calculado	Si	cm	0.29

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Teniendo en consideración que el asentamiento permisible es 1", El asentamiento diferencial rápido a producirse es menor que el máximo permisible:  $S_i < S_p$ .

### 4.3.9 Cálculo de Capacidad de Carga Admisible

Realizado los ensayos de corte directo para la determinación del ángulo de fricción interna de los medios incoherente y cohesión ( $\theta$ , C); tomando en cuenta el peso específico del suelo natural, la estimación de la profundidad de desplante, el ancho de la cimentación, aplicados los coeficientes de carga y el factor de seguridad 3 (zona altamente sísmica) en la ecuación de Terzaghi y modificados por Meyerhof, se ha determinado las capacidades de carga admisibles, para determinar la influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles; cuyos resultados se muestran en el cuadro de análisis siguiente:

*Tabla 11: Capacidad de Carga admisible*

Descripción	Unidad	C-1 E-1	C-1 E-1
Terreno de Ubicación		Fundación	Fundación
Angulo de fricción interna, $\theta$		Zapata Cuadrada	Cimentación corrida
Cohesión, c	$\theta^\circ$	30.2	30.2
Compacidad	kg/cm <sup>2</sup>	0.0004	0.0004
		Media	Media

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

*Tabla 12: Parámetros de la capacidad de carga admisible*

Descripción	Unidad	C-01, e-01	C-01, e-01
Terreno de fundación		Fundación	Fundación
Estructura		Cimiento Corrido	Cimentación corrida
Profundidad de desplante (Df)	cm	120	60
Ancho de cimentación (B)	cm	100	60
Densidad Natural Global "in situ" (Dn)	gr/cm <sup>3</sup>	1.681	1.681
Coeficiente de carga (Nq)		18.82	18.82
Coeficiente de carga (N <sub>s</sub> )		23.08	23.08
Coeficiente de carga (Nc)		30.63	30.63
Factor de seguridad		3.00	3.00
Capacidad de carga admisible (q <sub>a</sub> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.79	1.02

Capacidad de carga última,  $q_u = cN_cSc + \gamma DfN_q + 0.5\gamma B\gamma SN\gamma$

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

## 4.4 Generalidades del proyecto

### 4.4.1 Normas consideradas

Para concretar el análisis y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de 4 niveles, es necesario tener en cuenta las consideraciones y parámetros técnicos que se detallan en las normas técnicas, esencialmente las del Reglamento nacional de edificaciones, en el presente proyecto se consideró las siguientes normas:

- Norma E.020 de cargas, para el cálculo del Metrado de cargas además de las cargas que influyen en el análisis estructural.
- Norma E.030 de diseño sismorresistente, utilizada para la determinación de los parámetros sísmicos, además del cálculo y diseño sismorresistente.
- Norma E.050 de suelos y cimentaciones, para el diseño de cimentaciones.
- Norma E.060 de concreto armado, para el cálculo del refuerzo de los estructurales de concreto.
- Norma E.070 de albañilería, para el diseño de los elementos de albañilería, considerando los muros portantes y los no portantes.

### 4.4.2 Propiedades de los materiales

#### Propiedades del concreto según Norma E.060

Tabla 13: Propiedades mecánicas del concreto

Propiedades		Valor	Unidad
Resistencia a la compresión	$f'_c$ :	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Deformación unitaria máxima	$\epsilon_c$ :	0.003	
Módulo de elasticidad	$E_c$ :	217370.6511	Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Polisión	$\mu_c$ :	0.15	

**Módulo de corte**  $G_c:$  94508.9788 Kg/cm<sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

### Propiedades de la Albañilería, King Kong fortaleza 10x14x24, norma E.070

*Tabla 14: Propiedades mecánicas Albañilería*

Propiedades, Ladrillo King Kong Fortaleza	Valor	Unidad
<b>Resistencia a Compresión Axial de las Unidades</b>	$f_b:$ 130	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a Compresión Axial en Pilas</b>	$f_m:$ 65	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia al Corte en Muretes</b>	$v'_m:$ 8.1	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de Elasticidad</b>	$E_m:$ 32500	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de Corte</b>	$G_m:$ 13000	Kg/cm <sup>2</sup>
Propiedades, Pandereta	Valor	Unidad
<b>Resistencia a Compresión Axial de las Unidades</b>	$f_b:$ 50	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a Compresión Axial en Pilas</b>	$f_m:$ 25	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia al Corte en Muretes</b>	$v'_m:$ 5	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de Elasticidad</b>	$E_m:$ 12500	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Módulo de Corte</b>	$G_m:$ 5000	Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

### Propiedades del acero de refuerzo

*Tabla 15: Propiedades mecánicas acero*

Propiedades	Valor	Unidad
<b>Módulo de Elasticidad</b>	$E_s:$ 2000000	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Esfuerzo de Fluencia</b>	$f_y:$ 4200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Deformación Unitaria Máxima</b>	$\epsilon_s:$ 0.0021	

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.3 Cargas de análisis y diseño

Las cargas estructurales, son las fuerzas externas aplicadas a los miembros resistentes de una estructura o su propio peso, como los esfuerzos son

consecuencias de las cargas; es necesario conocer o suponer las cargas a que va a estar sometido cada uno de esos miembros o elementos, así como la estructura en general, en el diseño de una estructura, se debe considerar todas las cargas reales que actuarán en la estructura.

Carga muerta, son las cargas consideradas como permanentes en el sistema estructural, en el caso del proyecto, la carga muerta se presenta como el peso de los elementos estructurales, además de los acabados y el piso terminado.

*Tabla 16: Cargas Muertas de la estructura*

<b>Cargas Muertas</b>			
<b>Elemento</b>		<b>Carga</b>	<b>Unidad</b>
<b>Peso propio del concreto armado</b>	$\gamma_c$ :	2400	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso propio de la albañilería</b>	$\gamma_m$ :	1800	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso del acero de refuerzo</b>	$\gamma_s$ :	7800	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Acabados</b>	$\gamma_{ac}$ :	100	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Piso terminado</b>	$\gamma_{pt}$ :	120	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Tabiquería</b>	$\gamma_t$ :	150	Kg/m <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Carga viva, está representada por todas aquellas cargas móviles, o cargas que pueden variar en la edificación como la sobrecarga, en este proyecto las cargas vivas mínimas repartidas, se obtuvieron directamente de lo propuesto en la tabla N°01 de la norma E.020 de cargas, para viviendas las cargas serán:

*Tabla 17: Cargas Vivas de la estructura*

<b>Cargas Vivas</b>			
<b>Elemento</b>		<b>Carga</b>	<b>Unidad</b>
<b>Carga viva de piso</b>	CV:	200	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga viva de techo</b>	CVt:	100	Kg/m <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.4 Requisitos de resistencia y servicio

En la norma E.060 se describe los requisitos que deben de cumplir las cargas para el diseño de los elementos estructurales, las cargas se amplificaron para determinar la resistencia ultima de diseño, así mismo se debe aplicar un factor de reducción a la resistencia nominal, para poder identificarla como una resistencia de diseño.

#### Combinación de cargas de cargas

- La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

- Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado anteriormente en la resistencia requerida, será como mínimo:

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

Siendo:

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

CS: carga de sismo

#### Factor de reducción para resistencia de diseño

Diseño por flexión	: $\phi=0.9$
Diseño por carga axial, tracción	: $\phi=0.9$
Diseño por carga axial, Compresión	: $\phi=0.7$
Diseño por corte y torsión	: $\phi=0.85$

#### 4.5 Parámetros sísmicos de la estructura

Basados en la norma E.030 de diseño sismorresistente, para el diseño de la estructura, se determinó los parámetros sísmicos, dados por los parámetros

de sitio, el sistema estructural, la categoría de la edificación y las características físicas de la estructura.

#### 4.5.1 Factor zona (Z)

La edificación se ubica en el departamento de Moquegua, provincia de mariscal nieta y el distrito de Moquegua, específicamente en el centro poblado Chen Chen, de acuerdo a los criterios de zonificación de la norma E.030 de diseño sismorresistente:

Tabla 18: Factor Zona

Factor zona	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

La estructura se ubica en la zona 4, de alta vulnerabilidad símica, por lo tanto, el factor Zona (Z) es de 0.45.

#### 4.5.2 Factor Uso (U)

La estructura, es un edificio destinado para un sistema de departamentos, una vivienda multifamiliar de 4 niveles.

Tabla 19: Factor Uso

Categoría de las edificaciones Factor U		
Categoría	Descripción	Factor U
A	Edificaciones esenciales	1.5
B	Edificaciones importantes	1.3
C	Edificaciones comunes	1.0
D	Edificaciones temporales	

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

Dentro de la categorización de la norma E.030 de diseño sismorresistente, ubicamos a la estructura como una edificación común, categoría C, por lo tanto, el factor Uso (U) es 1.0.

#### 4.5.3 Periodo fundamental de la estructura (T)

El periodo fundamental de vibrar de un edificio en un parámetro esencial para identificar el comportamiento del mismo, y para el diseño sísmico de una estructura. Generalmente los códigos de construcción proporcionan fórmulas empíricas para estimar el periodo fundamental, dichas expresiones se basan en registros de edificios durante el movimiento del suelo obtenidos en modelos elaborados.

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

$h_n$ : Es la altura total de la edificación

$C_t$ : Es un coeficiente, que depende del sistema estructural, en el caso de edificios de albañilería el coeficiente es de 60.

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{11.2}{60} = 0.1867$$

El periodo fundamental de la estructura para una altura total de 11.2m y un coeficiente  $C_t$  de 60, es de 0.1867 seg.

#### 4.5.4 Parámetros de sitio, factor suelo (S)

En base a la capacidad de resistencia del suelo al corte de 1.02 kg/cm<sup>2</sup>, expresado en unidades inglesas 99.93 kpa, es un suelo Tipo S2 Suelos intermedios.

*Tabla 20: Clasificación del perfil de suelo*

Clasificación de los perfiles de suelo			
Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-

<b>S<sub>1</sub></b>	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kpa
<b>S<sub>2</sub></b>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kpa a 100 kpa
<b>S<sub>3</sub></b>	<180 m/s	<50	25 kpa a 50 kpa
<b>S<sub>4</sub></b>	Clasificación basada en el estudio de mecánica de suelos		

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

Con el tipo de suelo identificado y la zona de ubicación de la estructura ya se pudo identificar el factor suelo.

Tabla 21: Factor Suelo

Factor de suelo "S"				
Factores Zana	Perfiles de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

Siendo el factor suelo S=1.05, además conociendo el tipo y el factor suelo también podemos identificar el periodo corto y el periodo largo de vibración del suelo.

Tabla 22: Periodos de vibración del Suelo

Periodos "Tp" y TI				
	Perfiles de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
<b>Tp (S)</b>	0.3	0.4	0.6	1.0
<b>TI (S)</b>	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

Utilizando las características del suelo, obtenidas en el estudio de mecánica de suelos, y la norma E.030 de diseño sismorresistente se determinó que el tipo de suelo es un suelo Tipo S2 Suelos intermedios, siendo su factor (S)

de 1.05, además el periodo de vibración Corta del suelo  $T_p$  es de 0.6 y el periodo de vibración largo del suelo es de 2.0.

#### 4.5.5 Factor de amplificación sísmica (C)

Para poder calcular el factor de amplificación sísmica, es necesario identificar los periodos de vibración tanto de la estructura, como del suelo, y verificar cuál de las siguientes condiciones se cumplen:

a) si,  $T < T_p$  entonces  $C = 2.5$

b) si,  $T_p < T < T_l$  entonces  $C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$

c) si,  $T > T_l$  entonces  $C = 2.5 \left( \frac{T_p T_l}{T^2} \right)$

Según los datos analizados en el punto anterior el valor del periodo Fundamental de vibración de la estructura  $T=0.1867$ , el periodo fundamental corto del suelo es  $T_p=0.4$  y el periodo de vibración largo del suelo  $T_l=2.5$ , con todas las propiedades identificadas, se verifico que se cumple  $T < T_p$  y el valor del coeficiente de amplificación sísmica es de  $C=2.5$ .

#### 4.5.6 Coeficiente básico de reducción sísmica ( $R_0$ )

El sistema estructural principal de la edificación es de albañilería confinada, muros basados en unidades de arcilla calcinada apiladas con norte, y reforzado con columnas y vigas de concreto armado.

*Tabla 23: Coeficiente básico de reducción*

<b>Sistemas estructurales</b>	
<b>Sistema estructural</b>	<b>Coeficiente básico de reducción <math>R_0</math></b>
Acero, Pórticos Especiales Resistentes a Momentos	8
Concreto armado, pórticos	8
Albañilería Armada y confinada	3
Madera	7

*Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente*

En la norma E.030 de diseño sismorresistente el coeficiente básico de reducción sísmica para sistemas estructurales de albañilería confinada y armada, es de  $R_0=3$ , teniendo en cuenta que este coeficiente se usara para el análisis y diseño sísmico, y representa el coeficiente de reducción sísmica para sismos severos, teniendo que modificar este valor para el diseño de los elementos estructurales, utilizando el coeficiente de reducción sísmica  $R_0=6$  para sismos moderados.

### Resumen de los parámetros sísmicos

Tabla 24: Parámetros sísmicos

Parámetros sísmicos			
Factor	Parámetro	Simb.	valor
Factor zona	Zona 4	Z	0.45
Factor Uso	Edificaciones comunes	U	1.00
Factor de amplificación sísmica		C	2.50
Factor suelo	Suelos intermedios	S	1.05
Factor de reducción sísmica	Albañilería	R	3.00

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

#### 4.5.7 Espectro sísmico

Para el análisis de estructuras, es importante entender cómo se transfiere la energía sísmica del suelo a las edificaciones. El espectro sísmico de la estructura propuesta, ayuda a evaluar el comportamiento de la edificación cuando es sometido a las vibraciones de registros sísmicos.

Tabla 25: Espectro sísmico

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.394
2.50	0.02	0.394
2.50	0.04	0.394
2.50	0.06	0.394
2.50	0.08	0.394
2.50	0.10	0.394
2.50	0.12	0.394

2.50	0.14	0.394
2.50	0.16	0.394
2.50	0.18	0.394
2.50	0.20	0.394
2.50	0.25	0.394
2.50	0.30	0.394
2.50	0.35	0.394
2.50	0.40	0.394
2.50	0.45	0.394
2.50	0.50	0.394
2.50	0.55	0.394
2.50	0.60	0.394
2.31	0.65	0.363
2.14	0.70	0.338
2.00	0.75	0.315
1.88	0.80	0.295
1.76	0.85	0.278
1.67	0.90	0.263
1.58	0.95	0.249
1.50	1.00	0.236
1.36	1.10	0.215
1.25	1.20	0.197
1.15	1.30	0.182
1.07	1.40	0.169
1.00	1.50	0.158
0.94	1.60	0.148
0.88	1.70	0.139
0.83	1.80	0.131
0.79	1.90	0.124
0.75	2.00	0.118
0.62	2.20	0.098
0.52	2.40	0.082
0.44	2.60	0.070
0.38	2.80	0.060
0.33	3.00	0.053
0.19	4.00	0.030
0.12	5.00	0.019
0.08	6.00	0.013
0.06	7.00	0.010

0.05	8.00	0.007
0.04	9.00	0.006
0.03	10.00	0.005

Fuente: RNE, Norma E.030 de Diseño sismorresistente

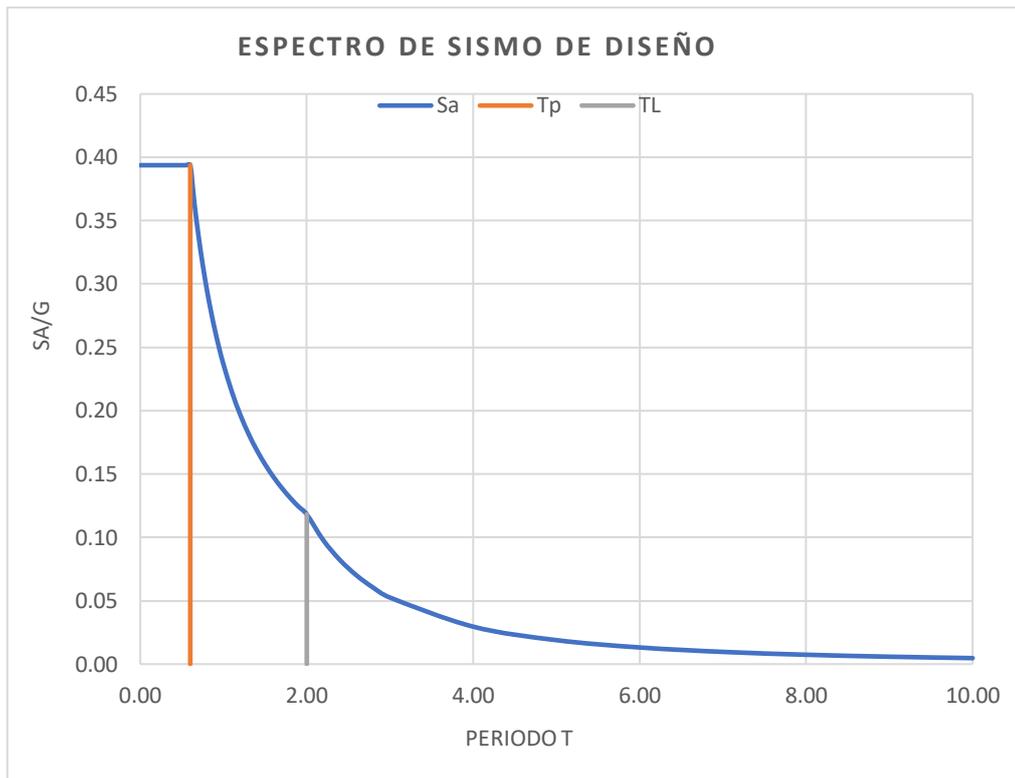


Figura 13: Espectro sísmico de diseño

Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Estructuración y predimensionamiento de elementos estructurales

La distribución y las características de los elementos estructurales en la edificación, son importantes al momento de configurar la forma de respuesta que esta tendrá, ante las cargas estructurales, ya sean cargas de gravedad o cargas laterales.

### 4.6.1 Predimensionamiento losa aligerada bidireccional

En la estructura de albañilería confinada que se planteó en el proyecto, es necesario que la losa actúe como un adecuado diafragma rígido, además de

que esta misma, deberá distribuir la carga equitativamente entre los elementos estructurales que la soportan, es por este motivo que se optó por el uso de una losa aligerada bidireccional:

$$h = \frac{l_n}{40}$$

h, es el espesor de la losa aligerada bidireccional a considerar, "ln" es la longitud de luz libre más corta de el paño más crítico en la estructura, para el caso de la edificación en proyecto "ln" es de 3.73 m, por lo tanto:

$$h = \frac{l_n}{40} = \frac{3.73 \text{ m}}{40} = 0.093 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que la losa aligerada es tradicional, utilizando ladrillo para el aligeramiento de las cargas, el espesor de la losa mínima dependerá del espesor mínimo del ladrillo para techos, entonces el espesor final de Losa es de 17 cm.

#### 4.6.2 Espesor efectivo de muros

La norma E.070 de albañilería indica que, en zonas de alta sismicidad, como lo es la zona 4, el espesor mínimo de muros portantes se calcula de la siguiente manera:

$$t \geq \frac{h}{20}$$

*t: espesor efectivo de muros*

*h: altura efectiva de muro*

Teniendo en cuenta que la edificación es una vivienda de albañilería estructural, se considera una altura de entrepisos de 2.80m, teniendo como altura efectiva entre los elementos de arrioste superior e inferiores de 2.60m.

$$t \geq \frac{h}{20} = \frac{2.60}{20} = 0.13 \text{ m}$$

La unidad de albañilería con la que se pateó trabajar el presente proyecto es ladrillo King Kong con dimensiones de 10x14x24, considerando la unidad de albañilería, y que se utilizará el ladrillo de sogá en el asentado, el espesor a considerar de los muros portantes como mínimo será de 13 cm; utilizando en el proyecto debido a el tipo de ladrillo un espesor de 14 cm de muros portantes.

#### 4.6.3 Densidad de muros

La densidad de muros en una vivienda de albañilería, es una manera de controlar los desplazamientos que de generaran en la edificación, ya sea en la dirección X o en la dirección Y, la densidad de muros, es una relación del área de los muros reforzados entre el área en planta de la estructura, y está dada por:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

*Z: Factor Zona*

*U: Factor Uso*

*S: Factor suelo*

*N: Numero de Pisos*

*L: longitus de muros en plata*

*t: Espesor de Muros*

De acuerdo a los cálculos de las propiedades para el análisis sismorresistente de la estructura, el factor  $Z=0.45$ , el factor  $U=1.00$  y el factor suelo  $S=1.05$ , además que la estructura que se aborda en el presente proyecto consta de 4 niveles  $N=4$ , por lo tanto, operando la expresión de sismicidad dentro de la inecuación es:

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{(0.45)(1.00)(1.05)(4)}{56} = 0.03375$$

De la distribución arquitectónica de la edificación, el área techada de la estructura es de  $A_p=133.118 \text{ m}^2$ , es necesario resaltar que en esta parte se excluyen todos los espacios vacíos, ya sean de iluminación o ventilación, de la loza en la edificación.

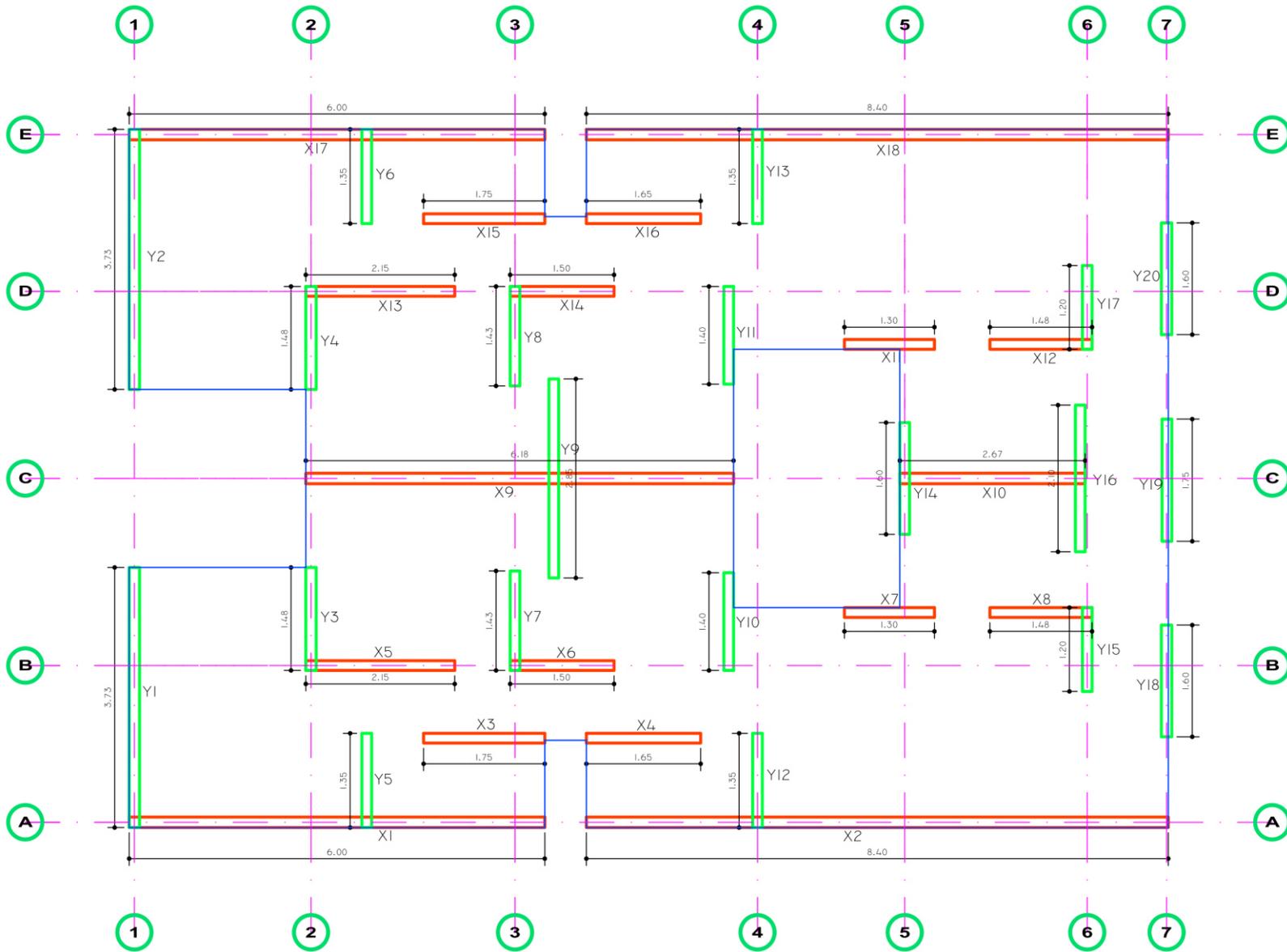


Figura 14: Distribución de Muros en “X” e “Y”

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Densidad de los muros en la dirección X

Muro	Longitud (L)	Espesor (t)	L.t
X1	6,00	0,14	0,84
X2	8,40	0,14	1,18
X3	1,75	0,14	0,25
X4	1,65	0,14	0,23
X5	2,15	0,14	0,30
X6	1,50	0,14	0,21
X7	1,30	0,14	0,18
X8	1,48	0,14	0,21
X9	6,18	0,14	0,87
X10	2,67	0,14	0,37
X11	1,30	0,14	0,18
X12	1,48	0,14	0,21
X13	2,15	0,14	0,30
X14	1,50	0,14	0,21
X15	1,75	0,14	0,25
X16	1,65	0,14	0,23
X17	6,00	0,14	0,84
X18	8,40	0,14	1,18
<b>Total=</b>		<b>ΣL.t=</b>	<b>8,02</b>

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se puede calcular la primera parte de la formula, referente a el área de muros reforzados entre el área típica en planta.

$$\frac{\sum L. t}{A_p} = \frac{8.02}{133.118} = 0.06025$$

$$\frac{\sum L. t}{A_p} = 0.06025 \geq \frac{ZUSN}{56} = 0.03375 \text{ (Cumple)}$$

Verificando la condición mínima de densidad de muros, de acuerdo a la formula planteada en la norma E.070 de albañilería se concluye que en la dirección X, la densidad mínima de muros cumple.

Tabla 27: Densidad de los muros en la dirección Y

Muro	Longitud (L)	Espesor (t)	L.t
Y1	3,73	0,14	0,52
Y2	3,73	0,14	0,52
Y3	1,48	0,14	0,21
Y4	1,48	0,14	0,21
Y5	1,35	0,14	0,19
Y6	1,35	0,14	0,19
Y7	1,43	0,14	0,20
Y8	1,43	0,14	0,20
Y9	2,85	0,14	0,40
Y10	1,40	0,14	0,20
Y11	1,40	0,14	0,20
Y12	1,35	0,14	0,19
Y13	1,35	0,14	0,19
Y14	1,60	0,14	0,22
Y15	1,20	0,14	0,17
Y16	2,10	0,14	0,29
Y17	1,20	0,14	0,17
Y18	1,60	0,14	0,22
Y19	1,75	0,14	0,25
Y20	1,60	0,14	0,22
<b>Total=</b>	<b>ΣL.t=</b>		<b>4,95</b>

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se puede calcular la primera parte de la formula, referente a el área de muros reforzados entre el área típica en planta.

$$\frac{\sum L.t}{A_p} = \frac{4.95}{133.118} = 0.037185$$

$$\frac{\sum L.t}{A_p} = 0.037185 \geq \frac{ZUSN}{56} = 0.03375 \text{ (Cumple)}$$

Verificando la condición mínima de densidad de muros, de acuerdo a la formula planteada en la norma E.070 de albañilería, se concluye que en la dirección Y, la densidad mínima de muros cumple.

#### 4.6.4 Predimensionamiento columnas de confinamiento.

De acuerdo a lo referido en la norma E.070 de albañilería, en el artículo 20.3 se precisa que el espesor mínimo de las columnas de confinamiento será igual al espesor efectivo del muro, además en el artículo 20.5 se indica que el peralte mínimo de la viga de confinamiento es de 15cm, bajo estos criterios se plantean los siguientes tipos de columnas de confinamiento a ser utilizadas en el diseño estructural:

*Tabla 28: Cuadro de columnas de Confinamiento*

Columnas de confinamiento					
C1:	15	Cm	x	15	Cm
C2:	15	Cm	x	20	Cm
C3:	15	Cm	x	25	Cm
C4:	15	Cm	x	30	Cm

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 4.6.5 Predimensionamiento de vigas solera.

Según lo indicado en el artículo 20.3 de la norma E.070 de albañilería el espesor mínimo de las vigas soleras será igual al espesor efectivo del muro, así mismo en el artículo 20.4 se indica que el peralte mínimo de la viga solera será igual al peralte de la loza.

Bajo estos criterios, se consideró:

$$V_s: 15cm \times 17cm$$

#### 4.7 Modelo de análisis estructural

El análisis estructural de la edificación se realizó en el programa ETABS V19, el análisis genéricamente fue enfocado en el cálculo de los esfuerzos debido a las cargas de servicio (carga viva y carga muerta), además de la carga sísmica estática, y la carga sísmica dinámica, esta última siendo un análisis en función a el espectro de respuesta según la norma E 030 de diseño sismorresistente.

#### 4.7.1 Definición del sistema de referencia

En el modelamiento de la estructura se consideró la planimetría base de los planos de arquitectura de la estructura, pero reestructurando para la consideración única de los elementos portantes que cumplan con los requisitos y criterios establecidos por la norma E.070 de Albañilería.

- Los muros portantes tendrán como mínimo una longitud de 1.20m.
- El espesor de los muros portantes se consideró 14cm, el espesor de la unidad de albañilería que será soporte base del sistema estructural.
- El sistema de referencia de los ejes, se modificó de acuerdo a los elementos estructurales y no se basó en los ejes arquitectónicos.

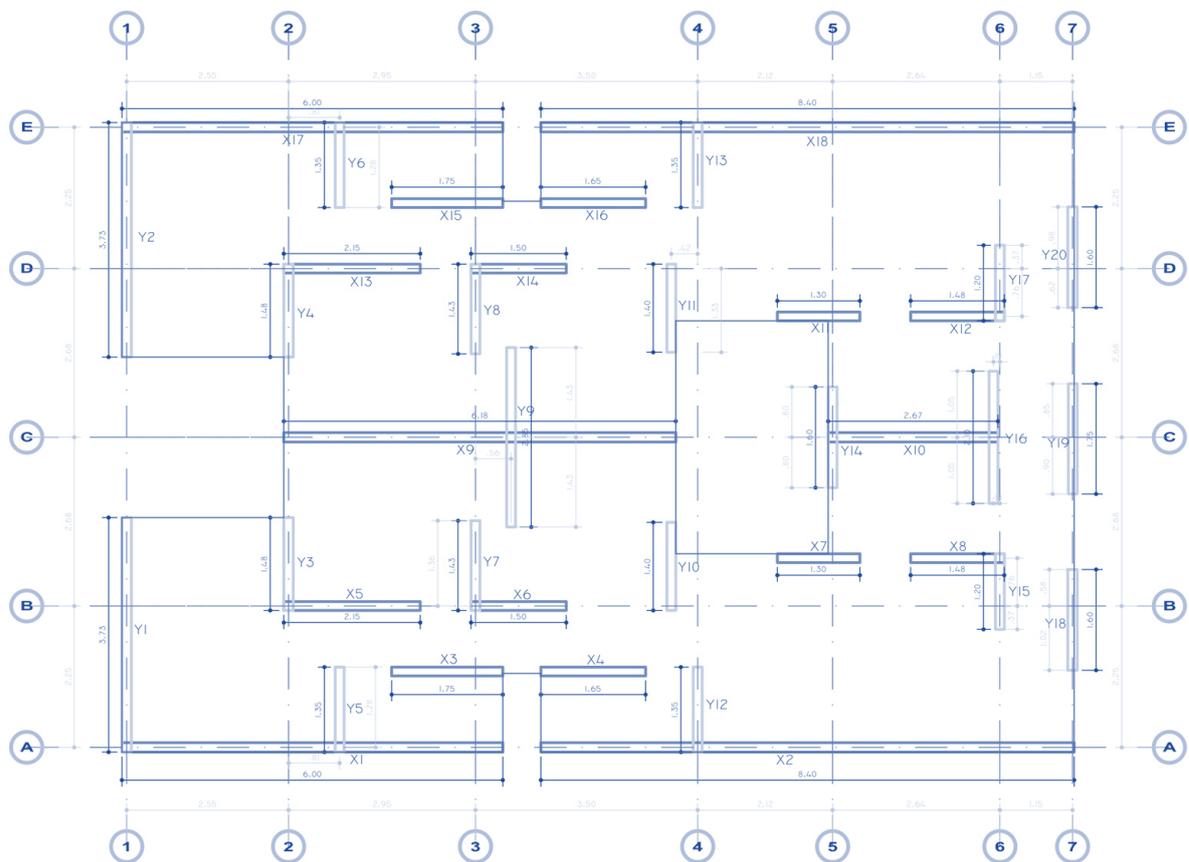


Figura 15: Sistema de referencia del modelo estructural

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.2 Modelo de análisis Estructural en Etabs

Para realizar el análisis estructural en el programa ETABS V19, se tuvo en cuenta, que en primer lugar se debe realizar el análisis modal de la estructura, ya que, en el caso del efecto de las cargas sísmicas, principalmente en el análisis dinámico de estructuras, el análisis modal es primordial para entender el comportamiento de respuesta que tendrán las estructuras ante eventualidades de naturaleza sísmica.

- La estructura es una vivienda de 4 niveles, se consideró 3 grados de libertad por nivel, cada grado de libertad representa traslación en la dirección X ( $\Delta X$ ), traslación en la dirección Y ( $\Delta Y$ ) y la rotación en el eje vertical ( $\theta Z$ ), respectivamente, se consideró 3 modos de vibración por nivel como mínimo y 12 modos para toda la estructura.
- La loza aligerada bidireccional, funciona como un elemento de conectividad, trabajando como un diafragma rígido, para el análisis estructural se consideró 1 diafragma rígido para cada nivel.
- La intención del proyecto fue determinar el comportamiento de la super estructura y todos los elementos que la conforman, con la capacidad portante del suelo obtenida, las características de apoyo de la estructura se consideraron como elementos empotrados.
- Las cargas adicionales de la estructura, aparte del peso propio, se consideraron como acabados y piso terminado, en el caso del modelo propuesto por la norma (sin muros no portantes), adicionalmente se consideró una carga muerta adicional como el peso de la tabiquería, en el caso del modelo de estudio y diseño, se ignoró el peso adicional y se consideró el peso propio de tabiquería.
- La carga vivía se consideró según la tabla N°01 de la norma E.020 de cargas, tabla de cargas vivas mínimas repartidas, la carga viva mínima en el entrepiso de una vivienda es de 200 kg/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que la carga viva en un techo con una inclinación de hasta 3 grados, es de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

## 4.8 Comportamiento sísmico de la estructura con muros no portantes aislados y no aislados

### 4.8.1 Modelo estructural vivienda sin muros no portantes

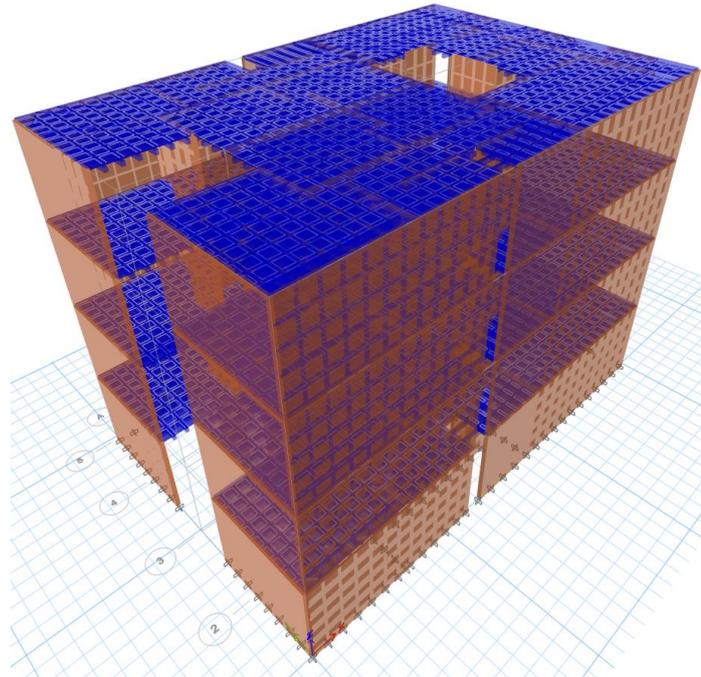


Figura 16: Vista 3D del modelo estructural

Fuente: ETABS V19

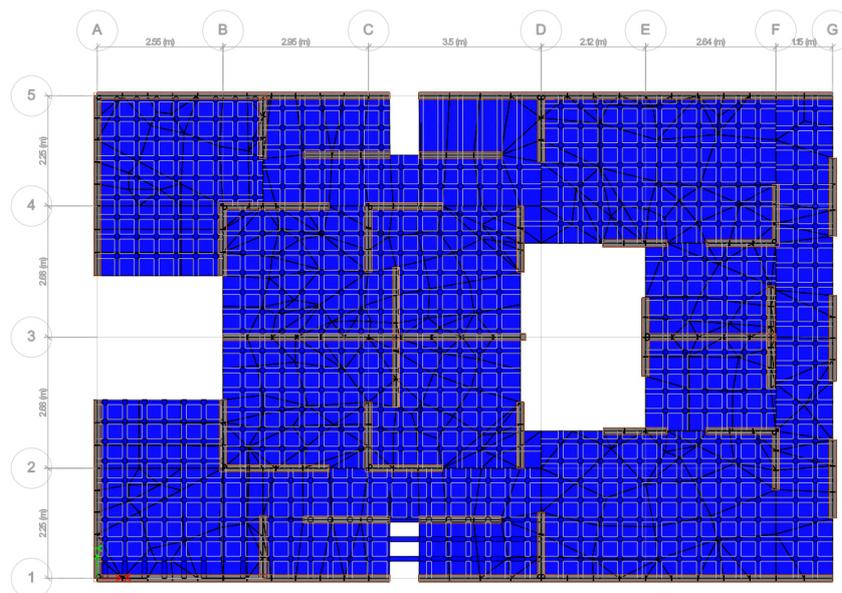


Figura 17: Vista en planta del modelo estructural

Fuente: ETABS V19

#### 4.8.2 Modelo estructural Vivienda con muros No portantes

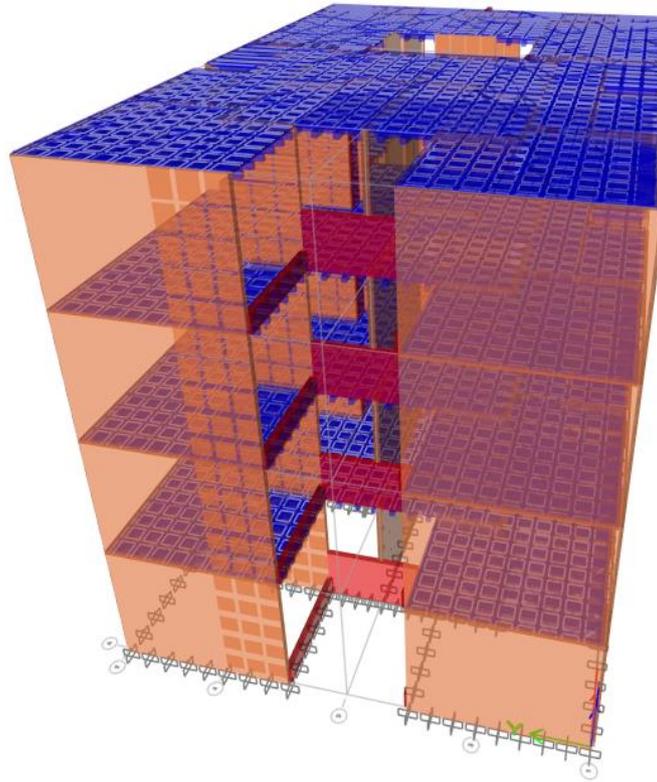


Figura 18: Vista 3D del modelo estructural con muros no portantes

Fuente: ETABS V19

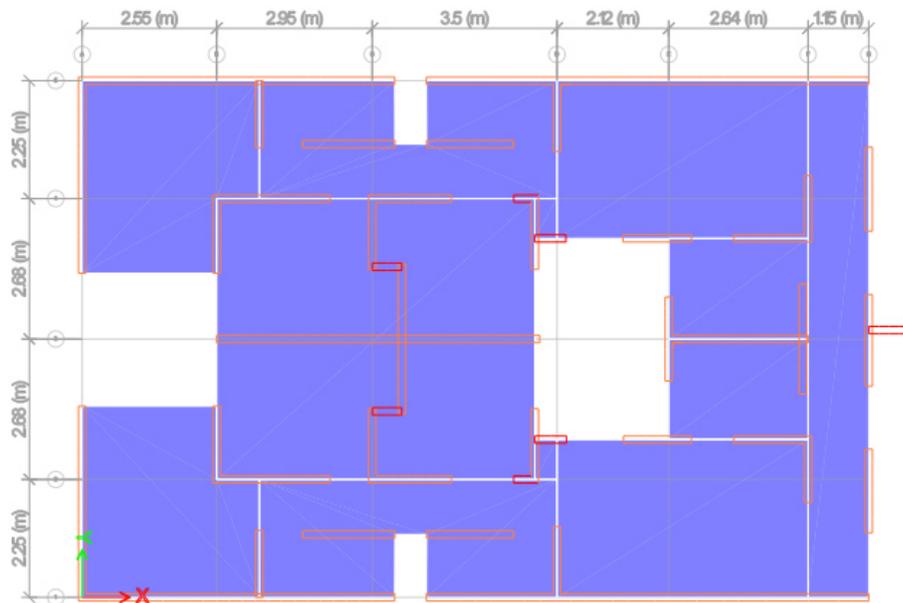


Figura 19: Vista en planta del modelo estructural con muros no portantes

Fuente: ETABS V19

### 4.8.3 Periodos de vibración de la estructura

Tabla 29: Periodos de participación de masa de la estructura

Case	Mode	Sin muros no portantes			Con muros no portantes		
		Period sec	UX	UY	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.33	9.39E-07	0.7651	0.268	0.0001	0.789
Modal	2	0.187	0.7925	0	0.161	0.812	0.0004
Modal	3	0.179	2.93E-06	0.0228	0.154	0.0032	0.0164
Modal	4	0.097	0	0.1499	0.083	4.19E-05	0.1386
Modal	5	0.056	0.1691	0	0.051	0.1465	3.01E-05
Modal	6	0.054	1.64E-06	0.006	0.049	0.0002	0.0058
Modal	7	0.052	1.45E-06	0.0445	0.047	1.37E-05	0.039
Modal	8	0.038	0	0.01	0.034	0	0.0092
Modal	9	0.032	0.0323	0	0.029	0.0317	0
Modal	10	0.03	0	0.0015	0.029	1.29E-06	0.0014
Modal	11	0.025	0.0061	0	0.023	0.0063	0
Modal	12	0.024	0	0.0002	0.022	0	0.0002

Fuente: ETABS V19

El periodo de vibración de la estructura será determinado por aquel que cuente con el mayor porcentaje de participación de masa; para la estructura modelada con los muros no portantes aislados, en la dirección X el mayor porcentaje de participación fue de 79.25%, y en la dirección Y, el mayor porcentaje fue de 76.51%; para la estructura con muros no portantes en la dirección X, el mayor porcentaje fue de 81.2% y en la dirección Y fue de 78.9% por lo tanto los periodos de vibración de la estructura fueron:

Tabla 30: Periodos de vibración de la estructura

Dirección	Periodo de vibración T(s)	
	Sin Muros no portantes	Con Muros no portantes
X-X	0.187	0.161
Y-Y	0.330	0.268

Fuente: ETABS V19

#### 4.8.4 Desplazamientos de la estructura

Los desplazamientos de la estructura, son un producto de las fuerzas sísmicas que se generan en la misma, a partir de las condiciones de carga, en el caso de las estructuras analizadas, el desplazamiento se calculó, para el análisis estático y el análisis dinámico, con la intención de verificar el comportamiento sísmico:

*Tabla 31: Desplazamientos de la estructura*

Dirección	Nivel	Sin Muros No Portantes		Con Muros No Portantes	
		S. Estático (mm)	S. Dinámico (mm)	S. Estático (mm)	S. Dinámico (mm)
X-X	Piso 4	6.323	5.213	4.391	3.718
	Piso 3	4.826	3.975	3.446	2.914
	Piso 2	3.033	2.493	2.246	1.895
	Piso 1	1.245	1.02	0.973	0.818
Y-Y	Piso 4	22.006	18.852	13.812	11.978
	Piso 3	17.274	14.749	11.04	9.592
	Piso 2	11.01	9.388	7.258	6.321
	Piso 1	4.483	3.851	3.016	2.636

*Fuente: ETABS V19*

Es claro que en la comparativa, en la estructura sin muros no portantes el desplazamiento máximo en la dirección X, para el caso del análisis estático es de 6.323mm, y para el análisis dinámico es de 5.213mm; para el análisis de la estructura con muros no portantes, el desplazamiento máximo en el análisis estático fue de 4.391mm y en el análisis dinámico fue de 3.718mm, en la dirección Y se obtuvo, para la estructura sin muros no portantes, el desplazamiento fue de 22.006mm, máximo en el análisis estático y 18.852mm en el dinámico, además para la estructura con muros no portantes el desplazamiento máximo para el análisis estático fue de 13.812mm y para el dinámico 11.978mm.

#### 4.8.5 Fuerzas cortantes en la base

Las fuerzas de corte en la base, para el caso del análisis estático y el análisis dinámico obtenidas del análisis en Etabs Fueron:

Tabla 32: Fuerza cortante en la base

Caso	Dirección	V. Estático (Tn)	V. Dinámico (Tn)
<b>Sin Muros No Portantes</b>	X-X	210.5723	171.048
	Y-Y	210.5723	164.9858
<b>Con Muros No Portantes</b>	X-X	202.3272	167.8762
	Y-Y	202.3271	162.7376

Fuente: ETABS V19

#### 4.8.6 Distorsiones de Piso

En el análisis estático de la estructura sin muros no portantes se obtuvo:

Tabla 33: Distorsiones para el análisis estático de la estructura sin muros no portantes

Dirección	Nivel	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Limite distorsión	Verificación
<b>X-X</b>	Piso 4	0.000535	0.0016	0.005	Cumple
	Piso 3	0.000641	0.0019	0.005	Cumple
	Piso 2	0.000639	0.0019	0.005	Cumple
	Piso 1	0.000445	0.0013	0.005	Cumple
<b>Y-Y</b>	Piso 4	0.001665	0.0050	0.005	Cumple
	Piso 3	0.002237	0.0067	0.005	No cumple
	Piso 2	0.002402	0.0072	0.005	No cumple
	Piso 1	0.00153	0.0046	0.005	Cumple

Fuente: ETABS V19

Al analizar la estructura sin muros no portantes, la deriva máxima de la estructura fue de 0.0019 en la dirección X, cumpliendo con el límite permisible de 0.005 de acuerdo a la norma E.030 de diseño sismorresistente,

en la dirección Y, la deriva máxima fue de 0.0075, la cual excede los parámetros límites máximos.

**En el análisis Dinámico de la estructura sin muros no portantes se obtuvo:**

*Tabla 34: Distorsiones para el análisis Dinámico de la estructura sin muros no portantes*

Dirección	Nivel	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Límite de distorsión	Verificación
<b>X-X</b>	Piso 4	0.000447	0.0013	0.005	Cumple
	Piso 3	0.000534	0.0016	0.005	Cumple
	Piso 2	0.000528	0.0016	0.005	Cumple
	Piso 1	0.000364	0.0011	0.005	Cumple
<b>Y-Y</b>	Piso 4	0.001448	0.0043	0.005	Cumple
	Piso 3	0.00193	0.0058	0.005	No cumple
	Piso 2	0.002053	0.0062	0.005	No cumple
	Piso 1	0.001305	0.0039	0.005	Cumple

*Fuente: ETABS V19*

En el análisis dinámico de la estructura sin muros no portantes, se obtuvo que la deriva máxima en la dirección X fue de 0.0016, estando por debajo del límite máximo, en la dirección Y la deriva máxima obtenida fue de 0.0062, estando por arriba el límite máximo permisible de 0.005.

**En el análisis estático de la estructura con muros no portantes se obtuvo:**

*Tabla 35: Distorsiones para el análisis estático de la estructura con muros no portantes*

Dirección	Nivel	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Límite de distorsión	Verificación
<b>X-X</b>	Piso 4	0.000337	0.0010	0.005	Cumple
	Piso 3	0.000429	0.0013	0.005	Cumple
	Piso 2	0.000455	0.0014	0.005	Cumple
	Piso 1	0.000348	0.0010	0.005	Cumple

Y-Y	Piso 4	0.00099	0.0030	0.005	Cumple
	Piso 3	0.001351	0.0041	0.005	Cumple
	Piso 2	0.001515	0.0045	0.005	Cumple
	Piso 1	0.001077	0.0032	0.005	Cumple

*Fuente: ETABS V19*

Para el análisis de distorsiones en la estructura con los muros no portantes incorporados en el sistema estructural, en el caso del análisis estático, la deriva máxima en X fue de 0.0014, mientras que en la dirección Y fue de 0.0045, siendo ambas menores del límite máximo establecido en la norma E.030.

**En el análisis estático de la estructura con muros no portantes se obtuvo:**

*Tabla 36: Distorsiones para el análisis dinámico de la estructura con muros no portantes*

Dirección	Nivel	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Límite de distorsión	Verificación
X-X	Piso 4	0.000291	0.0009	0.005	Cumple
	Piso 3	0.000367	0.0011	0.005	Cumple
	Piso 2	0.000386	0.0012	0.005	Cumple
	Piso 1	0.000292	0.0009	0.005	Cumple
Y-Y	Piso 4	0.000869	0.0026	0.005	Cumple
	Piso 3	0.00118	0.0035	0.005	Cumple
	Piso 2	0.001319	0.0040	0.005	Cumple
	Piso 1	0.000941	0.0028	0.005	Cumple

*Fuente: ETABS V19*

Para el análisis dinámico de la estructura con muros no portantes incorporados, en la dirección X la deriva máxima fue de 0.0012, mientras que en la dirección Y fue de 0.0040, estando por debajo de 0.005 el máximo permisible según la norma E.030 de diseño sismorresistente.

## 4.9 Cálculo de distorsiones e irregularidades de una vivienda de albañilería confinada con muros no portantes.

### 4.9.1 Verificación de las irregularidades en altura

#### Irregularidad de rigidez – Piso Blando

Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior:

$$K_i < 70\%K_{i+1}$$

o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes:

$$K_i < 80\% \left( \frac{k_{i+1} + k_{i+2} + k_{i+3}}{3} \right)$$

Tabla 37: Piso Blando

Dirección	Nivel	Fuerza	Desp.	Rigidez	0.7K <sub>i+1</sub>	Verificación	0.8(Promedio K <sub>i+1</sub> )	Verificación
Dir XX	Piso 4	64.4019	0.004391	14666.7957	0	Regular	0	Regular
Dir XX	Piso 3	69.1622	0.003446	20070.2844	10266.757	Regular	0	Regular
Dir XX	Piso 2	45.842	0.002246	20410.5076	14049.1991	Regular	0	Regular
Dir XX	Piso 1	22.921	0.000973	23557.0401	14287.3553	Regular	14706.0234	Regular
Dir YY	Piso 4	64.4019	0.013812	4662.74978	0	Regular	0	Regular
Dir YY	Piso 3	69.1622	0.01104	6264.69203	3263.92485	Regular	0	Regular
Dir YY	Piso 2	45.842	0.007258	6316.06503	4385.28442	Regular	0	Regular
Dir YY	Piso 1	22.921	0.003016	7599.80106	4421.24552	Regular	4598.26849	Regular

Fuente: ETABS V19

#### Irregularidad de resistencia Piso débil

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior:

$$R_i < 80\% R_{i+1}$$

Tabla 38: Piso débil

Dirección	Nivel	Rigidez	0.8 $K_{i+1}$	Verificación
Dir XX	Piso 4	43248.981	0	Regular
Dir XX	Piso 3	71580.229	34599.1848	Regular
Dir XX	Piso 2	97361.973	57264.1832	Regular
Dir XX	Piso 1	139343.16	77889.5784	Regular
Dir YY	Piso 4	21462.839	0	Regular
Dir YY	Piso 3	37100.803	17170.2712	Regular
Dir YY	Piso 2	54488.514	29680.6424	Regular
Dir YY	Piso 1	77991.911	43590.8112	Regular

Fuente: ETABS V19

### Irregularidad de Masa o peso

Tabla 39: Irregularidad de Masa o peso

Nivel	Peso (Tn)	1.5 $P_{i+1}$	1.5 $P_{i-1}$	Verificación
<b>Piso 4</b>	135.336	0	207.8535	Regular
<b>Piso 3</b>	138.569	203.004	207.85335	Regular
<b>Piso 2</b>	138.569	207.8535	207.8535	Regular
<b>Piso 1</b>	138.569	207.85335	0	Regular

Fuente: ETABS V19

### 4.9.2 Verificación de las irregularidades en planta

#### Irregularidad torsional

Tabla 40: condición de la irregularidad torsional

Dirección	Nivel	drift.	Deriva	0.005/2	Verificación
<b>Dir XX</b>	Piso 4	0.000291	0.0009	0.0025	No verificar
<b>Dir XX</b>	Piso 3	0.000367	0.0011	0.0025	No verificar
<b>Dir XX</b>	Piso 2	0.000386	0.0012	0.0025	No verificar
<b>Dir XX</b>	Piso 1	0.000292	0.0009	0.0025	No verificar
<b>Dir YY</b>	Piso 4	0.000869	0.0026	0.0025	Verificar
<b>Dir YY</b>	Piso 3	0.00118	0.0035	0.0025	Verificar
<b>Dir YY</b>	Piso 2	0.001319	0.0040	0.0025	Verificar
<b>Dir YY</b>	Piso 1	0.000941	0.0028	0.0025	Verificar

Fuente: ETABS V19

Tabla 41: condición de la irregularidad torsional

Nivel	despl. Max	Promedio	Verificación
Piso 4	0.011978	0.01240113	Regular
Piso 3	0.009592	0.01112583	Regular
Piso 2	0.006321	0.00695933	Regular
Piso 1	0.002636	0.0028155	Regular

Fuente: ETABS V19

### Discontinuidad de diafragmas

Tabla 42: condición de la irregularidad torsional

Área Bruta	150.4
Área Techada	133.118
Área de Aberturas	17.282
Porcentaje	11.49%

Fuente: ETABS V19

En la verificación de las irregularidades de la estructura, tanto las irregularidades en planta como irregularidades en altura, se verifico que la estructura no cumple ninguna condición que indique irregularidad, teniendo en cuenta que no se verificaron aquellos tipos de irregularidades que no pueden suceder por la geometría o configuración de la edificación, entonces se puede indicar que la estructura es regular.

#### 4.9.3 Verificación de las distorsiones de la estructura

Según lo establecido en la norma E 030 de diseño sismorresistente, Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas, además según lo que se contempla en la tabla N° 11 de la norma de diseño sismorresistente “Limites de distorsión de entrepiso” se tiene que:

Tabla 43: Límites de Distorsión

Límites para la distorsión de entrepiso	
Material Predominante	$\Delta_i/h_i$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
CA, muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma E.030 de diseño sismorresistente

Verificando los límites de distorsión para el análisis estático en la dirección X

Tabla 44: Distorsión debido a Sismo estático en X

Nivel	Drif.	R	0.75R(D)	Distorsión Máxima	Verificación
Piso 4	0.000337	3	0.000758	0.005	Cumple
Piso 3	0.000429	3	0.000965	0.005	Cumple
Piso 2	0.000455	3	0.001024	0.005	Cumple
Piso 1	0.000348	3	0.000783	0.005	Cumple

Fuente: ETABS V19

Verificando los límites de distorsión para el análisis estático en la dirección Y

Tabla 45: Distorsión debido a Sismo estático en Y

Nivel	Drif.	R	0.75R( $\Delta$ )	Distorsión Máxima	Verificación
Piso 4	0.00099	3	0.002228	0.005	Cumple
Piso 3	0.001351	3	0.00304	0.005	Cumple
Piso 2	0.001515	3	0.003409	0.005	Cumple
Piso 1	0.001077	3	0.002423	0.005	Cumple

Fuente: ETABS V19

Verificando los límites de distorsión para el análisis dinámico en la dirección X

Tabla 46: Distorsión debido a Sismo dinámico en X

Nivel	Drif.	R	Distorsión	Verificación
-------	-------	---	------------	--------------

			<b>0.75R(<math>\Delta</math>)</b>	<b>Máxima</b>	
Piso 4	0.000291	3	0.000655	0.005	Cumple
Piso 3	0.000367	3	0.000826	0.005	Cumple
Piso 2	0.000386	3	0.000869	0.005	Cumple
Piso 1	0.000292	3	0.000657	0.005	Cumple

*Fuente: ETABS V19*

Verificando los límites de distorsión para el análisis dinámico en la dirección Y

*Tabla 47: Distorsión debido a Sismo dinámico en Y*

<b>Nivel</b>	<b>Drif.</b>	<b>R</b>	<b>0.75R(<math>\Delta</math>)</b>	<b>Distorsión Máxima</b>	<b>Verificación</b>
Piso 4	0.000869	3	0.001955	0.005	Cumple
Piso 3	0.00118	3	0.002655	0.005	Cumple
Piso 2	0.001319	3	0.002968	0.005	Cumple
Piso 1	0.000941	3	0.002117	0.005	Cumple

*Fuente: ETABS V19*

En el análisis de las distorsiones de entrepiso de la estructura con los muros no portantes conectados al sistema resistente, se obtuvo que para el análisis estático en la dirección X, la distorsión máxima fue de 0.001024, y en la dirección Y fue de 0.003409, estando ambos por debajo del límite permisible de 0.005 establecido en la norma de diseño sismorresistente. Además, para el análisis sísmico dinámico la distorsión máxima en la dirección X fue de 0.000869 y en la dirección Y de 0.002968, estando también en ambos casos por debajo de lo establecido en la norma E.030.

#### **4.9.4 Junta de separación sísmica**

En la norma E.030 de diseño sismorresistente se establece que, toda estructura debe de cumplir con los siguientes criterios en cuanto a su separación sísmica con edificaciones vecinas.

- La separación sísmica no deberá ser menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes.
- ni menor que:  $s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar “s”.

$$s = 0.006(11.2m)$$
$$s = 0.0672 m$$

$$s \cong 7 cm$$

Entonces la separación sísmica con respecto al resto de las edificaciones asumida será de 7cm.

## 4.10 Diseño de los muros portantes

### 4.10.1 Esfuerzo axial máximo

Las acciones de las cargas de servicio generan en la estructura esfuerzos axiales que los muros de capacidad portante deberán ser capaces de soportar, El esfuerzo axial máximo producto de la carga gravitatoria máxima de servicio, incluyendo la sobrecarga al 100% siendo inferior a:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15f'_m$$

Donde:

$\sigma_m$  = esfuerzo axial máximo en un muro (en kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro (en cm)

L = longitud total del muro (en cm)

t = espesor efectivo del muro (en cm)

$f'_m$  = resistencia a compresión axial de la albañilería (en kg/cm<sup>2</sup>)

h = altura de un muro confinado (en cm)

*Tabla 48: Esfuerzos axiales en muros portantes*

0.15f <sub>m</sub>	9.75		Kg/cm <sup>2</sup>			
Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$	$0.2f_m \left( 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right)$	Observación
X1	6.00	0.14	31468.74	3.74627857	9.339858392	MURO CORRECTO
X2	8.40	0.14	48380.72	4.1140068	9.339858392	MURO CORRECTO
X3	1.75	0.14	10011.67	4.08639592	9.339858392	MURO CORRECTO
X4	1.65	0.14	9467.32	4.09840693	9.339858392	MURO CORRECTO
X5	2.15	0.14	16632.32	5.52568771	9.339858392	MURO CORRECTO
X6	1.50	0.14	10861.87	5.17231905	9.339858392	MURO CORRECTO
X7	1.30	0.14	9509.81	5.22517033	9.339858392	MURO CORRECTO
X8	1.48	0.14	11017.27	5.31721525	9.339858392	MURO CORRECTO
X9	6.18	0.14	45339.37	5.24033403	9.339858392	MURO CORRECTO
X10	2.67	0.14	17500.52	4.68178705	9.339858392	MURO CORRECTO
X11	1.30	0.14	10402.59	5.71570879	9.339858392	MURO CORRECTO
X12	1.48	0.14	11629.3	5.61259653	9.339858392	MURO CORRECTO
X13	2.15	0.14	16536.24	5.49376744	9.339858392	MURO CORRECTO
X14	1.50	0.14	10678.94	5.08520952	9.339858392	MURO CORRECTO
X15	1.75	0.14	9991.57	4.07819184	9.339858392	MURO CORRECTO
X16	1.65	0.14	9521.33	4.12178788	9.339858392	MURO CORRECTO
X17	6.00	0.14	31251.58	3.72042619	9.339858392	MURO CORRECTO
X18	8.40	0.14	47903.25	4.07340561	9.339858392	MURO CORRECTO
Y1	3.73	0.14	19323.19	3.70034278	9.339858392	MURO CORRECTO
Y2	3.73	0.14	19398.93	3.7148468	9.339858392	MURO CORRECTO
Y3	1.48	0.14	10112.51	4.88055502	9.339858392	MURO CORRECTO
Y4	1.48	0.14	10244.47	4.94424228	9.339858392	MURO CORRECTO
Y5	1.35	0.14	6774.29	3.58428042	9.339858392	MURO CORRECTO
Y6	1.35	0.14	6799.22	3.5974709	9.339858392	MURO CORRECTO
Y7	1.43	0.14	9715.15	4.85272228	9.339858392	MURO CORRECTO
Y8	1.43	0.14	9582.82	4.78662338	9.339858392	MURO CORRECTO
Y9	2.85	0.14	20638.01	5.17243358	9.339858392	MURO CORRECTO
Y10	1.40	0.14	9683.92	4.94077551	9.339858392	MURO CORRECTO
Y11	1.40	0.14	9879.09	5.04035204	9.339858392	MURO CORRECTO
Y12	1.35	0.14	7856.27	4.15675661	9.339858392	MURO CORRECTO
Y13	1.35	0.14	7868.63	4.1632963	9.339858392	MURO CORRECTO
Y14	1.60	0.14	9546.37	4.26177232	9.339858392	MURO CORRECTO
Y15	1.20	0.14	9535.11	5.67566071	9.339858392	MURO CORRECTO
Y16	2.10	0.14	14484.03	4.92654082	9.339858392	MURO CORRECTO
Y17	1.20	0.14	9825.72	5.84864286	9.339858392	MURO CORRECTO
Y18	1.60	0.14	8144.4	3.63589286	9.339858392	MURO CORRECTO
Y19	1.75	0.14	9831.91	4.01302449	9.339858392	MURO CORRECTO
Y20	1.60	0.14	8544.47	3.81449554	9.339858392	MURO CORRECTO

Fuente: ETABS V19

#### 4.10.2 Control de Fisuración

##### Sismo severo

Es aquel proporcionado por la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, empleando un coeficiente de reducción de la sollicitación sísmica  $R=3$ .

##### Sismo moderado

Es aquel que proporciona fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el sismo severo.

Ningún muro debe agrietarse ante un sismo moderado por lo que para todos los muros de albañilería deberá verificarse la fuerza cortante admisible mediante la siguiente expresión:

$$V_e \leq 0,55V_m$$

Donde:

$V_e$  = fuerza cortante en un muro ante el sismo moderado (en tn)

$V_m$  = fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (en tn)

#### 4.10.3 Resistencia al Agrietamiento Diagonal

El agrietamiento diagonal se produce debido a los esfuerzos de corte generados por la carga sísmica lateral, debido a que esta produce los esfuerzos más críticos, es necesario para este proceso determinar los efectos del sismo moderado y del sismo severo, se sugiere que el diseño estructural sea en función al sismo moderado, ya que la estructura se ve temporalmente expuesta a estas cargas eventuales, y se debe de comprobar la resistencia de la estructura para un sismo severo.

La resistencia al corte de los muros de albañilería se calculará en cada entrepiso mediante la siguiente expresión:

$$V_m = 0,5 \cdot v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 \cdot P_g$$

Donde:

$V_m$  = fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (en tn)

$v'_m$  = resistencia al corte de la albañilería (en tn/m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez

$t$  = espesor efectivo del muro (en m)

$L$  = longitud total del muro (en m)

$P_g$  = carga gravitacional de servicio en un muro (en tn)

Además, es necesario comprobar en este procedimiento, que el factor de resistencia al corte por efectos de la esbeltez en muros deberá cumplir con los siguientes criterios:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

$V_e$  = fuerza cortante en un muro ante el sismo moderado (en tn)

$L$  = longitud total del muro (en m)

$M_e$  = momento flector en un muro producido por sismo moderado (en tn-m)

*Tabla 49: Control de fisuramiento en Muros*

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	Ve<=0.55Vm
X1	28551.68	10650.02	86.54	131.21	30690.61	10650.02	30690.61	2.082	1.000	40586.8864	No Fisurado
X2	43472.6	15472.36	151.06	179.43	69406.55	15472.36	69406.55	1.873	1.000	57626.6980	No Fisurado
X3	8995.43	2025.1	20.82	29.01	2200.71	2025.10	2200.71	1.610	1.000	11991.4489	No Fisurado
X4	8509.88	1922.98	23.05	32.28	1958.38	1922.98	1958.38	1.620	1.000	11312.7724	No Fisurado
X5	14519.36	2251.58	32.45	31.81	3858.36	2251.58	3858.36	1.255	1.000	15529.9528	No Fisurado
X6	9546.86	1165.42	33.1	45.28	1693.46	1165.42	1693.46	1.032	1.000	10700.7778	No Fisurado
X7	8342.78	953.99	24.81	17.65	1045.34	953.99	1045.34	1.186	1.000	9289.8394	No Fisurado
X8	9587.05	977.2	26.85	27.44	1447.93	977.20	1447.93	0.999	0.999	10586.9197	No Fisurado
X9	39860.39	9566.9	94.66	114.11	33793.59	9566.90	33793.59	1.750	1.000	44208.4897	No Fisurado
X10	15503.95	3251.95	33.34	14.41	5407.36	3251.95	5407.36	1.606	1.000	18704.8085	No Fisurado
X11	9070.01	1061.61	28.69	21.6	1058.96	1061.61	1058.96	1.303	1.000	9457.1023	No Fisurado
X12	10074.07	1048.62	29.75	30.24	1470.31	1048.62	1470.31	1.056	1.000	10708.6361	No Fisurado
X13	14441.03	2225.67	32.93	33.04	3851.91	2225.67	3851.91	1.242	1.000	15511.9369	No Fisurado
X14	9400.9	1142.55	33.11	45.33	1691.81	1142.55	1691.81	1.013	1.000	10667.2070	No Fisurado
X15	8979.49	2017.43	20.8	28.85	2186.66	2017.43	2186.66	1.615	1.000	11987.7827	No Fisurado
X16	8553.21	1914.55	22.94	30.79	1937.27	1914.55	1937.27	1.631	1.000	11322.7383	No Fisurado
X17	28376.13	10517.79	87.84	134.58	30436.97	10517.79	30436.97	2.073	1.000	40546.5099	No Fisurado
X18	43094.99	15319.9	149.29	176.62	68679.14	15319.90	68679.14	1.874	1.000	57539.8477	No Fisurado
Y1	17490.11	7894.45	45.19	50.7	24417.11	7894.45	24417.11	1.206	1.000	25171.8253	No Fisurado
Y2	17564.12	8022.48	42.16	47.53	24722.33	8022.48	24722.33	1.210	1.000	25188.8476	No Fisurado
Y3	8818.91	1802.91	18.27	28.24	2123.82	1802.91	2123.82	1.256	1.000	10419.9493	No Fisurado
Y4	8938.39	1871.03	17.69	27.59	2206.11	1871.03	2206.11	1.255	1.000	10447.4297	No Fisurado
Y5	6134.84	2004.65	21.91	39.5	2427.83	2004.65	2427.83	1.115	1.000	9065.5132	No Fisurado
Y6	6154.42	2005.87	20.72	37.62	2428.17	2005.87	2428.17	1.115	1.000	9070.0166	No Fisurado
Y7	8547.04	3828.64	73.08	203.8	2899.18	3828.64	2899.18	1.888	1.000	10073.9192	No Fisurado

Y8	8441.46	3821.29	72.3	202.94	2894.13	3821.29	2894.13	1.888	1.000	10049.6358	No Fisurado
Y9	18183.54	10437.13	18.69	22.64	13360.51	10437.13	13360.51	2.226	1.000	20341.7142	No Fisurado
Y10	8534.56	1582.59	15.62	35.52	2711.63	1582.59	2711.63	0.817	0.817	8448.9514	No Fisurado
Y11	8693.21	1615.33	20.83	52.1	2746.66	1615.33	2746.66	0.823	0.823	8535.1891	No Fisurado
Y12	7034.07	2520.2	22.75	38.39	3321	2520.20	3321.00	1.024	1.000	9272.3361	No Fisurado
Y13	7043.73	2557.72	21.74	36.89	3333.95	2557.72	3333.95	1.036	1.000	9274.5579	No Fisurado
Y14	8482.6	1357.13	16.55	31.79	3561.38	1357.13	3561.38	0.610	0.610	7482.2846	No Fisurado
Y15	8285.23	2218.98	9.55	11.21	3099.06	2218.98	3099.06	0.859	0.859	7751.7394	No Fisurado
Y16	12774.93	5049.21	15.6	12.55	12462.05	5049.21	12462.05	0.851	0.851	13069.3104	No Fisurado
Y17	8518.85	2355.92	10.58	18.97	3130.98	2355.92	3130.98	0.903	0.903	8102.9760	No Fisurado
Y18	7378.75	2260.67	25.96	30.72	5450.07	2260.67	5450.07	0.664	0.664	7717.9668	No Fisurado
Y19	8936.85	3160.13	10.47	12.16	8263.38	3160.13	8263.38	0.669	0.669	8696.0611	No Fisurado
Y20	7701.45	2289.86	26.88	31.28	5432.85	2289.86	5432.85	0.674	0.674	7889.2598	No Fisurado

*Fuente: ETABS V19*

#### 4.10.4 Verificación de la resistencia a corte del edificio

Para la rigidez y resistencia se debe cumplir que la resistencia al corte sea mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Donde:

$V_{mi}$  = resistencia al corte en el entrepiso <<i>> de muros de albañilería (en tn)

$V_{Ei}$  = fuerza cortante en el entrepiso <<i>> del edificio ante el sismo severo (en tn)

Si la resistencia al corte supera en tres veces la fuerza cortante se considerará que el edificio se comporta elásticamente; bajo esta condición, se empleará el refuerzo mínimo, capaz de funcionar como arriostres y de soportar las acciones perpendiculares al plano de la albañilería.

*Tabla 50: Verificación de la resistencia al corte del edificio*

Muro	$V_{ei} - X$ (Kg)	$V_{ei} - Y$ (Kg)	$V_{ei}$ (Kg)	$V_m > V_{ei}$
X1	21299.710	11006.770	21299.710	Resiste
X2	30944.260	19327.900	30944.260	Resiste
X3	4050.140	2048.220	4050.140	Resiste
X4	3845.910	2066.610	3845.910	Resiste
X5	4503.090	1759.760	4503.090	Resiste
X6	2330.810	2172.330	2330.810	Resiste
X7	1907.950	705.370	1907.950	Resiste
X8	1954.370	1296.810	1954.370	Resiste
X9	19133.510	5751.180	19133.510	Resiste
X10	6503.810	1998.360	6503.810	Resiste
X11	2123.190	879.610	2123.190	Resiste
X12	2097.210	1636.150	2097.210	Resiste
X13	4451.260	1789.360	4451.260	Resiste
X14	2285.070	2214.600	2285.070	Resiste
X15	4034.790	1957.450	4034.790	Resiste

X16	3829.040	1960.550	3829.040	Resiste
X17	21035.270	10423.420	21035.270	Resiste
X18	30639.340	18409.120	30639.340	Resiste
Y1	5906.810	15788.670	15788.670	Resiste
Y2	5698.030	16044.710	16044.710	Resiste
Y3	1247.050	3605.760	3605.760	Resiste
Y4	1243.710	3742.000	3742.000	Resiste
Y5	1262.760	4009.240	4009.240	Resiste
Y6	1297.000	4011.690	4011.690	Resiste
Y7	2342.090	7657.170	7657.170	Resiste
Y8	2314.990	7642.470	7642.470	Resiste
Y9	6299.410	20873.940	20873.940	Frágil
Y10	988.740	3165.130	3165.130	Resiste
Y11	1025.740	3230.600	3230.600	Resiste
Y12	1612.050	5040.330	5040.330	Resiste
Y13	1600.460	5115.370	5115.370	Resiste
Y14	879.040	2714.220	2714.220	Resiste
Y15	1532.740	4437.890	4437.890	Resiste
Y16	3210.180	10098.260	10098.260	Resiste
Y17	1601.190	4711.770	4711.770	Resiste
Y18	1446.750	4521.280	4521.280	Resiste
Y19	2022.680	6320.170	6320.170	Resiste
Y20	1465.100	4579.640	4579.640	Resiste

*Fuente: ETABS V19*

#### **4.10.5 Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros**

Deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento cuando:

Cortante sismo severo > Resistencia al corte

$$V_{ui} > V_{mi}$$

Donde:

$V_{ui}$  = fuerza cortante de un muro en el entrepiso <<i>> ante el sismo severo (en tn)

$V_{mi}$  = resistencia al corte en el entrepiso <<i>> de muros de albañilería (en tn)

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \geq 0,05 f'_m$$

$\sigma_m$  = esfuerzo axial máximo en un muro (en kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro (en kg)

$L$  = longitud total del muro (en cm)

$t$  = espesor efectivo del muro (en cm)

$f'_m$  = resistencia a compresión axial de la albañilería (en kg/cm<sup>2</sup>)

*Tabla 51: Verificación de la necesidad de reforzar*

Muro	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} < 3$	$V_u$ (Kg)	$M_u$ (kg-m)	Condición 1era	Condición 2da
X1	3.811	3.000	31950.060	92071.830	Reforzar	Reforzar
X2	3.724	3.000	46417.080	208219.650	Reforzar	Reforzar
X3	5.921	3.000	6075.300	6602.130	Reforzar	No reforzar
X4	5.883	3.000	5768.940	5875.140	Reforzar	No reforzar
X5	6.897	3.000	6754.740	11575.080	Reforzar	Reforzar
X6	9.182	3.000	3496.260	5080.380	Reforzar	Reforzar
X7	9.738	3.000	2861.970	3136.020	Reforzar	Reforzar
X8	10.834	3.000	2931.600	4343.790	Reforzar	Reforzar
X9	4.621	3.000	28700.700	101380.770	Reforzar	Reforzar
X10	5.752	3.000	9755.850	16222.080	Reforzar	Reforzar
X11	8.908	3.000	3184.830	3176.880	Reforzar	Reforzar
X12	10.212	3.000	3145.860	4410.930	Reforzar	Reforzar
X13	6.970	3.000	6677.010	11555.730	Reforzar	Reforzar
X14	9.336	3.000	3427.650	5075.430	Reforzar	Reforzar
X15	5.942	3.000	6052.290	6559.980	Reforzar	Reforzar
X16	5.914	3.000	5743.650	5811.810	Reforzar	Reforzar

X17	3.855	3.000	31553.370	91310.910	Reforzar	Reforzar
X18	3.756	3.000	45959.700	206037.420	Reforzar	Reforzar
Y1	3.189	3.000	23683.350	73251.330	Reforzar	Reforzar
Y2	3.140	3.000	24067.440	74166.990	Reforzar	Reforzar
Y3	5.780	3.000	5408.730	6371.460	Reforzar	Reforzar
Y4	5.584	3.000	5613.090	6618.330	Reforzar	Reforzar
Y5	4.522	3.000	6013.950	7283.490	Reforzar	Reforzar
Y6	4.522	3.000	6017.610	7284.510	Reforzar	Reforzar
Y7	2.631	2.631	10073.919	7628.324	Reforzar	Reforzar
Y8	2.630	2.630	10049.636	7611.292	Reforzar	Reforzar
Y9	1.949	1.949	20341.714	26039.311	Reforzar	Reforzar
Y10	5.339	3.000	4747.770	8134.890	Reforzar	Reforzar
Y11	5.284	3.000	4845.990	8239.980	Reforzar	Reforzar
Y12	3.679	3.000	7560.600	9963.000	Reforzar	Reforzar
Y13	3.626	3.000	7673.160	10001.850	Reforzar	Reforzar
Y14	5.513	3.000	4071.390	10684.140	Reforzar	Reforzar
Y15	3.493	3.000	6656.940	9297.180	Reforzar	Reforzar
Y16	2.588	2.588	13069.310	32256.610	Reforzar	Reforzar
Y17	3.439	3.000	7067.760	9392.940	Reforzar	Reforzar
Y18	3.414	3.000	6782.010	16350.210	Reforzar	Reforzar
Y19	2.752	2.752	8696.061	22739.209	Reforzar	Reforzar
Y20	3.445	3.000	6869.580	16298.550	Reforzar	Reforzar

*Fuente: ETABS V19*

#### 4.10.6 Diseño de las columnas de confinamiento

Las fuerzas internas en las columnas de confinamiento tanto interiores como extremas se obtendrán aplicando las siguientes expresiones:

Diseño de Columna Interior

$V_c$  (fuerza cortante)

$$V_{ci} = \frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$$

Donde:

$V_{ci}$  = fuerza cortante de una columna interior de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

$L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó 0,5 L; lo que se mayor (en m)

L = longitud total del muro (si existiesen) (en m)

$N_c$  = número total de columnas de confinamiento

T (Tracción)

$$T_i = V_{m1} \frac{h}{L} - P_c$$

Donde:

$T_i$  = tracción en una columna interior de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

h = altura de un muro confinado (en m)

L = longitud total del muro (en m)

$P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento (tn)

C (compresión)

$$C_i = P_c - \frac{V_{m1} \cdot h}{2L}$$

Donde:

$C_i$  = compresión en una columna interior de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento (en tn)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

$h$  = altura de un muro confinado (en m)

$L$  = longitud total del muro (en m)

Columna extrema

$V_c$  (fuera cortante)

$$V_{ce} = 1,5 \frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$$

Donde:

$V_{ce}$  = fuerza cortante de una columna externa de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

$L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó  $0,5 L$ ; lo que se mayor (en m)

$L$  = longitud total del muro (en m)

$N_c$  = número total de columnas de confinamiento

$T$  (tracción)

$$T_e = F - P_c$$

Donde:

$T_e$  = tracción en una columna externa de confinamiento ante el sismo severo (en Tn)

$F$  = fuerza axial en las columnas extremas producidas por  $M$  (en Tn)

$P_c$  = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento (en Tn)

$$F = \frac{M}{L}$$

$F$  = fuerza axial en las columnas extremas producidas por  $M$  (en tn)

$M$  = momento (en tn-m)

$L$  = longitud total del muro (en m)

$$M = M_{u1} - \frac{1}{2} V_{m1} \cdot h$$

$M$  = momento (en tn-m)

$M_{u1}$  = momento flector en un muro del primer entrepiso producido por sismo severo (en tn-m)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

$h$  = altura de un muro confinado (en m)

Determinación de la sección de concreto de la columna de confinamiento

El área de la sección de las columnas será mayor de las que proporcione el diseño por compresión o por corte fricción, pero no menor que 15 veces el espesor de la columna (15 t) en  $\text{cm}^2$

*Tabla 52: Diseño de columnas de confinamiento*

Muro	M (Kg-m)	F (Kg)	Numero de Columnas Nc	0.5L	Pc	$\phi$	As (cm2)	Distribución	Vc (Kgf)	T (Kgf)	C (Compresión)	An (cm2)	Acf (cm)	D (cm)	D (cm)
X1	39308.878	6551.480	3.000	3.000	9517.227	0.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	7610.041	2965.747	16068.706	210.000	213.166	18.000	18.000
X2	133304.943	15869.636	3.000	4.200	14490.867	1.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	10805.006	1378.769	30360.503	210.000	302.661	24.000	24.000
X3	-8986.754	-5135.288	2.000	0.875	4497.715	2.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2997.862	9633.003	637.573	210.000	210.000	18.000	18.000
X4	-8831.464	-5352.402	2.000	0.825	4254.940	3.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2828.193	9607.342	1097.462	210.000	210.000	18.000	18.000
X5	-8613.859	-4006.446	2.000	1.075	7259.680	4.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	3882.488	11266.126	3253.234	210.000	210.000	18.000	18.000
X6	-8830.631	-5887.087	2.000	0.750	4773.430	5.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2675.194	10660.517	1113.657	210.000	210.000	18.000	18.000
X7	-8940.771	-6877.516	2.000	0.650	4171.390	6.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2322.460	11048.906	2706.126	210.000	210.000	18.000	18.000
X8	-9419.206	-6364.328	2.000	0.740	4793.525	7.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2646.730	11157.853	1570.803	210.000	210.000	18.000	18.000
X9	43909.733	7105.135	3.000	3.090	13286.797	8.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	8289.092	6181.662	20391.932	210.000	232.187	20.000	20.000
X10	-8094.171	-3031.525	2.000	1.335	7751.975	9.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	4676.202	10783.500	4720.450	210.000	210.000	18.000	18.000
X11	-9117.353	-7013.348	2.000	0.650	4535.005	10.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2364.276	11548.353	2478.343	210.000	210.000	18.000	18.000
X12	-9510.297	-6425.876	2.000	0.740	5037.035	11.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2677.159	11462.911	1388.841	210.000	210.000	18.000	18.000
X13	-8609.788	-4004.553	2.000	1.075	7220.515	12.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	3877.984	11225.068	3215.962	210.000	210.000	18.000	18.000
X14	-8791.939	-5861.293	2.000	0.750	4700.450	13.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2666.802	10561.743	1160.843	210.000	210.000	18.000	18.000
X15	-9024.138	-5156.650	2.000	0.875	4489.745	14.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2996.946	9646.395	666.905	210.000	210.000	18.000	18.000
X16	-8907.750	-5398.636	2.000	0.825	4276.605	15.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	2830.685	9675.241	1122.031	210.000	210.000	18.000	18.000
X17	38600.447	6433.408	3.000	3.000	9458.710	16.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	7602.471	3025.302	15892.118	210.000	212.954	18.000	18.000
X18	131235.618	15623.288	3.000	4.200	14364.997	17.800	2.011	e 6 $\phi$ 8mm	10788.721	1258.291	29988.285	210.000	302.205	24.000	24.000
Y1	40527.957	10865.404	3.000	1.865	5830.037	0.800	2.011	6 $\phi$ 12mm	4719.717	5035.367	16695.441	210.000	210.000	18.000	18.000
Y2	41421.488	11104.957	3.000	1.865	5854.707	1.800	2.011	6 $\phi$ 12mm	4722.909	5250.250	16959.663	210.000	210.000	18.000	18.000
Y3	-7174.474	-4847.618	2.000	0.740	4409.455	2.800	2.011	6 $\phi$ 12mm	2604.987	9257.073	438.163	210.000	210.000	18.000	18.000
Y4	-6963.329	-4704.952	2.000	0.740	4469.195	3.800	2.011	6 $\phi$ 12mm	2611.857	9174.147	235.757	210.000	210.000	18.000	18.000
Y5	-4501.677	-3334.576	2.000	0.675	3067.420	4.800	2.011	6 $\phi$ 12mm	2266.378	6401.996	267.156	210.000	210.000	18.000	18.000

Y6	-4506.512	-3338.157	2.000	0.675	3077.210	5.800	2.011	6 ø 12mm	2267.504	6415.367	260.947	210.000	210.000	18.000	18.000
Y7	-5467.771	-3823.616	2.000	0.715	4273.520	6.800	2.011	6 ø 12mm	2518.480	8097.136	449.904	210.000	210.000	18.000	18.000
Y8	-5453.235	-3813.451	2.000	0.715	4220.730	7.800	2.011	6 ø 12mm	2512.409	8034.181	407.279	210.000	210.000	18.000	18.000
Y9	-404.917	-142.076	2.000	1.425	9091.770	8.800	2.011	6 ø 12mm	5085.429	9233.846	8949.694	210.000	210.000	18.000	18.000
Y10	-2848.747	-2034.819	2.000	0.700	4267.280	9.800	2.011	6 ø 12mm	2112.238	6302.099	2232.461	210.000	210.000	18.000	18.000
Y11	-2855.766	-2039.833	2.000	0.700	4346.605	10.800	2.011	6 ø 12mm	2133.797	6386.438	2306.772	210.000	210.000	18.000	18.000
Y12	-2091.037	-1548.916	2.000	0.675	3517.035	11.800	2.011	6 ø 12mm	2318.084	5065.951	1968.119	210.000	210.000	18.000	18.000
Y13	-2055.075	-1522.278	2.000	0.675	3521.865	12.800	2.011	6 ø 12mm	2318.639	5044.143	1999.587	210.000	210.000	18.000	18.000
Y14	957.170	598.231	2.000	0.800	4241.300	13.800	2.011	6 ø 12mm	1870.571	3643.069	4839.531	210.000	210.000	18.000	18.000
Y15	-780.081	-650.068	2.000	0.600	4142.615	14.800	2.011	6 ø 12mm	1937.935	4792.683	3492.547	210.000	210.000	18.000	18.000
Y16	15266.507	7269.765	2.000	1.050	6387.465	15.800	2.011	6 ø 12mm	3267.328	882.300	13657.230	210.000	210.000	18.000	18.000
Y17	-1140.929	-950.774	2.000	0.600	4259.425	16.800	2.011	6 ø 12mm	2025.744	5210.199	3308.651	210.000	210.000	18.000	18.000
Y18	6316.853	3948.033	2.000	0.800	3689.375	17.800	2.011	6 ø 12mm	1929.492	258.658	7637.408	210.000	210.000	18.000	18.000
Y19	11434.330	6533.903	2.000	0.875	4468.425	18.800	2.011	6 ø 12mm	2174.015	2065.478	11002.328	210.000	210.000	18.000	18.000
Y20	6042.512	3776.570	2.000	0.800	3850.725	19.800	2.011	6 ø 12mm	1972.315	74.155	7627.295	210.000	210.000	18.000	18.000

Fuente: ETABS V19

#### 4.10.7 Determinación de los estribos de confinamiento

El espaciamiento de los estribos será el menor valor obtenido de las siguientes fórmulas:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3 t_n \cdot f'_c \left( \frac{A_c}{A_n} - 1 \right)}$$

Donde:

$s_1$  = separación entre estribos (en cm)

$A_v$  = área de estribos cerrados (en cm<sup>2</sup>)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en kg/cm<sup>2</sup>)

$t_n$  = espesor del núcleo de una columna de confinamiento (en cm)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en kg/cm<sup>2</sup>)

$A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento (en cm<sup>2</sup>)

$A_n$  = área del núcleo confinado de una columna (en cm<sup>2</sup>)

$$s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12 t_n \cdot f'_c}$$

Donde:

$s_2$  = separación entre estribos (en cm)

$A_v$  = área de estribos cerrados (en cm<sup>2</sup>)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en kg/cm<sup>2</sup>)

$t_n$  = espesor del núcleo de una columna de confinamiento (en cm)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en kg/cm<sup>2</sup>)

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5cm$$

Donde:

$s_3$  = separación entre estribos (en cm)

$d$  = peralte de la columna de confinamiento (en cm)

$$s_4 = 10cm$$

Donde:

$s_4$  = separación entre estribos (en cm)

*Tabla 53: Diseño de estribos*

Muro	Ac (cm2)	An (cm2)	Asf (cm2)	Ast (cm2)	As requerida
X1	324.000	168.000	2.665	0.831	3.495
X2	432.000	240.000	3.783	0.386	4.169
X3	324.000	168.000	1.050	2.698	3.748
X4	324.000	168.000	0.990	2.691	3.681
X5	324.000	168.000	1.359	3.156	4.515
X6	324.000	168.000	0.937	2.986	3.923
X7	324.000	168.000	0.813	3.095	3.908
X8	324.000	168.000	0.927	3.125	4.052
X9	360.000	192.000	2.902	1.732	4.634
X10	324.000	168.000	1.637	3.021	4.658
X11	324.000	168.000	0.828	3.235	4.063
X12	324.000	168.000	0.937	3.211	4.148
X13	324.000	168.000	1.358	3.144	4.502
X14	324.000	168.000	0.934	2.958	3.892
X15	324.000	168.000	1.049	2.702	3.751
X16	324.000	168.000	0.991	2.710	3.701
X17	324.000	168.000	2.662	0.847	3.509
X18	432.000	240.000	3.778	0.352	4.130
Y1	324.000	168.000	1.653	1.410	3.063
Y2	324.000	168.000	1.654	1.471	3.124

Y3	324.000	168.000	0.912	2.593	3.505
Y4	324.000	168.000	0.915	2.570	3.484
Y5	324.000	168.000	0.794	1.793	2.587
Y6	324.000	168.000	0.794	1.797	2.591
Y7	324.000	168.000	0.882	2.268	3.150
Y8	324.000	168.000	0.880	2.250	3.130
Y9	324.000	168.000	1.781	2.587	4.367
Y10	324.000	168.000	0.740	1.765	2.505
Y11	324.000	168.000	0.747	1.789	2.536
Y12	324.000	168.000	0.812	1.419	2.231
Y13	324.000	168.000	0.812	1.413	2.225
Y14	324.000	168.000	0.655	1.020	1.675
Y15	324.000	168.000	0.679	1.342	2.021
Y16	324.000	168.000	1.144	0.247	1.620
Y17	324.000	168.000	0.709	1.459	2.169
Y18	324.000	168.000	0.676	0.072	1.620
Y19	324.000	168.000	0.761	0.579	1.620
Y20	324.000	168.000	0.691	0.021	1.620

Fuente: ETABS V19

#### 4.10.8 Diseño de las vigas soleras correspondientes al primer nivel

La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a  $T_s$ :

$$T_s = V_{m1} \cdot \frac{L_m}{2L}$$

Donde:

$T_s$  = fuerza actuante en vigas soleras (en tn)

$V_{m1}$  = resistencia al corte de uno de los muros del primer entrepiso (en tn)

$L_m$  = longitud del paño mayor en un muro confinado, ó  $0,5 L$ ; lo que se mayor (en m)

$L$  = longitud total del muro (en m)

El área de acero de la viga solera se determina mediante la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f'_c A_{cs}}{f_y}$$

Donde:

$A_s$  = área de acero (en  $\text{cm}^2$ )

$T_s$  = fuerza actuante en vigas soleras (en tn)

$\phi$  = 0,9 (flexión o tracción pura) (adimensional)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$A_{cs}$  = área de la sección transversal de la solera (en  $\text{cm}^2$ )

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

*Tabla 54: Diseño de la Viga solera*

Muro	$T_s$ (Kgf)	$A_s$ requerida ( $\text{cm}^2$ )
X1	10146.722	2.684
X2	14406.675	3.811
X3	2997.862	0.793
X4	2828.193	0.748
X5	3882.488	1.027
X6	2675.194	0.708
X7	2322.460	0.614
X8	2646.730	0.700
X9	11052.122	2.924
X10	4676.202	1.237
X11	2364.276	0.625
X12	2677.159	0.708
X13	3877.984	1.026
X14	2666.802	0.706
X15	2996.946	0.793

X16	2830.685	0.749
X17	10136.627	2.682
X18	14384.962	3.806
Y1	6292.956	1.665
Y2	6297.212	1.666
Y3	2604.987	0.689
Y4	2611.857	0.691
Y5	2266.378	0.600
Y6	2267.504	0.600
Y7	2518.480	0.666
Y8	2512.409	0.665
Y9	5085.429	1.345
Y10	2112.238	0.559
Y11	2133.797	0.564
Y12	2318.084	0.613
Y13	2318.639	0.613
Y14	1870.571	0.495
Y15	1937.935	0.513
Y16	3267.328	0.864
Y17	2025.744	0.536
Y18	1929.492	0.510
Y19	2174.015	0.575
Y20	1972.315	0.522

*Fuente: ETABS V19*

#### **4.11 Diseño de los muros no portantes conectados al sistema resistente**

En el caso del diseño de los muros no portantes, se tuvo en consideración que los muros, están conectados al sistema estructural resistente de la edificación; en el proceso de análisis estructural, se determinó que debido a esta condición, los elementos no portantes, actúan como elementos portantes, no solo aquella tabiquería que va de piso a techo y absorbe cierta cantidad de fuerza axial, sino aquella tabiquería o muros bajos como los muros de las ventanas, que a pesar de no ir de piso a techo, aun así y además de soportar su peso propio, reciben fuerzas cortantes y momentos flectores del resto de la estructura, es por tal motivo que se

opta por diseñar los muros no portantes con los criterios establecidos en la norma E.070 de Albañilería.

#### 4.11.1 Cálculo del esfuerzo axial en muros no portantes

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15f'_m$$

Donde:

$\sigma_m$  = esfuerzo axial máximo en un muro (en kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro (en cm)

$L$  = longitud total del muro (en cm)

$t$  = espesor efectivo del muro (en cm)

$f'_m$  = resistencia a compresión axial de la albañilería (en kg/cm<sup>2</sup>)

$h$  = altura de un muro confinado (en cm)

Tabla 55: Propiedades de los muros no portantes para el diseño

$f'_m$	25	Kg/cm <sup>2</sup>
$0.15f'_m$	3.75	Kg/cm <sup>2</sup>
$0.05f'_m$	1.25	Kg/cm <sup>2</sup>
$H$	2.6	m
$H$	260	cm
$v'_m$	5	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: ETABS V19

Tabla 56: Esfuerzo axial de muros no portantes

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	$0.2f'_m \left( 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right)$	Observación
NPX1	0.6	0.14	1258.55	1.49827381	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX2	0.4	0.14	1247.52	2.22771429	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX3	0.6	0.14	1595.74	1.89969048	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX4	0.56	0.14	1635.8	2.08647959	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX5	2.55	0.14	889.34	0.24911485	3.592253228	MURO CORRECTO

NPX6	1.08	0.14	2745.87	1.81605159	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX7	2.55	0.14	895.72	0.25090196	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX8	0.56	0.14	1620.28	2.06668367	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX9	0.59	0.14	1621.76	1.96338983	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX10	1.08	0.14	2918.79	1.93041667	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX11	0.4	0.14	1257.84	2.24614286	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX12	0.6	0.14	1261.79	1.50213095	3.592253228	MURO CORRECTO
NPX13	0.78	0.14	1723.79	1.57856227	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY1	1.255	0.14	2458.26	1.39912351	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY2	1.28	0.14	2469.98	1.37833705	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY3	1.21001	0.14	2278.86	1.34524272	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY4	1.20001	0.14	2256.11	1.34291143	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY5	1.21001	0.14	2296.3	1.35553779	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY6	1.20001	0.14	2309.4	1.3746314	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY7	1.33	0.14	1270.59	0.68237916	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY8	1.33	0.14	1310.77	0.70395811	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY9	1.12	0.14	1179.52	0.7522449	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY10	1.10769	0.14	1152.06	0.74289738	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY11	1.23	0.14	1678.29	0.97461672	3.592253228	MURO CORRECTO
NPY12	1.27	0.14	1708.05	0.96065804	3.592253228	MURO CORRECTO

Fuente: ETABS V19

#### 4.11.2 Control de Fisuración de los muros no portantes

$$V_e \leq 0,55V_m$$

Donde:

$V_e$  = fuerza cortante en un muro ante el sismo moderado (en tn)

$V_m$  = fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (en tn)

#### 4.11.3 Resistencia al Agrietamiento Diagonal de los muros no portantes

$$V_m = 0,35 \cdot v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 \cdot P_g$$

Donde:

$V_m$  = fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal (en tn)

$v'_m$  = resistencia al corte de la albañilería (en tn/m<sup>2</sup>)

$\alpha$  =factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez

t = espesor efectivo del muro (en m)

L = longitud total del muro (en m)

$P_g$  = carga gravitacional de servicio en un muro (en tn)

Además, es necesario comprobar en este procedimiento, que el factor de resistencia al corte por efectos de la esbeltez en muros deberá cumplir con los siguientes criterios:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

$V_e$  = fuerza cortante en un muro ante el sismo moderado (en tn)

L = longitud total del muro (en m)

$M_e$  = momento flector en un muro producido por sismo moderado (en tn-m)

*Tabla 57: Verificación del fisuramiento de muros no portantes*

Muro	Pg (Kg)	Ve-X (Kg)	Me-X (Kg-m)	Ve-Y (Kg)	Me-Y (Kg-m)	Ve (Kg)	Me (Kg-m)	$\frac{V_e \cdot l}{M_e}$	$\alpha$	Vm (Kg)	Ve<=0.55Vm
NPX1	1287.21	391.12	73.31	202.36	37.95	391.12	73.31	3.201	1.000	2396.0583	No Fisurado
NPX2	948.8	73.36	38.68	139.4	42.32	139.40	42.32	1.318	1.000	1618.2240	No Fisurado
NPX3	1793.46	339.3	84.34	134.55	31.35	339.30	84.34	2.414	1.000	2512.4958	No Fisurado
NPX4	1312.51	353.06	96.11	1059.6	213.52	1059.60	213.52	2.779	1.000	2261.8773	No Fisurado
NPX5	618.29	66	251.3	47.59	758.49	66.00	758.49	0.222	0.333	3117.2067	No Fisurado
NPX6	1348.55	570.74	114.32	212.05	42.59	570.74	114.32	5.392	1.000	4090.1665	No Fisurado
NPX7	623.53	67.68	252.41	46.04	760.3	67.68	760.30	0.227	0.333	3118.4119	No Fisurado
NPX8	1292.21	362.9	99.27	1055.44	211.48	1055.44	211.48	2.795	1.000	2257.2083	No Fisurado
NPX9	1794.05	388.42	94.16	196.01	42.54	388.42	94.16	2.434	1.000	2477.6315	No Fisurado
NPX10	1397.69	675.01	113.81	331.71	39.3	675.01	113.81	6.406	1.000	4101.4687	No Fisurado
NPX11	970.83	80.51	41.03	145.43	43.74	145.43	43.74	1.330	1.000	1623.2909	No Fisurado
NPX12	1287.77	388.72	72.96	192.58	36.05	388.72	72.96	3.197	1.000	2396.1871	No Fisurado
NPX13	1198.83	142.43	132.81	68.17	40.89	142.43	132.81	0.836	0.836	2559.3725	No Fisurado
NPY1	1177.87	433.22	131.61	1305.88	47.46	1305.88	131.61	12.453	1.000	4663.4101	No Fisurado
NPY2	1182.88	428.47	136.66	1324.98	55.23	1324.98	136.66	12.410	1.000	4752.0624	No Fisurado
NPY3	789.47	270.28	215.26	494.28	205.58	494.28	215.26	2.778	1.000	4416.6131	No Fisurado
NPY4	785.55	269.28	216.01	502.55	198.01	502.55	216.01	2.792	1.000	4380.7115	No Fisurado
NPY5	821.54	263.13	251.71	342.31	367.88	342.31	367.88	1.126	1.000	4423.9892	No Fisurado
NPY6	826.11	274.35	247.33	330.73	373.33	330.73	373.33	1.063	1.000	4390.0403	No Fisurado
NPY7	508.24	405.03	49.9	1313.39	159.11	1313.39	159.11	10.979	1.000	4771.8952	No Fisurado
NPY8	526.8	395.87	47.16	1284.5	138.21	1284.50	138.21	12.361	1.000	4776.1640	No Fisurado
NPY9	423.34	387.52	36.44	1027.26	41.83	1027.26	41.83	27.505	1.000	4017.3682	No Fisurado
NPY10	424.87	419.92	41.44	1240.96	16.78	1240.96	41.44	33.171	1.000	3974.6351	No Fisurado
NPY11	649.89	499.46	318.85	1493.65	204.2	1493.65	318.85	5.762	1.000	4454.4747	No Fisurado
NPY12	665.06	521.25	341.35	1552.4	230.2	1552.40	341.35	5.776	1.000	4597.9638	No Fisurado

#### 4.11.4 Verificación de la resistencia a corte de los muros no portantes

Para la rigidez y resistencia se debe cumplir que la resistencia al corte sea mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Donde:

$V_{mi}$  = resistencia al corte en el entrepiso <<i>> de muros de albañilería (en tn)

$V_{Ei}$  = fuerza cortante en el entrepiso <<i>> del edificio ante el sismo severo (en tn)

Tabla 58: Resistencia al corte de los muros no portantes

Muro	Ve <sub>i</sub> - X (Kg)	Ve <sub>i</sub> - Y (Kg)	Ve <sub>i</sub> (Kg)	V <sub>m</sub> > Ve <sub>i</sub>
NPX1	782.220	404.720	782.220	Resiste
NPX2	146.710	278.790	278.790	Resiste
NPX3	678.600	269.090	678.600	Resiste
NPX4	706.130	2119.170	2119.170	Resiste
NPX5	132.000	95.180	132.000	Resiste
NPX6	1141.470	424.100	1141.470	Resiste
NPX7	135.350	92.080	135.350	Resiste
NPX8	725.810	2110.850	2110.850	Resiste
NPX9	776.830	392.010	776.830	Resiste
NPX10	1350.000	663.400	1350.000	Resiste
NPX11	161.020	290.870	290.870	Resiste
NPX12	777.430	385.160	777.430	Resiste
NPX13	284.860	136.340	284.860	Resiste
NPY1	866.440	2611.720	2611.720	Resiste
NPY2	856.930	2649.920	2649.920	Resiste
NPY3	540.560	988.550	988.550	Resiste
NPY4	538.550	1005.090	1005.090	Resiste
NPY5	526.250	684.600	684.600	Resiste
NPY6	548.690	661.440	661.440	Resiste
NPY7	810.060	2626.740	2626.740	Resiste
NPY8	791.730	2568.970	2568.970	Resiste

NPY9	775.050	2054.490	2054.490	Resiste
NPY10	839.840	2481.880	2481.880	Resiste
NPY11	998.920	2987.260	2987.260	Resiste
NPY12	1042.490	3104.750	3104.750	Resiste

*Fuente: ETABS V19*

#### **4.11.5 Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros no portantes**

Deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento cuando:

Cortante sismo severo > Resistencia al corte

$$V_{ui} > V_{mi}$$

Donde:

$V_{ui}$  = fuerza cortante de un muro en el entrepiso <<i>> ante el sismo severo (en tn)

$V_{mi}$  = resistencia al corte en el entrepiso <<i>> de muros de albañilería (en tn)

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \geq 0,05 f'_m$$

$\sigma_m$  = esfuerzo axial máximo en un muro (en kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = carga gravitacional máxima de servicio en un muro (en kg)

L = longitud total del muro (en cm)

t = espesor efectivo del muro (en cm)

$f'_m$  = resistencia a compresión axial de la albañilería (en kg/cm<sup>2</sup>)

Tabla 59: Necesidad de Refuerzo de Muros no portantes

Muro	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} < 3$	Vu (Kg)	Mu (kg-m)	Condición 1era	Condición 2da
NPX1	6.126	3.000	1173.360	219.930	Reforzar	Reforzar
NPX2	11.608	3.000	418.200	126.960	Reforzar	No reforzar
NPX3	7.405	3.000	1017.900	253.020	Reforzar	No reforzar
NPX4	2.135	2.135	2261.877	455.791	Reforzar	No reforzar
NPX5	47.230	3.000	198.000	2275.470	Reforzar	Reforzar
NPX6	7.166	3.000	1712.220	342.960	Reforzar	Reforzar
NPX7	46.076	3.000	203.040	2280.900	Reforzar	Reforzar
NPX8	2.139	2.139	2257.208	452.280	Reforzar	Reforzar
NPX9	6.379	3.000	1165.260	282.480	Reforzar	Reforzar
NPX10	6.076	3.000	2025.030	341.430	Reforzar	Reforzar
NPX11	11.162	3.000	436.290	131.220	Reforzar	Reforzar
NPX12	6.164	3.000	1166.160	218.880	Reforzar	Reforzar
NPX13	17.969	3.000	427.290	398.430	Reforzar	Reforzar
NPY1	3.571	3.000	3917.640	394.830	Reforzar	Reforzar
NPY2	3.587	3.000	3974.940	409.980	Reforzar	Reforzar
NPY3	8.935	3.000	1482.840	645.780	Reforzar	Reforzar
NPY4	8.717	3.000	1507.650	648.030	Reforzar	Reforzar
NPY5	12.924	3.000	1026.930	1103.640	Reforzar	Reforzar
NPY6	13.274	3.000	992.190	1119.990	Reforzar	Reforzar
NPY7	3.633	3.000	3940.170	477.330	Reforzar	Reforzar
NPY8	3.718	3.000	3853.500	414.630	Reforzar	Reforzar
NPY9	3.911	3.000	3081.780	125.490	Reforzar	Reforzar
NPY10	3.203	3.000	3722.880	124.320	Reforzar	Reforzar
NPY11	2.982	2.982	4454.475	950.898	Reforzar	Reforzar
NPY12	2.962	2.962	4597.964	1011.025	Reforzar	Reforzar

Fuente: ETABS V19

#### 4.11.6 Diseño de columnas de confinamiento de muros no portantes

El área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \cdot \phi}$$

Donde:

$A_{sf}$  = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento (en  $\text{cm}^2$ )

$V_c$  = fuerza cortante de una columna de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$\mu = 0,8$  coeficiente de fricción para juntas sin tratamiento (adimensional)

$\phi = 0,85$  (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción) (adimensional)

El área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$A_{st} = \frac{T}{f_y \cdot \phi}$$

$A_{st}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento

$T$  = tracción en una columna de confinamiento ante el sismo severo (en tn)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$\phi = 0,85$  (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción) (adimensional)

El área del acero vertical total se obtendrá y verificará mediante la siguiente expresión:

$$A_{sv} = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0,1f'_c A_c}{f_y}$$

Donde:

$A_{sv}$  = área de acero vertical (en  $\text{cm}^2$ )

$A_{sf}$  = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento (en  $\text{cm}^2$ )

$A_{st}$  = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento (en  $\text{cm}^2$ )

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en  $\text{kg/cm}^2$ )

$A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento (en  $\text{cm}^2$ )

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg/cm}^2$ )

Determinación de los estribos de confinamiento

El espaciamiento de los estribos será el menor valor obtenido de las siguientes fórmulas:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3 t_n \cdot f'_c \left( \frac{A_c}{A_n} - 1 \right)}$$

Donde:

$s_1$  = separación entre estribos (en cm)

$A_v$  = área de estribos cerrados (en  $\text{cm}^2$ )

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg/cm}^2$ )

$t_n$  = espesor del núcleo de una columna de confinamiento (en cm)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en  $\text{kg/cm}^2$ )

$A_c$  = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento (en  $\text{cm}^2$ )

$A_n$  = área del núcleo confinado de una columna (en  $\text{cm}^2$ )

$$s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12 t_n \cdot f'_c}$$

Donde:

$s_2$  = separación entre estribos (en cm)

$A_v$  = área de estribos cerrados (en  $\text{cm}^2$ )

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$t_n$  = espesor del núcleo de una columna de confinamiento (en cm)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm}$$

Donde:

$s_3$  = separación entre estribos (en cm)

$d$  = peralte de la columna de confinamiento (en cm)

$$s_4 = 10 \text{ cm}$$

Donde:

$s_4$  = separación entre estribos (en cm)

*Tabla 60: Diseño de los elementos de confinamiento de muros no portantes*

Muro	M (Kg-m)	F (Kg)	Numero de Columnas Nc	0.5L	Pc	$\theta$	As (cm2)	Distribución	Vc (Kgf)	T (Kgf)	C (Compresión)	An (cm2)	Acf (cm)	D (cm)
NPX1	-2894.946	-4824.910	1.000	0.300	1287.210	0.800	3.016	e 6 ø 8mm	898.522	6112.120	3537.700	210.000	210.000	18.000
NPX2	-1976.731	-4941.828	1.000	0.200	948.800	1.800	3.016	e 6 ø 8mm	606.834	5890.628	3993.028	210.000	210.000	18.000
NPX3	-3013.225	-5022.041	1.000	0.300	1793.460	2.800	3.016	e 6 ø 8mm	942.186	6815.501	3228.581	210.000	210.000	18.000
NPX4	-2484.650	-4436.874	1.000	0.280	1312.510	3.800	3.016	e 6 ø 8mm	848.204	5749.384	3124.364	210.000	210.000	18.000
NPX5	-1776.899	-696.823	1.000	1.275	618.290	4.800	3.016	e 6 ø 8mm	1168.953	1315.113	78.533	210.000	210.000	18.000
NPX6	-4974.256	-4605.793	1.000	0.540	1348.550	5.800	3.016	e 6 ø 8mm	1533.812	5954.343	3257.243	210.000	210.000	18.000
NPX7	-1773.035	-695.308	1.000	1.275	623.530	6.800	3.016	e 6 ø 8mm	1169.404	1318.838	71.778	210.000	210.000	18.000
NPX8	-2482.091	-4432.305	1.000	0.280	1292.210	7.800	3.016	e 6 ø 8mm	846.453	5724.515	3140.095	210.000	210.000	18.000
NPX9	-2938.441	-4980.408	1.000	0.295	1794.050	8.800	3.016	e 6 ø 8mm	929.112	6774.458	3186.358	210.000	210.000	18.000
NPX10	-4990.479	-4620.814	1.000	0.540	1397.690	9.800	3.016	e 6 ø 8mm	1538.051	6018.504	3223.124	210.000	210.000	18.000
NPX11	-1979.058	-4947.645	1.000	0.200	970.830	10.800	3.016	e 6 ø 8mm	608.734	5918.475	3976.815	210.000	210.000	18.000
NPX12	-2896.163	-4826.939	1.000	0.300	1287.770	11.800	3.016	e 6 ø 8mm	898.570	6114.709	3539.169	210.000	210.000	18.000
NPX13	-2928.754	-3754.813	1.000	0.390	1198.830	12.800	3.016	e 6 ø 8mm	959.765	4953.643	2555.983	210.000	210.000	18.000
NPY1	-5667.603	-4516.018	1.000	0.628	1177.870	13.800	3.016	e 6 ø 8mm	1748.779	5693.888	3338.148	210.000	210.000	18.000
NPY2	-5767.701	-4506.017	1.000	0.640	1182.880	14.800	3.016	e 6 ø 8mm	1782.023	5688.897	3323.137	210.000	210.000	18.000
NPY3	-5095.817	-4211.384	1.000	0.605	789.470	15.800	3.016	e 6 ø 8mm	1656.230	5000.854	3421.914	210.000	210.000	18.000
NPY4	-5046.895	-4205.711	1.000	0.600	785.550	16.800	3.016	e 6 ø 8mm	1642.767	4991.261	3420.161	210.000	210.000	18.000
NPY5	-4647.546	-3840.915	1.000	0.605	821.540	17.800	3.016	e 6 ø 8mm	1658.996	4662.455	3019.375	210.000	210.000	18.000
NPY6	-4587.062	-3822.520	1.000	0.600	826.110	18.800	3.016	e 6 ø 8mm	1646.265	4648.630	2996.410	210.000	210.000	18.000
NPY7	-5726.134	-4305.364	1.000	0.665	508.240	19.800	3.016	e 6 ø 8mm	1789.461	4813.604	3797.124	210.000	210.000	18.000
NPY8	-5794.383	-4356.679	1.000	0.665	526.800	20.800	3.016	e 6 ø 8mm	1791.062	4883.479	3829.879	210.000	210.000	18.000
NPY9	-5097.089	-4550.972	1.000	0.560	423.340	21.800	3.016	e 6 ø 8mm	1506.513	4974.312	4127.632	210.000	210.000	18.000
NPY10	-5042.706	-4552.452	1.000	0.554	424.870	22.800	3.016	e 6 ø 8mm	1490.488	4977.322	4127.582	210.000	210.000	18.000
NPY11	-4839.919	-3934.893	1.000	0.615	649.890	23.800	3.016	e 6 ø 8mm	1670.428	4584.783	3285.003	210.000	210.000	18.000
NPY12	-4966.328	-3910.495	1.000	0.635	665.060	24.800	3.016	e 6 ø 8mm	1724.236	4575.555	3245.435	210.000	210.000	18.000

Fuente: ETABS V19

Tabla 61: Estribos y acero longitudinal de los muros no portantes

Mur o	Ac (cm2)	An (cm2)	Asf (cm2)	Ast (cm2)	As requerida	Distribución	As existente
NPX1	360.000	192.000	0.315	1.712	2.027	e 6 ø 8mm	3.016
NPX2	378.000	204.000	0.212	1.650	1.863	b 4 ø 8mm	2.011
NPX3	396.000	216.000	0.330	1.909	2.239	e 6 ø 8mm	3.016
NPX4	414.000	228.000	0.297	1.610	1.907	b 4 ø 8mm	2.011
NPX5	432.000	240.000	0.409	0.368	1.800	b 4 ø 8mm	2.011
NPX6	450.000	252.000	0.537	1.668	2.205	e 6 ø 8mm	3.016
NPX7	468.000	264.000	0.409	0.369	1.950	b 4 ø 8mm	2.011
NPX8	486.000	276.000	0.296	1.604	2.025	e 6 ø 8mm	3.016
NPX9	504.000	288.000	0.325	1.898	2.223	e 6 ø 8mm	3.016
NPX10	522.000	300.000	0.539	1.686	2.224	e 6 ø 8mm	3.016
NPX11	540.000	312.000	0.213	1.658	2.250	e 6 ø 8mm	3.016
NPX12	558.000	324.000	0.315	1.713	2.325	e 6 ø 8mm	3.016
NPX13	576.000	336.000	0.336	1.388	2.400	e 6 ø 8mm	3.016
NPY1	594.000	348.000	0.612	1.595	2.475	e 6 ø 8mm	3.016
NPY2	612.000	360.000	0.624	1.594	2.550	e 6 ø 8mm	3.016
NPY3	630.000	372.000	0.580	1.401	2.625	e 6 ø 8mm	3.016
NPY4	648.000	384.000	0.575	1.398	2.700	e 6 ø 8mm	3.016
NPY5	666.000	396.000	0.581	1.306	2.775	e 6 ø 8mm	3.016
NPY6	684.000	408.000	0.576	1.302	2.850	e 6 ø 8mm	3.016
NPY7	702.000	420.000	0.627	1.348	2.925	e 6 ø 8mm	3.016
NPY8	720.000	432.000	0.627	1.368	3.000	e 6 ø 8mm	3.016
NPY9	738.000	444.000	0.527	1.393	3.075	e 6 ø 8mm	3.016
NPY10	756.000	456.000	0.522	1.394	3.150	e 6 ø 8mm	3.016
NPY11	774.000	468.000	0.585	1.284	3.225	e 6 ø 8mm	3.016
NPY12	792.000	480.000	0.604	1.282	3.300	e 6 ø 8mm	3.016

Fuente: ETABS V19

#### 4.11.7 Diseño de las vigas de refuerzo y amarre de los muros no portantes

Tabla 62: Diseño de vigas de refuerzo de muros no portantes

Muro	Ts (Kgf)	As requerida (cm2)	Distribución	As Existente
NPX1	599.015	0.158	a 4 ø 6mm	1.131
NPX2	404.556	0.107	a 4 ø 6mm	1.131

NPX3	628.124	0.166	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX4	565.469	0.150	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX5	779.302	0.206	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX6	1022.542	0.271	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX7	779.603	0.206	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX8	564.302	0.149	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX9	619.408	0.164	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX10	1025.367	0.271	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX11	405.823	0.107	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX12	599.047	0.158	ø 4 ø 6mm	1.131
NPX13	639.843	0.169	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY1	1165.853	0.308	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY2	1188.016	0.314	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY3	1104.153	0.292	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY4	1095.178	0.290	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY5	1105.997	0.293	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY6	1097.510	0.290	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY7	1192.974	0.316	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY8	1194.041	0.316	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY9	1004.342	0.266	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY10	993.659	0.263	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY11	1113.619	0.295	ø 4 ø 6mm	1.131
NPY12	1149.491	0.304	ø 4 ø 6mm	1.131

*Fuente: ETABS V19*

## 5 DISCUSIÓN

La presente investigación denominada “Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021”, tiene como objetivo principal, Determinar la Influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles, para tal propósito, se elaboró un modelo hipotético, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles, y se sometido al análisis y diseño estructural.

El modelo de análisis, se basó en una simulación programada en función a los criterios, características y propiedades de la estructura real, en el programa ETABS v19, utilizando este software para realizar la simulación del actuar de las cargas, tales como las cargas de servicio, (carga viva y carga muerta), además de la carga sísmica, para realizar el análisis estático y el análisis dinámico, producto de la simulación y el análisis estructural, se realizó el diseño sísmico, orientado a la verificación de las distorsiones e irregularidades de la edificación, además de la obtención de las fuerzas necesarias para el diseño de los muros portantes y los muros no portantes.

La hipótesis principal de la investigación señala que, “La Influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles-Mariscal Nieto-Moquegua es significativa”; en la investigación de Esteban Mollehuara & Cordova Landa, 2020, titulada “Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020” llega a la siguiente conclusión, “Los periodos naturales de vibración de la estructura de pórticos de concreto armado son mayores que los del sistema de albañilería confinada para ambas direcciones. Esto debido a la relación inversa que existe entre la rigidez lateral y el periodo de vibración, lo cual evidencia que el sistema de albañilería confinada posee mayor rigidez, dada la alta densidad de muros que posee, frente al sistema de pórticos de concreto armado”. En el estudio aquí descrito, se hizo un análisis estructural en el programa Etabs para verificar el

comportamiento sísmico de las estructuras, producto de esto se obtuvieron los siguientes periodos de vibración de la estructura:

<b>Dirección</b>	<b>Periodo de vibración T(s)</b>	
	<b>Sin Muros no portantes</b>	<b>Con Muros no portantes</b>
X-X	0.187	0.161
Y-Y	0.330	0.268

El periodo de vibración en la dirección X fue de 0.187 seg. para la estructura modelada sin muros no portantes, y el periodo de vibración en la dirección Y fue de 0.330 seg. contrastando con el caso de la estructura con los muros no portantes conectados al sistema estructural, el periodo de vibración en la dirección X fue de 0.161 seg. y en la dirección Y de 0.268 seg, teniendo en cuenta que el periodo de vibración de la estructura es inversamente proporcional a su rigidez, se puede indicar que, en la estructura con los muros no portantes conectados al sistema estructural, existe una influencia significativa de los mismos con respecto a la estructura modelada sin muros no portantes, todo esto, condicionado a la rigidez de la misma.

Bajo el mismo principio se elaboró un modelo comparativo de dos casos específicos, ambos modelos se basaron en la estructura de estudio, el primer modelo fue una estructura siguiendo los parámetros y recomendaciones de estructuración técnicos de la norma E.070 Albañilería, en este primer modelo se consideró los muros no portantes aislados de la estructura, en el segundo modelo se incorporó los muros no portantes, conectados a los elementos estructurales de la edificación; de esta comparativa lo más significativo fueron los desplazamientos:

<b>Dirección</b>	<b>Nivel</b>	<b>Sin Muros No Portantes</b>		<b>Con Muros No Portantes</b>	
		<b>S. Estático (mm)</b>	<b>S. Dinámico (mm)</b>	<b>S. Estático (mm)</b>	<b>S. Dinámico (mm)</b>
X-X	Piso 4	6.323	5.213	4.391	3.718
	Piso 3	4.826	3.975	3.446	2.914
	Piso 2	3.033	2.493	2.246	1.895
	Piso 1	1.245	1.02	0.973	0.818

Y-Y	Piso 4	22.006	18.852	13.812	11.978
	Piso 3	17.274	14.749	11.04	9.592
	Piso 2	11.01	9.388	7.258	6.321
	Piso 1	4.483	3.851	3.016	2.636

Se observa claramente que existe una diferencia muy significativa de los desplazamientos de ambas estructuras, para la estructura sin los muros no portantes el desplazamiento máximo en la dirección X fue de 6.323 mm, mientras que para el caso de la estructura con los muros no portantes el desplazamiento máximo fue de 4.391 mm, esto significa una diferencia de 30.55%; en el caso del desplazamiento en la dirección Y, sucedió algo muy similar, el desplazamiento máximo en la estructura sin muros no portantes fue de 22.006 mm, mientras que en la estructura con los muros no portantes fue de 13.812 mm, representando una diferencia del 37.24%, se demuestra que existe un nivel significativo de influencia de los muros no portantes en el comportamiento de la estructura, debido a que existe una reducción de desplazamientos de la estructura con muros no portantes conectados al sistema estructural en contraste con la estructura sin muros no portantes, según la ley de Hooke el desplazamiento es directamente proporcional a la rigidez.

La hipótesis específica 2 de la investigación dice “Las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles cumplen con los límites establecidos en la norma E.030 de diseño sismorresistente”; según el estudio realizado por Vásquez Ortiz & Merodio Mejía, 2018, en su investigación titulada “Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura”, se llega a la siguiente conclusión “La irregular torsional en planta presente en ambos sistemas dada la distribución de arquitectura, representó ser una consideración fundamental en la elección y definición de espesores de los muros portantes. Sin embargo, su incidencia en el sistema de albañilería confinada fue mayor debido a la necesidad de reducir la fuerza sísmica en los muros de la zona posterior de la estructura”, además en la investigación de Velayarce Llanos, 2019, titulada “Análisis y diseño estructural de un edificio de

vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Chiclayo, provincia y departamento de San Martín” llegó a la siguiente conclusión, “El edificio diseñado cumple las condiciones de rigidez y resistencia según exigencia de las Normas Técnicas existentes. Del análisis sísmico estático realizado se obtiene lo siguiente: El desplazamiento máximo relativo en el rango inelástico en la estructura diseñada para un evento sísmico, alcanza un valor de distorsión de 0.000359 y 0.000171 en la Dirección “X” y “Y” respectivamente, siendo este valor menor a la deriva máxima permisible que indica la Norma E.030 un valor máximo de 0.005 para estructuras de albañilería”, se verificó las irregularidades estructurales, verificando las que son posibles en la estructura, como irregularidad de rigidez – piso blando, irregularidad de resistencia – piso débil, irregularidad de masa o peso e irregularidad torsional, cumpliendo con las condiciones de la norma E.030 de diseño sismorresistente que indica que en la zona 4 y para edificaciones comunes, no se permiten irregularidades extremas, además que realizando la comprobación, se determinó que la estructura no presenta irregularidades y se la categorizó como una estructura regular, en cuanto a las distorsiones, se determinó que las distorsiones de entrepiso no exceden el límite establecido en la norma de diseño sismorresistente:

	<b>Sismo Estático XX</b>	<b>Sismo Estático YY</b>	<b>Sismo Dinámico XX</b>	<b>Sismo Dinámico YY</b>
<b>Nivel</b>	<b>0.75R(D)</b>	<b>0.75R(D)</b>	<b>0.75R(D)</b>	<b>0.75R(D)</b>
Piso 4	0.000758	0.002228	0.000655	0.001955
Piso 3	0.000965	0.00304	0.000826	0.002655
Piso 2	0.001024	0.003409	0.000869	0.002968
Piso 1	0.000783	0.002423	0.000657	0.002117

Tanto para el análisis estático, como para el análisis dinámico de la edificación, la distorsión máxima fue de 0.003409, estando por debajo del máximo límite establecido en la norma E.030 de diseño sismorresistente de 0.005 para edificaciones de albañilería, aquí se verifica el comportamiento sísmico de la estructura, y se determinó que la estructura diseñada cumplió con todos los

requerimientos del diseño sismorresistente, basándonos principalmente en la verificación de las distorsiones.

En el caso de las hipótesis 3 “Existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles”; y la hipótesis 4 “existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles”, la diferencia más significativa es que los muros portantes se ven influenciados en el diseño, ya que los muros no portantes están absorbiendo parte de las fuerzas de diseño, y el caso de los muros no portantes, se deberán diseñar como si fueran portantes debido a que estos muros están sometidos a fuerzas axiales, fuerzas de corte, momentos de flexión y momentos de torsión como los muros portantes.

## 6 CONCLUSIONES

En la presente investigación denominada “Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. En el análisis de los resultados de la investigación, se hizo un estudio comparativo, obteniendo como resultados, para la estructura sin muros no portantes un periodo fundamental de 0.187 seg. En la dirección X y 0.330 seg. en la dirección Y, en el caso de la estructura con muros no portantes el periodo fundamental en la dirección X fue de 0.161 seg. y en la dirección Y fue de 0.268 seg. en el caso de los desplazamientos, en la estructura sin muros no portantes, el desplazamiento máximo en la dirección X fue de 6.323 mm, y en la dirección Y fue de 22.006 mm, para el estructura con los muros no portantes el desplazamiento máximo fue de 4.391 mm en la dirección X y 13.812 mm en la dirección Y, ya que, tanto el periodo fundamental de vibración de la estructura, como el desplazamiento de la misma, están ligados directamente a la rigidez, se pude concluir que existe un incremento de la rigidez en la estructura con los muros no portantes, respecto a la estructura sin los muros no portantes.
2. En el proceso de análisis se verifico las irregularidades de rigidez piso blando, así como resistencia piso débil, irregularidad de masa o peso e irregularidad torsional, en todos los casos se determinó que no existen irregularidades, siendo la estructura una edificación regular, en la verificación de distorsiones, la deriva máxima en la dirección X fue de 0.000869, mientras que en la dirección Y, la deriva máxima fue de 0.002968, en ambos casos se demuestra que las distorsiones están por debajo del máximo permitido para estructuras de albañilería de 0.005, según la norma E.030 de diseño sismorresistente.
3. Se realizo el diseño de los muros portantes, se tuvo en cuenta las verificaciones establecidas en la norma E.070 de albañilería, se verifico un esfuerzo axial máximo de  $5.676 \text{ kg/cm}^2$ , para este muro el cortante resistente fue de 7751.7394 kg, resultando un muro no fisurado para esas cargas, el cortante para el sismo severo fue de 4437.890 kg, confirmando así la

resistencia al corte del muro, se diseñaron las columnas de confinamiento y las vigas solera, para que resista las fuerzas, generadas en la estructura, resultando el diseño satisfactorio.

4. Se diseño los muros no portantes siguiendo los criterios de la norma E.070 de albañilería para muros portantes, debido a que los muros no portantes están conectados al sistema estructural de la edificación, estos soportan fuerzas axiales, fuerzas de corte, momentos flectores y momentos torsores, la resistencia considerada para estos muros fue de  $25\text{kg/cm}^2$ , se verificó los esfuerzos máximos  $2.246\text{ kg/cm}^2$ , se comprobó que los muros no fisuran, el diseño de los muros no portantes arroja que estos necesitaran de elementos de refuerzo al igual que los muros portantes, además de requerir refuerzo transversas principalmente en las uniones de los muros con el resto de la estructura.

## **7 RECOMENDACIONES**

1. Cuando se contempla el diseño de una estructura con los muros no portantes conectados al sistema estructural, se recomienda reforzar la zona de conexión entre los muros portantes y los no portantes, con refuerzo transversal principalmente con la finalidad de evitar puntos de falla.
2. En la medida de lo posible, y mientras las condiciones de distancia lo permitan, se recomienda colocar siempre un elemento de refuerzo que sirva de interacción entre el muro no portante y el resto de la estructura, colocar una columna con refuerzo longitudinal y transversal de acuerdo al diseño.
3. Por un tema de proceso constructivo, aquellos muros que sean demasiado cortos, y que no tengan la distancia suficiente para colocar elementos de refuerzo, es mejor colocarlos como muro de ductilidad limitada, ya que en dimensiones cortas las unidades de albañilería son más complicadas de manipular.
4. Se recomienda no colocar demasiados muros nos portantes en una estructura, si bien estos aportan rigidez a la edificación, también provocan irregularidad en cuanto a la torsión de la estructura.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2017). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*. Lima: Editorial: San Marcos.
- Bavaresco De Prieto, A. M. (2013). *Proceso Metodológico En La investigación*. Maracaibo-Venezuela: imprenta Internacional, CA.
- Bravo Heredia, D., & Flores Cevallos, L. (2015). *Análisis estático no lineal de paredes de ladrillo de las casas de Cuenca*. Cuenca – Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Brzev, S. (2007). *Earthquake-Resistant Confined Masonry Construction*. Kampur: National Information Center of Earthquake Engineering indian Institute of Technology Kanpur India.
- CAPECO . (10 de Octubre de 2016). El fenómeno de la Autoconstrucción. *El Peruano*, pág. 05.
- Cordova Zamora, M. (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Lima-Perú: MOSHERA S.R.L.
- CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A. (2019). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*. Lima: ACEROS AREQUIPA S.A.
- Esteban Mollehuara, K., & Cordova Landa, C. (2020). *Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020*. Huancayo - Perú: Universidad Continental.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- García Ramírez, Y. (2019). *Cómo redactar una tesis en ingeniería civil*. Quito - Ecuador: ISBN digital.

- Gauchi Risso, V. (2017). Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. *Revista Española de Documentación Científica*, 1-13.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ICG, instituto de la Construcción y Gerencia. (2018). *Modificación de la Norma Técnica E-030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional De Edificaciones*. Lima: ICG, instituto de la Construcción y Gerencia.
- INIFED, Infraestructura Educativa. (2015). *Normas y Especificaciones Para estudios, Proyectos, Construcción de Instalaciones*. Mexico: INIFED, Infraestructura Educativa.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006). *Norma E.070 de Albañilería*. Lima, Peru: ICG, Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Kassimali, A. (2015). *Structural Analysis*. Illinois - EEUU: Cengage Learning.
- Kuroiwa Horiuchi, J., & Salas Peña, J. (2009). *Manual para la Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería Confinada Dañadas por Sismos*. Lima - Perú: Consultores PNUD/Perú GMC Digital S.A.C.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2014). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Sánchez Tizapa, S. (2009). *Experimental and numerical study of confined masonry walls under in-plane loads*. Estado de Guerrero: UNIVERSITÉ PARIS-EST.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2006). *Norma E.020 Cargas*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).

- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2006). *Norma E.070 de Albañilería*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2009). *Norma E.060 de Concreto Armado*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2018). *Norma E.030 de Diseño Sismorresistente*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2018). *Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la Investigación Científica*. Distrito Federal - Mexico: Editorial LIMUSA S.A. grupo NORIEGA Editores.
- Tomazevic, M., & Klemenc, I. (2017). SEISMIC BEHAVIOUR OF CONFINED MASONRY WALLS. *EARTHQUAKE ENGINEERING AND STRUCTURAL DYNAMICS*, 1059-1071.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. *Revista Educación*, 155-165.
- Vásquez Ortiz, W. A., & Merodio Mejía, J. (2018). *Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Velayarce Llanos, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. Tarapoto – Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO.

Vera Alcántara, W. (2014). *Riesgo Sísmico de las viviendas de Albañilería confinada del barrio el estanco, Cajamarca*. Cajamarca - Peru: Universidad Nacional De Cajamarca.

Vizconde Campos, A. (21 de Marzo de 2016). *Peligro de la autoconstrucción de edificaciones con albañilería confinada*. Obtenido de Edificaciones de Calidad: <http://edificacionesdecalidad.com/autoconstrucci%C3%B3n-alba%C3%B1iler%C3%ADa-sismorresistente>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>TÍTULO:</b> Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021				
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Método</b>
<p><b>Problema principal:</b> ¿De qué manera influye la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada en la ciudad Moquegua?</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La Influencia de la tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada en la ciudad de Moquegua es significativa</p>	<p><b>Objetivos generales</b> Determinar la Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Análisis y Diseño estructural en albañilería confinada <b>Dimensiones:</b> Análisis Estructural Distorsiones e irregularidades Diseño Estructural</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Investigación aplicada <b>Diseño de la investigación</b> No experimental transeccional <b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p>
<p><b>Problemas específicos:</b> PE1: ¿Cuál es el nivel de variación del comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados? PE2: ¿Cuáles son las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles? PE3: ¿De qué manera varía el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles? PE4: ¿De qué manera cambia el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles?</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b> HE1: Existe variación significativa en el comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados. HE2: Las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles cumplen con los límites establecidos en la norma E.030 de diseño sismorresistente. HE3: Existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico, de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles. HE4: existe un cambio significativo en el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.</p>	<p><b>Objetivos específicos</b> OE1: Determinar el comportamiento sísmico de la estructura de albañilería para los casos de muros no portantes aislados y no aislados. OE2: Verificar las distorsiones e irregularidades estructurales debido a las cargas sísmicas en cada nivel de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles. OE3: Verificar el diseño estructural de los muros portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles. OE4: Verificar el diseño estructural de los muros no portantes bajo criterio sísmico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b> Muros no portantes <b>Dimensiones:</b> Elementos no confinados Elementos no reforzados</p>	<p><b>Población:</b> Todas las Viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Moquegua <b>Muestra:</b> Una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en la ciudad de Moquegua</p>

*Anexo 2: Ficha de recolección de datos*

**Propiedades Mecánicas de los Materiales**

**i. Propiedades del concreto según Norma E.060**

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Resistencia a la compresión</b>		
<b>Deformación unitaria máxima</b>		
<b>Módulo de elasticidad</b>		
<b>Módulo de Polisión</b>		
<b>Módulo de corte</b>		

**ii. Propiedades de la Albañilería, King Kong fortaleza 10x14x24, norma E.070**

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Resistencia a Compresión Axial de las Unidades</b>		
<b>Resistencia a Compresión Axial en Pilas</b>		
<b>Resistencia al Corte en Muretes</b>		
<b>Módulo de Elasticidad</b>		
<b>Módulo de Corte</b>		

**iii. Propiedades del acero de refuerzo**

<b>Propiedades</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Módulo de Elasticidad</b>		
<b>Esfuerzo de Fluencia</b>		
<b>Deformación Unitaria Máxima</b>		



**DIAMANTE**  
LADRILLOS

**FICHA TÉCNICA**  
CÓDIGO : FT-GCO-VE-01  
VERSIÓN : 02

### Características Físicas

**Denominación:**

King Kong Fortaleza

**Medidas:**

10x14x24 cm

**Peso:**

3.20(min)-3.55(max) Kg

**Rendimiento:**

34.10 Und/m<sup>2</sup>

### Parámetros

Según norma E070

Norma técnica de albañilería  
E-070 Tipo IV

**Alabeo Máximo**  
4 mm

**Resistencia a compresión**  
Mínimo

130 (Kg/cm<sup>2</sup>)

**Variación de la dimensión**

+ - 4% Máximo de alto

+ - 3% Máximo de ancho

+ - 2% Máximo de largo

**Absorción máxima 22%**

**KING KONG  
FORTALEZA**



**Bondades:**

- Los más resistentes del mercado
- Medidas uniformes
- Ecológicos
- Aislamiento termo-acústico
- Controles de Calidad
- Resistentes al fuego



**DIAMANTE**  
LADRILLOS

**FICHA TÉCNICA**  
CÓDIGO : FT-GCO-VE-01  
VERSIÓN : 02

### Características Físicas

Denominación:

Pandereta

Medidas:

22x14x10 cm

Peso:

2.10(min)-2.45(max) Kg

Rendimiento:

37 Und/m<sup>2</sup>

### Parámetros

Variación de la dimensión

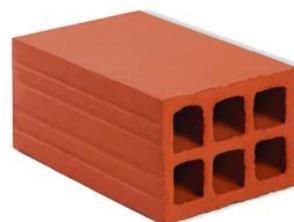
+ - 4% Máximo de alto

+ - 3% Máximo de ancho

+ - 3% Máximo de largo

Absorción Máxima: 22%

**PANDERETA**



### Bondades:

- Los más ligeros del mercado
- Medidas uniformes
- Ecológicos
- Aislamiento termo-acústico
- Controles de Calidad
- Resistentes al fuego

## Anexo 5: Estudio de mecánica de suelos informe técnico

### INFORME TECNICO

#### 1. Generalidades

##### 1.1. Objeto de estudio.

La contratación de este servicios de consultoría permitirá que se disponga del Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto de Tesis: IOARR : "Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento , análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021" a solicitud del Bach. Elvis Joel López Gómez.

- Determinar las propiedades físicas mecánicas de los materiales a nivel del terreno de fundación.
- Determinar la compresibilidad del terreno de fundación.
- Calculo del asentamiento inmediato mediante el método elástico.
- Determinar el grado de agresividad química del terreno de fundación al concreto y al acero.
- Calculo de la capacidad de carga admisible del terreno de fundación con fines de cimentación.
- Confección de la columna estratigráfica de la calicata.

##### 1.2. Normatividad

RM-406-2018-VIVIENDA Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones

##### 1.3. Ubicación

La ubicación donde se efectuará la inversión, se encuentra en:

Región	:	Moquegua.
Provincia	:	Mariscal Nieto.
Distrito	:	Moquegua.
Centro Poblado	:	Chen Chen.
Altitud	:	1,518 m.s.n.m

##### 1.4. Acceso al proyecto

A la zona donde se ubica el proyecto, tiene acceso por la vía prolongación calle Tacna y Calle Pasto grande.

##### 1.5. Condición climática y altitud de la zona.

De acuerdo a la información meteorológica suministrada por el SENAMHI, establece que el clima se caracteriza por su luminosidad (8.7 horas de sol como promedio por día); la temperatura varía entre los 11°C y 29°C, con marcada variación entre el día y la noche, baja precipitación fluvial en la estación de Invierno y humedad relativa que varía entre 46% y 68%.

Características climáticas:

Precipitación líquida media anual 15.15 mm  
Humedad relativa promedio 57%  
Temperatura máximo promedio anual 25 °C  
Temperatura mínimo promedio anual 11°C  
Temperatura media promedio anual 19.5 °C

Se encuentre aproximadamente a 1518 m.s.n.m.

  
Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ FALCO  
CIP. 94333

## 2. Geología y sismicidad del área del estudio.

El proyecto se ubica geológicamente en la carta 35-u Moquegua; del Sistema cuaternario, Serie reciente, pertenece a la formación Aluvio Coluviales (Q-al)

### 2.1. Efectos del Sismo

De acuerdo a la Norma Técnica E - 030 de Diseño Sismo Resistente, el terreno y considerando las condiciones del sitio observadas, al proyecto le corresponden los siguientes parámetros:

Vivienda de cuatro Niveles		
Zona	4	Mapa de zonificación sísmica
Factor de zona (Z)	0.45	Tabla 1
Perfil tipo de suelo	S2	Suelos Intermedios, según clasificación de suelos.
Factor de Amplificación del Suelo	1.20	Tabla 3
Parámetro del suelo	$T_p = 0,6$ $T_L = 2,0$	Tabla 4

### 2.2. Geodinámica interna y externa

#### Geodinámica interna

##### Sismicidad

La distribución de sismos en tiempo y espacios es una materia elemental en sismología, observaciones sísmicas han acumulado una extensa información de la actividad sísmica (sismicidad).

La definición de la palabra "Sismicidad" no es muy precisa, pero podemos describirla como la actividad sísmica en un área particular durante un cierto periodo de tiempo, o como la cantidad de energía liberada en forma de ondas sísmicas. Sin embargo, la representación de la sismicidad deberá tener en cuenta no solo el número de eventos registrados sino también su dimensión, frecuencia y distribución espacial, así como su modo de ocurrencia.

##### Sismicidad histórica

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el Imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Silgado (1968) y Tesis. 19 de Febrero de 1600.- A las 05:00 Fuerte sismo causado por la explosión del Volcán Huaynaputina (Omate), la lluvia de ceniza oscureció el cielo de la Ciudad de Arequipa, según el relato del Padre Bartolomé Descaurt. Se desplomaron todos los edificios con excepción de los m s pequeños, alcanzando una intensidad de XI en la Escala Modificada de Mercalli, en la zona del volcán.

18 de Setiembre de 1833.- A las 05:45 violento movimiento sísmico que ocasionó la

  
Ing. Civil SIMÓN ORDÓÑEZ FALERO  
CIP. 54303

destrucción de Tacna y grandes daños en Moquegua, Arequipa, Sama, Arica, Torata, Locumba e Ilabaya, murieron 18 personas; fue sentido en La Paz y Cochabamba, en Bolivia.

24 de Agosto de 1942.- A las 17:51. Terremoto en la región limítrofe de los departamentos de Ica y Arequipa, alcanzando intensidades de grado IX de la Escala Modificada de Mercalli, el epicentro fue situado entre los paralelos de 14° y 16° de latitud Sur. Causó gran destrucción en un área de 18,000 kilómetros cuadrados. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas y 25 heridos por diversas causas. Se sintió fuertemente en las poblaciones de Camaná, Chuquibamba, Aplao y Mollendo, con menor intensidad en Moquegua, Huancayo, Cerro de Pasco, Ayacucho, Huancavelica, Cuzco, Cajatambo, Huaraz y Lima. Su posición geográfica fue -15° Lat. S. y -76° long. W. y una magnitud de 8.4, en Arequipa tuvo una intensidad de V en la Escala Modificada de Mercalli.

03 de Octubre de 1951.- A las 06:08. Fuerte temblor en el Sur del país. En la ciudad de Tacna se cuartearon las paredes de un edificio moderno, alcanzó una intensidad del grado VI en la Escala Modificada de Mercalli. Se sintió fuertemente en las ciudades de Moquegua y Arica. La posición geográfica fue de -17° Lat. S. y - 71° Long. W., y su profundidad de 100 Km.

15 de Enero de 1958.- A las 14:14:29. Terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Alcanzó una intensidad del grado VII en la Escala Modificada de Mercalli, y de grado VIII en la escala internacional de intensidad sísmica M.S.K.(Medvedev, Sponheuer y Karnik)(Fig. 4), este movimiento causó daños de diversa magnitud en todas las viviendas construidas a base de sillar, resistiendo sólo los inmuebles construidos después de 1940.

El pueblo de Yura fue sacudido fuertemente, el movimiento sísmico también se sintió en las localidades de Chuquibamba, Aplao y Moquegua.

La posición geográfica del epicentro fue localizado en las siguientes coordenadas: - 16.479° Lat. y -71.648° long. W., con una profundidad focal de 60 Km. y una magnitud 6.3.

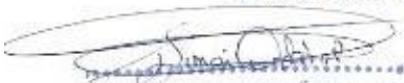
23 de Junio de 2001.- A las 15 horas 33 minutos, terremoto destructor que afectó el Sur del Perú, particularmente los Departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa.

Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto ha originado varios miles de post-sacudidas o réplicas. Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami.

El Sistema de Defensa Civil y medios de comunicación han informado la muerte de 35 personas en los departamentos antes mencionados, así como desaparecidos y miles de edificaciones destruidas.

### **Tectonismo de la región Andina**

El Sur del Perú es, desde el punto de vista tectónico, una de las regiones más activas de la tierra y está sujeta a frecuentes fenómenos catastróficos, la actividad tectónica de la región occidental del continente sudamericano, están relacionadas con la interacción principalmente de las Placas Litosféricas de América del Sur y de Nazca, constituyendo una de las regiones de subducción más extensas en nuestro planeta. En esa interacción también deben ser considerados los efectos que causan las placas menores próximas



Ing. Civil SIMON ORDÓÑEZ FARIAS  
CIP. 84333

como la de Cocos y la del Caribe en la porción norte y la placa de Escocia en la porción sur, principalmente por presentar diferentes velocidades y direcciones del movimiento con relación a las Placas principales.

### Sismicidad de la zona de Moquegua

Dentro del territorio peruano se han establecido tres zonas sísmicas las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según los mapas de zonificación sísmica del Peru, propuesto por la nueva norma Sismo-Resistente E-30 del RNE la ciudad de Moquegua se encuentra en la zona 4, correspondiéndoles una alta sismicidad con un factor de zona  $Z(g) = 0.45$ , que corresponde a la máxima aceleración de terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

### Geodinámica externa

En la zona del estudio, al estar ubicado en un terreno con una pendiente de aproximadamente  $m = -7\%$  en la dirección Este – Oeste, existe peligro de inundación que puedan ser ocasionados por las precipitaciones pluviales extremas; debiendo preverse sistemas de drenaje.

## 3. Investigaciones de campo

### 2.1. Trabajos de campo.

Los trabajos de campo consistieron en:

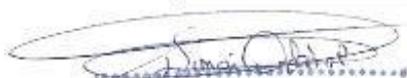
- ✓ Reconocimiento del área.
- ✓ Ejecución de 1 calicatas en la Infraestructura proyectada.
- ✓ Descripción y clasificación visual de 1 columnas estratigráficas en campo.
- ✓ Muestreo de Suelos en calicatas aperturadas.
- ✓ Preservación y transporte de muestras alteradas de suelos.
- ✓ Muestra alterada para humedad en bolsa plástica.
- ✓ Ejecución de 1 Ensayos de Densidad de Campo.

## 4. Ensayos De Laboratorio.

Para determinar las características físicas mecánicas del terreno de fundación, se realizaron con las muestras alteradas e inalteradas, los ensayos estándares normalizados siguientes:

### Ensayos estándar

Descripción	Norma
NTP 339.127:1998 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127
NTP 339.128:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128
NTP 339.129:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO FAJARO  
 CIP. 54333

NTP 339.134:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)	NTP 339.134
Sistema de Clasificación de suelos AASHTO	AAHSTO
Ensayo: NTP 339.143:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo Estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena	NTP 339.143

### Ensayos Especiales

Descripción	Norma
Método estándar para el ensayo de corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D 3080-72).	ASTM D-3080
NTP 339.177 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.177
NTP 339.152 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.152
NTP 339.178 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.178

#### 5. Columnas estratigráficas

De acuerdo a los resultados de los ensayos estándar y la clasificación SUCS de los materiales a nivel del terreno de fundación, se ha elaborado la columna estratigráfica correspondiente; cuya descripción detallada se adjunta al presente informe técnico.

#### 6. Análisis de la cimentación

##### 1. Profundidad de la cimentación

De acuerdo a la calicata aperturada, el terreno de fundación está conformada por material gravo limoso arenoso (GP-GM), medianamente consolidada, con presencia de cierta humedad, producto de la filtración ocasionada por las lluvias y el riego de jardines en la parte exterior.

De acuerdo al perfil del terreno, superficialmente, hasta aproximadamente 1.20 m., de profundidad, presenta una densidad suelta y a partir de ahí una densidad media observándose además la presencia de botonería en aproximadamente 50% de tamaño máximo 14" de diámetro, que mejora sustancialmente la calidad del terreno de fundación. Recomendándose el desplante de la cimentación a una profundidad no menor de  $D_f = -1.20$  m.

##### 2. Compresibilidad

Se ha determinado los coeficientes de compresibilidad, valiéndonos de los límites de

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ FAJARDO  
 CIP. 84304

consistencia y haciendo uso de la ecuación siguiente:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CALICATA C-1 E-1
Límite Líquido	%	24.60
Coefficiente de compresibilidad	Cc	0.13

Coefficiente de Compresibilidad  
Cc = 0.009 (LL-10)

Se determina que los materiales del terreno de fundación en la zona del proyecto, son de baja compresibilidad.

### 3. Cálculo de asentamiento

Para el cálculo de asentamientos inmediatos se ha utilizado el método elástico.

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	UNIDAD	CALICATA
			C-01
Clasificación SUCS		E-01	SM
Capacidad de carga última	Q	tn/m <sup>2</sup>	17.80
Ancho de cimentación	B	m	1
Relación de Poisson adoptado	$\mu$		0.15
Factor de influencia	If	cm/m	82
Módulo de Young adoptado	Es	tn/m <sup>2</sup>	5000.00
Asentamiento Diferencial calculado	Si	cm	0.29

Teniendo en consideración que el asentamiento permisible es 1".

El asentamiento diferencial rápido a producirse es menor que el máximo permisible: Si < 1".

### 7. Evaluación de Agresividad del suelo.

Los suelos bajo el cual se cimienta toda estructura tienen un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero.

Sólo considera el ataque externo por suelos y aguas subterráneas y no toma en cuenta ningún otro tipo de agresión.

  
 Ing. Civil SIMON OROZCO FAJARDO  
 C.I.P. 84333

Presencia en el suelo de:	ppm	Grado de alteración	Observación
*Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
**Cloruros	>6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
**Sales Solubles	>15,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

\*Comité 318-83 ACI

\*\*Experiencia existente

#### Tipo de cemento requerido para el concreto expuesto al ataque de los sulfatos

Grado de ataque de los sulfatos	Porcentaje de sulfatos solubles (SO4) en la muestra de suelo (%)	Partes por millón de sulfatos (SO4) en agua (p.p.m.)	Tipo de cemento	Relación agua/cemento máxima (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

P.C.A. Asociación Cemento Portland

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Resultados de los ensayos químicos, sobre muestras de suelos, en ppm, se presentan a continuación.

ESTRUCTURA	Código Calicata	Prof. (m)	Cloruros (mg/kg)	Sulfatos (mg/kg)	Sales Solubles (mg/kg)	Observaciones		
						Cloruros	Sulfatos	Sales Solubles
Terreno de fundación	C-1 E-1	1.70	2 864	13 532	22 500	No Perjudicial	Severo	Perjudicial

De acuerdo al contenido de sulfatos de todas las exploraciones realizadas; se recomienda la utilización del **cemento tipo V**. Y por el contenido de cloruros y sales solubles totales, si existe peligro de alteración y corrosión del acero.

#### 8. Cálculo de Capacidad de Carga Admisible

Realizado los ensayos de corte directo para la determinación del ángulo de fricción interna de los medios incoherente y cohesión ( $\theta, C$ ); tomando en cuenta el peso específico del suelo natural, la estimación de la profundidad de desplante, el ancho de la cimentación, aplicados los coeficientes de carga y el factor de seguridad 3 (zona altamente sísmica) en la ecuación de Terzaghi y modificados por Meyerhof, se ha determinado las capacidades de carga admisibles, para las obras de arte: captación, reservorio y acueducto; cuyos resultados se muestran en el cuadro de análisis siguiente:

  
Ing. CIVIL SIMON ORDÓÑEZ FAJARO  
CIP. 9-1333

## Anexo 6: Estudio de mecánica de suelos capacidad de carga

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA RECTANGULAR

DESCRIPCION	UNIDAD	C-1 E-1 Fundación Zapata Cuadrada	C-1 E-1 Fundación Cimentación corrida
Terreno de Ubicación			
Angulo de fricción interna, $\phi$	$\phi^\circ$	30.2	30.2
Cohesión, c	kg/cm2	0.0004	0.0004
Compacidad		Media	Media

### PARAMETROS

DESCRIPCION	UNIDAD	C-01, E-01 Fundación Zapata Cuadrada	C-01, E-01 Fundación Cimentación corrida
Terrreno de fundación Estructura			
Profundidad de desplante (Df)	cm	120	60
Ancho de cimentación (B)	cm	100	60
Densidad Natural Global "in situ" (Dn)	gr/cm3	1.681	1.681
Coefficiente de carga (Nq)		18.82	18.82
Coefficiente de carga (N $\gamma$ )		23.08	23.08
Coefficiente de carga (Nc)		30.63	30.63
Factor de seguridad		3.00	3.00
Capacidad de carga admisible (qa)	(Kg/cm2)	1.79	1.02

$$\text{Capacidad de carga última, } q_u = cN_c S_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B \gamma N_\gamma$$

#### Dónde:

c = cohesión  
 $\gamma$  = peso específico del suelo  
 B = ancho de cimentación  
 Df = profundidad del desplante  
**Factor de carga**  
 $N_q = \text{Tang}^2(45^\circ + \phi/2) e^{\pi \text{ tang} \phi}$   
 $N_\gamma = (N_q + 1)^2 \text{ tang} \phi$   
 $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$

#### Factores de forma o de Geometría

$S_c$  1.30  
 $S_\gamma$  0.80

## 9. Conclusiones y Recomendaciones.

1. El proyecto, se ubica geológicamente en la carta 35-u Moquegua,; del sistema cuaternarios, Serie Reciente, perteneciente a la formación Aluvio Coluviales (Q-al).
2. De acuerdo a la Norma Técnica E - 030 de Diseño Sismo Resistente, el terreno y considerando las condiciones del sitio observadas, al proyecto le corresponden los siguientes parámetros:

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ PAJERO  
 CIP. 94333

Vivienda de cuatro Niveles		
Zona	4	Mapa de zonificación sísmica
Factor de zona (Z)	0.45	Tabla 1
Perfil tipo de suelo	S2	Suelos Intermedios, según clasificación de suelos.
Factor de Amplificación del Suelo	1.20	Tabla 3
Parámetro del suelo	$T_p = 0,6$ $T_L = 2,0$	Tabla 4

3. Las capacidades de carga admisibles del terreno de fundación donde se proyecta la edificación, son los siguientes:

Capacidad de carga admisible para zapata cuadrada:

Calicata	Pe(kg/m <sup>3</sup> )	ϕ	C	qa(kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	1.681	30.18	0.0004	1.78

Capacidad de carga admisible para cimiento corrido:

Calicata	Pe(kg/m <sup>3</sup> )	ϕ	C	qa(kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	1.681	30.18	0.0004	1.02

4. De acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación; califica como de regular a buena calidad como terreno de fundación. El terreno de fundación presenta baja compresibilidad y el asentamiento rápido a producirse es menor que el máximo permisible.
5. Para rellenos estructurales y generales, se recomienda el uso de material propio (Clasificación SUCS: GP-GM), eliminando el material mayor a 3" de diámetro. Para el cálculo del empuje deberá utilizarse el peso específico del material propio en su densidad máxima y humedad óptima, que en el presente caso es: 2240 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo al ensayo proctor Modificado realizado, con material propio. Se recomienda colocar una base de al menos 0.20 metros de espesor, utilizando material de préstamo granular.
6. Para la producción del concreto se recomienda, el uso de agregados de buena calidad, debiendo dosificarse de acuerdo al diseño de mezclas elaborado por el laboratorio de mecánica de suelos y concretos.
7. De acuerdo al contenido de sulfatos, el grado de alteración que puede ocasionar al concreto es Severo, recomendándose la utilización de cemento tipo V.
8. El abastecimiento del agua para la producción del concreto, se recomienda el uso de agua libre de impurezas perjudiciales.
9. Durante el proceso constructivo, deberá contarse con los servicios de un técnico laboratorista en control y aseguramiento de calidad.

## 10. Referencias

1. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-30 Diseño Sismo Resistente
2. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-50 Suelos y Cimentaciones.
3. Manual de Ensayo de Materiales MTC, edición 2016.
4. Joseph E Bowles, "Foundation Analysis And Design" Ed. McGraw Hill. 4ta Edición.
4. Braja M. Das, "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" Thomson Editores. 7ma Edición.
5. Braja M. Das, "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" Thomson Editores. 5ta Edición
6. M. Neville. "Tecnología Del Concreto" Editorial Limusa S.A.
7. Astier J.L. Geofísica Aplicada A La Hidrología. Edit. Paraninfo. Madrid 1975.

  
Ing. Civil SIMÓN ORDOÑO FARIAS  
CIP. 84003

**Anexo 7: Estudio de mecánica de suelos ubicación del estudio**



  
Ing. Civil SIMON ORDOÑO FAJRO

**UBICACION DEL ESTUDIO DE SUELOS**  
SOLICITANTE: ELVIS JOEL LOPEZ GOMEZ

## Anexo 8: Estudio de mecánica de suelos Calculo de la capacidad de carga



### ARYU E.I.R.L.

SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD  
APV CESAR VIZCARRA VARGAS A-15, C.P. CHEN CHEN

**PROYECTO** : Influencia de la Tabiquería no portante sobre el comportamiento sísmico y el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de cuatro Niveles - Mariscal Nieto - Moquegua

**UBICACIÓN** : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

**SOLICITANTE** : Elvis Joel Lopez Gomez

**FECHA** : Moquegua, Abril del 2021

### CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA RECTANGULAR

DESCRIPCION	UNIDAD	C-1 E-1	C-1 E-1
Terreno de Ubicación		Fundación Zapata Cuadrada	Fundación Cimentación corrida
Angulo de fricción interna, $\phi$	$\phi^\circ$	30.2	30.2
Cohesión, c	kg/cm <sup>2</sup>	0.0004	0.0004
Compacidad		Media	Media

### PARAMETROS

DESCRIPCION	UNIDAD	C-01, E-01	C-01, E-01
Terreno de fundación Estructura		Fundación Zapata Cuadrada	Fundación Cimentación corrida
Profundidad de desplante (Df)	cm	120	60
Ancho de cimentación (B)	cm	100	60
Densidad Natural Global "in situ" (Dn)	gr/cm <sup>3</sup>	1.681	1.681
Coefficiente de carga (Nq)		18.82	18.82
Coefficiente de carga (N $\gamma$ )		23.08	23.08
Coefficiente de carga (Nc)		30.63	30.63
Factor de seguridad		3.00	3.00
Capacidad de carga admisible (qa)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	1.79	1.02

Capacidad de carga última,  $q_u = cNcSc + \gamma DfNq + 0.5 B\gamma SN\gamma$

Donde:

c = cohesión  
 $\gamma$  = peso específico del suelo  
 B = ancho de cimentación  
 Df = profundidad del desplante

Factor de carga

$Nq = \text{Tang}^2(45^\circ + \phi/2)e^{pi \text{ tang}\phi}$   
 $N\gamma = (Nq + 1)2 \text{ tang}\phi$   
 $Nc = (Nq - 1)\text{cotg}\phi$

Factores de forma y geometría

Sc = 1.30  
 S $\gamma$  = 0.80

Ing. Civil SIMON ORDOÑO FARIAS  
 CIP. 84333

## Anexo 9: Estudio de mecánica de suelos corte directo



**ARVUE.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
**ASOCIACIÓN DE VIVIENDA C. VIZCARRA V. A-15 CHEN CHEN**  
 Celular N° 953965527

**PROYECTO** : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

**UBICACIÓN** : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

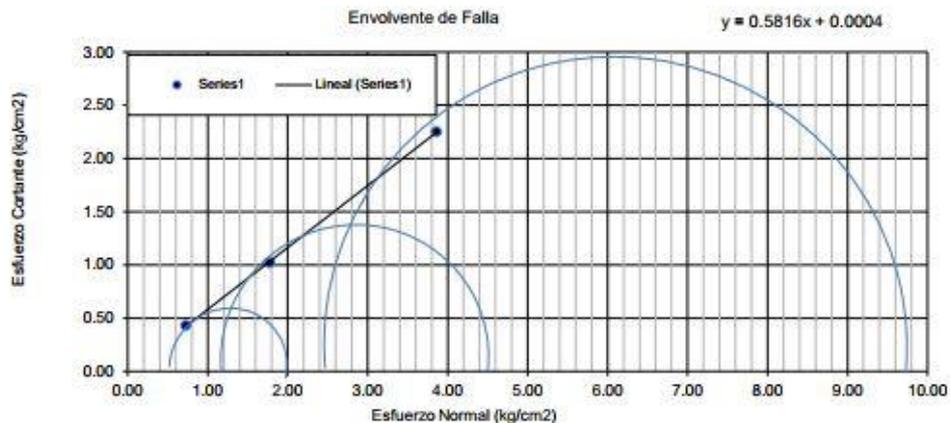
**SOLICITANTE** : Elvis Joel Lopez Gomez

**FECHA** : Moquegua, Abril del 2021

### CORTE DIRECTO (CD)

(ASTM D-3080)

Contenido de Humedad		Muestra N°	Calicata C-01	
		Ubicación	Terreno de fundación	
<b>Ensayo N°</b>	1	2	3	4
Contenido de Humedad Inicial	4.04	4.04	4.04	
Contenido de Humedad Final	17.98	19.57	17.82	
<b>Características de la muestra</b>	Diámetro	5.00	Area	19.635
	Altura	2.30	Volumen	45.16
<b>APLICACIONES DE CARGA</b>				
Velocidad de Carga (mm/min)	0.350	0.350	0.350	
Peso de la semi caja superior (kg)	0.033	0.033	0.033	
Peso del Pistón de Carga (kg)	0.036	0.036	0.036	
Carga Normal	14.283	34.803	75.843	
Esfuerzo Normal	0.727	1.773	3.863	
Esfuerzo Tangencial	0.431	1.020	2.251	



Cohesión (kg/cm<sup>2</sup>) =

$\sigma$  Residual =  °

Observaciones: muestra remoldeada

Ing. Civil SIMÓN OROZCO PAUCÓ  
 CIP. 84333

## Anexo 10: Estudio de mecánica de suelos contenido de humedad



**ARVUE I.R.L.**  
SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA C. VIZCARRA V. A-15 CHEN CHEN  
Celular N° 953965527

**PROYECTO** : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

**UBICACIÓN** : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

**SOLICITANTE** : Elvis Joel Lopez Gomez

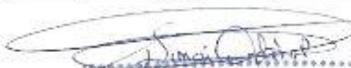
**FECHA** : Moquegua, Abril del 2021

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO			
EQUIPO/TIPO	: Equipo de Corte Directo/Digital	UBICACIÓN DEL EQUIPO	: Laboratorio ARYU
FABRICANTE	: PINZUAR LTDA.	FECHA DE CALIBRACIÓN	: 25 enero del 2021
MODELO	: PS-107-C	CERTIFICA CALIBRACIÓN	: Punto de Precisión SAC
SERIE	: 138	CERTIFICADO CALIBRACIÓN N°	: LFP-031-2021
CARGA MÁXIMA	: 2 498 N	RELACION DE PIÑONES	: 66/20

PROPIEDADES ESTÁNDAR DE LA MUESTRA			
Descripción del suelo:	Grava Limosa Pobremente graduada con Limos Calicata C-01	SUCS	GP-GM
		AASHTO	A-1-a
		Volumen muestra	45.16
		Densidad natural	1.681
		Peso muestra	75.93

CONTENIDO DE HUMEDAD				
<b>Contenido de Humedad Inicial</b>				
Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	A-1	A-2	A-3	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	500.0	500.0	500.0	
Peso Recipiente + Suelo seco	480.6	480.6	480.6	
Contenido de agua	19.40	19.40	19.40	
Peso Recipiente	0	0	0	
Peso muestra seca	480.6	480.6	480.6	
Humedad	4.04	4.04	4.04	
<b>Contenido de Humedad Final</b>				
Ensayo N°	1	2	3	4
N° Recipiente	Tara	Tara	Tara	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	75.93	75.93	75.93	
Peso Recipiente + Suelo drenado	86.11	87.27	85.99	
Contenido de agua añadida	10.18	11.34	10.06	
Peso Recipiente	0	0	0	
Peso muestra seca	72.98	72.98	72.98	
Contenido de humedad añadida	13.95	15.54	13.78	
Contenido de humedad al final del ensayo	17.99	19.58	17.82	
Dimensiones de la muestra	Diámetro	5.00	Area	19.63
	Altura	2.30	Volumen	45.16

CARGA NORMAL				
Velocidad de Carga (mm/min)	1	1	1	
Peso de filtro metálico superior (kg)	0.033	0.033	0.033	
Peso de la piedra porosa (kg)	0.036	0.036	0.036	
Peso del Pistón de soporte (kg)	0.233	0.233	0.233	
Peso placa base de pesas (kg)	3.721	3.721	3.721	
Valor de la pesa (kg)	1	3	7	
Coefficiente de amplificación	10.26	10.26	10.26	
Carga Normal (kg)	14.283	34.803	75.843	

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PAURO  
 CIP 51113

## Anexo 11: Estudio de mecánica de suelos corte directo C-01



**ARVUE.I.R.L.**  
SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA C. VIZCARRA V. A-15 CHEN CHEN  
CELULAR N° 953965527

PROYECTO : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

UBICACIÓN : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

SOLICITANTE : Elvis Joel Lopez Gomez

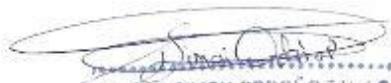
FECHA : Moquegua, Abril del 2021

### CORTE DIRECTO (CD)

Calicata: C-01

Prueba N° : 01

				Kg		Kg		mm	mm	
Tiempo	Diámetro	Altura	Area	F Normal	F Corte	Esf. Norm.	Esf. Cort.	F Corte	DH	DV
0.00	5.00	2.30	19.63	14.3	0.00	0.727	0.000	0.00	0.000	0.000
60.00	5.00	2.30	19.63	14.3	3.10	0.727	0.158	3.10	0.250	0.013
120.00	5.00	2.30	19.63	14.3	5.19	0.727	0.264	5.19	0.500	0.025
180.00	5.00	2.30	19.63	14.3	6.41	0.727	0.326	6.41	0.750	0.032
240.00	5.00	2.30	19.63	14.3	7.25	0.727	0.369	7.25	1.000	0.030
300.00	5.00	2.30	19.63	14.3	7.90	0.727	0.402	7.90	1.250	0.033
360.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.41	0.727	0.428	8.41	1.500	0.034
420.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.55	0.727	0.435	8.55	1.750	0.031
480.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.77	0.727	0.447	8.77	2.000	0.032
540.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.00	0.727	0.458	9.00	2.250	0.030
600.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.08	0.727	0.462	9.08	2.500	0.029
660.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.15	0.727	0.466	9.15	2.750	0.032
720.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.22	0.727	0.470	9.22	3.000	0.028
780.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.34	0.727	0.476	9.34	3.250	0.030
840.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.46	0.727	0.482	9.46	3.500	0.031
900.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.50	0.727	0.484	9.50	3.750	0.033
960.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.53	0.727	0.485	9.53	4.000	0.040
1020.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.56	0.727	0.487	9.56	4.250	0.040
1080.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.61	0.727	0.489	9.61	4.500	0.042
1140.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.64	0.727	0.491	9.64	4.750	0.043
1200.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.60	0.727	0.489	9.60	5.000	0.040
1260.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.55	0.727	0.486	9.55	5.250	0.039
1320.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.48	0.727	0.483	9.48	5.500	0.038
1380.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.42	0.727	0.480	9.42	5.750	0.039
1440.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.38	0.727	0.478	9.38	6.000	0.039
1500.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.22	0.727	0.470	9.22	6.250	0.040
1560.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.08	0.727	0.462	9.08	6.500	0.038
1620.00	5.00	2.30	19.63	14.3	9.05	0.727	0.461	9.05	6.750	0.041
1680.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.89	0.727	0.453	8.89	7.000	0.038
1740.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.77	0.727	0.447	8.77	7.250	0.037
1800.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.70	0.727	0.443	8.70	7.500	0.034
1860.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.59	0.727	0.437	8.59	7.750	0.035
1920.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.52	0.727	0.434	8.52	8.000	0.035
1980.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.50	0.727	0.433	8.50	8.250	0.036
2040.00	5.00	2.30	19.63	14.3	8.46	0.727	0.431	8.46	8.500	0.035

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ FAJARDO  
 CIP. 54334



**ARV E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
**ASOCIACIÓN DE VIVIENDA C. VIZCARRA V. A-15 CHEN CHEN**  
**CELULAR N° 953965527**

PROYECTO : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

UBICACIÓN : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

SOLICITANTE : Elvis Joel Lopez Gomez

FECHA : Moquegua, Abril del 2021

**CORTE DIRECTO (CD)**

Calicata: C-01

Prueba N° : 02

	Kg	Kg	mm	mm						
Tiempo	Diámetro	Altura	Area	F Normal	F Corte	Est. Norm.	Est. Cort.	F Corte	DH	DV
0.00	5.00	2.30	19.63	34.8	0.00	1.773	0.000	0.00	0.000	0.000
60.00	5.00	2.30	19.63	34.8	6.70	1.773	0.341	6.70	0.250	0.019
120.00	5.00	2.30	19.63	34.8	10.77	1.773	0.549	10.77	0.500	0.055
180.00	5.00	2.30	19.63	34.8	13.55	1.773	0.690	13.55	0.750	0.072
240.00	5.00	2.30	19.63	34.8	15.69	1.773	0.799	15.69	1.000	0.090
300.00	5.00	2.30	19.63	34.8	16.95	1.773	0.863	16.95	1.250	0.106
360.00	5.00	2.30	19.63	34.8	17.90	1.773	0.912	17.90	1.500	0.113
420.00	5.00	2.30	19.63	34.8	18.69	1.773	0.952	18.69	1.750	0.122
480.00	5.00	2.30	19.63	34.8	19.65	1.773	1.001	19.65	2.000	0.129
540.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.25	1.773	1.031	20.25	2.250	0.135
600.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.50	1.773	1.044	20.50	2.500	0.140
660.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.65	1.773	1.052	20.65	2.750	0.142
720.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.91	1.773	1.065	20.91	3.000	0.144
780.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.88	1.773	1.063	20.88	3.250	0.145
840.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.00	1.773	1.070	21.00	3.500	0.147
900.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.05	1.773	1.072	21.05	3.750	0.150
960.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.19	1.773	1.079	21.19	4.000	0.151
1020.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.28	1.773	1.084	21.28	4.250	0.152
1080.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.30	1.773	1.085	21.30	4.500	0.151
1140.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.30	1.773	1.085	21.30	4.750	0.151
1200.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.25	1.773	1.082	21.25	5.000	0.156
1260.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.22	1.773	1.081	21.22	5.250	0.162
1320.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.13	1.773	1.076	21.13	5.500	0.162
1380.00	5.00	2.30	19.63	34.8	21.00	1.773	1.070	21.00	5.750	0.164
1440.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.91	1.773	1.065	20.91	6.000	0.168
1500.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.78	1.773	1.058	20.78	6.250	0.172
1560.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.61	1.773	1.050	20.61	6.500	0.179
1620.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.53	1.773	1.046	20.53	6.750	0.182
1680.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.49	1.773	1.044	20.49	7.000	0.188
1740.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.34	1.773	1.036	20.34	7.250	0.190
1800.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.42	1.773	1.040	20.42	7.500	0.194
1860.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.31	1.773	1.034	20.31	7.750	0.197
1920.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.22	1.773	1.030	20.22	8.000	0.196
1980.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.15	1.773	1.026	20.15	8.250	0.195
2040.00	5.00	2.30	19.63	34.8	20.03	1.773	1.020	20.03	8.500	0.196

Ing. Civil SIMON ORDOÑO FARIAS  
CIP. 94333



**ARVU E.I.R.L.**  
**SERVICIOS Y BIENES DE CALIDAD**  
**ASOCIACIÓN DE VIVIENDA C. VIZCARRA V. A-15 CHEN CHEN**  
**CELULAR N° 953965527**

PROYECTO : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

UBICACIÓN : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

SOLICITANTE : Elvis Joel Lopez Gomez

FECHA : Moquegua, Abril del 2021

**CORTE DIRECTO (CD)**

Calicata: C-01

Prueba N° : 03

					Kg			Kg	mm	mm
Tiempo	Diámetro	Altura	Area	F Normal	F Corte	Esf. Norm.	Esf. Cort.	F Corte	DH	DV
0.00	5.00	2.30	19.63	75.8	0.00	3.863	0.000	0.00	0.000	0.000
60.00	5.00	2.30	19.63	75.8	9.78	3.863	0.498	9.78	0.250	0.055
120.00	5.00	2.30	19.63	75.8	15.55	3.863	0.792	15.55	0.500	0.088
180.00	5.00	2.30	19.63	75.8	20.72	3.863	1.055	20.72	0.750	0.110
240.00	5.00	2.30	19.63	75.8	24.69	3.863	1.257	24.69	1.000	0.135
300.00	5.00	2.30	19.63	75.8	28.00	3.863	1.426	28.00	1.250	0.167
360.00	5.00	2.30	19.63	75.8	30.67	3.863	1.562	30.67	1.500	0.179
420.00	5.00	2.30	19.63	75.8	33.01	3.863	1.681	33.01	1.750	0.197
480.00	5.00	2.30	19.63	75.8	34.38	3.863	1.751	34.38	2.000	0.217
540.00	5.00	2.30	19.63	75.8	35.71	3.863	1.819	35.71	2.250	0.229
600.00	5.00	2.30	19.63	75.8	36.59	3.863	1.864	36.59	2.500	0.234
660.00	5.00	2.30	19.63	75.8	37.46	3.863	1.908	37.46	2.750	0.253
720.00	5.00	2.30	19.63	75.8	38.59	3.863	1.965	38.59	3.000	0.267
780.00	5.00	2.30	19.63	75.8	39.15	3.863	1.994	39.15	3.250	0.270
840.00	5.00	2.30	19.63	75.8	39.61	3.863	2.017	39.61	3.500	0.280
900.00	5.00	2.30	19.63	75.8	40.26	3.863	2.050	40.26	3.750	0.284
960.00	5.00	2.30	19.63	75.8	40.80	3.863	2.078	40.80	4.000	0.294
1020.00	5.00	2.30	19.63	75.8	41.46	3.863	2.112	41.46	4.250	0.302
1080.00	5.00	2.30	19.63	75.8	42.00	3.863	2.139	42.00	4.500	0.305
1140.00	5.00	2.30	19.63	75.8	42.46	3.863	2.162	42.46	4.750	0.307
1200.00	5.00	2.30	19.63	75.8	42.70	3.863	2.175	42.70	5.000	0.311
1260.00	5.00	2.30	19.63	75.8	42.99	3.863	2.189	42.99	5.250	0.317
1320.00	5.00	2.30	19.63	75.8	43.11	3.863	2.196	43.11	5.500	0.322
1380.00	5.00	2.30	19.63	75.8	43.22	3.863	2.201	43.22	5.750	0.326
1440.00	5.00	2.30	19.63	75.8	43.46	3.863	2.213	43.46	6.000	0.324
1500.00	5.00	2.30	19.63	75.8	43.79	3.863	2.230	43.79	6.250	0.325
1560.00	5.00	2.30	19.63	75.8	43.88	3.863	2.235	43.88	6.500	0.325
1620.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.03	3.863	2.242	44.03	6.750	0.327
1680.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.11	3.863	2.247	44.11	7.000	0.324
1740.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.13	3.863	2.248	44.13	7.250	0.322
1800.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.28	3.863	2.255	44.28	7.500	0.324
1860.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.26	3.863	2.254	44.26	7.750	0.323
1920.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.21	3.863	2.252	44.21	8.000	0.326
1980.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.23	3.863	2.253	44.23	8.250	0.323
2040.00	5.00	2.30	19.63	75.8	44.20	3.863	2.251	44.20	8.500	0.322

Ing. Civil SIMON ORDOÑO PABLO  
 CIP. 84303



**ROEL CYMA EIRL**  
SERVICIOS DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL**

**INFORME DE ENSAYO N°S-032/2021**

Página 1 de 6

**Ensayo: NTP 339.127:1998 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo**

Proyecto	:	Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021			
Ubicación	:	E:296021, N:8097745	Color	:	Marron Oliva Oscuro
Solicitante	:	Elvis Joel Lopez Gomez	Fecha	:	Abril 2021
Dirección	:	Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen	Ensayado en	:	Lab. ROEL CYMA E.I.R.L.
Cantera	:	Material Propio	Código Muestra	:	C-01, E-01
Sondeo	:	Calicata	Tipo de Muestra	:	Suelo
Profundidad	:	1.70 m	Condición	:	Muestra Alterada

Peso del Suelo Humedo + Capsula	512.00	gr
Peso del Suelo Seco + Capsula	492.10	gr
Peso de la Capsula	0.00	gr
Peso del Suelo seco	492.10	gr
Peso del Agua	19.90	gr
Contenido de Humedad	4.04	%

  
Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ TALERÓ  
CIP. 54333



**ROEL CYMA EIRL**  
SERVICIOS DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL**  
**INFORME DE ENSAYO N°S-032/2021**

Página 2 de 6

Ensayo: NTP 339.131:1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. 1ª Edición

Proyecto	:	Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021		
Ubicación	:	E:296021, N:8097745		
Solicitante	:	Elvis Joel Lopez Gomez	Fecha	: Abril 2021
Dirección	:	Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen	Ensayado en	: Lab. ROEL CYMA E.I.R.L.
Cantera	:	Material Propio	Código Muestra	: C-01, E-01
Sondeo	:	Calicata	Condición	: Muestra Alterada
Profundidad	:	1.70 m	Pasante malla # 4 (%)	: 36.1

Masa del Picnometro	g	170.68	170.68
Mf Ma masa del picnometro + agua a Ti	g	668.59	668.59
Ti observada	°C	26.5	26.5
Densidad del agua a Ti	g/cm3	0.9968156	0.9968156
Densidad del agua a Tx	g/cm3	0.9986244	0.9986244
Densidad del agua a T=20°C	g/cm3	0.9982343	0.9982343
Ma Masa del picnometro + agua a Tx	g	669.49	669.49
Mo Masa de la muestra de suelo seco al horno	g	50	50
Mb Masa del picnometro lleno con agua y suelo a la Tx, en gramos	g	699.79	699.79
Tx Temperatura del agua en Mb	°C	19.0	20.0
Peso Especifico a Tx	g/cm3	2.54	2.54
Peso Especifico (Tx/20°C)	g/cm3	2.538	2.538

<b>Gravedad especifica Tx/20°C (g/cm3)</b>	±	0.03	<b>2.538</b>
--	---	------	--------------

**Ensayo: Peso Especifico (ASTM D-854)**

**Características**

Peso muestra sumergida	156.00	gr.
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	262.00	gr.
Peso muestra seca	256.00	gr.

Peso específico aparente	2.560	gr. / cm3
Peso específico masivo (BULK)	2.415	gr. / cm3
Peso específico sat. (Sup. Seca)	2.472	gr. / cm3

  
Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ PAREDO  
CIP. 84303



**ROEL CYMA EIRL**  
SERVICIOS DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL**

**INFORME DE ENSAYO N°S-032/2021**

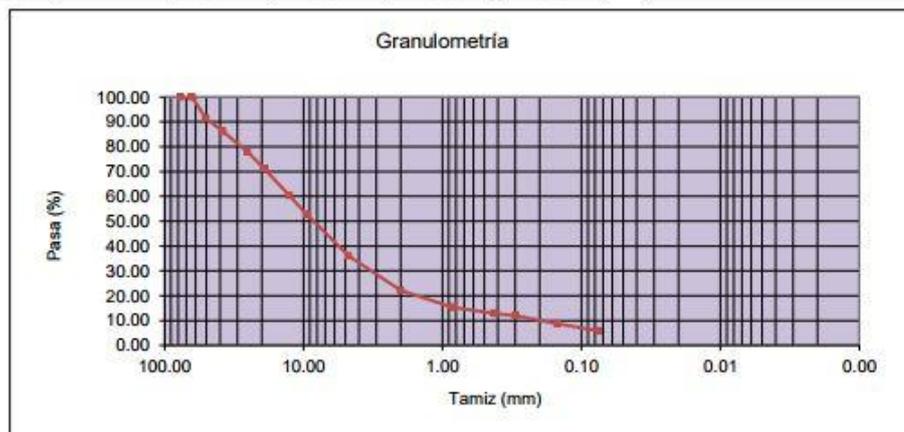
Página 3 de 6

Ensayo: NTP 339.128:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

Proyecto	:	Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021		
Ubicación	:	E:296021, N:8097745		
Solicitante	:	Elvis Joel Lopez Gomez	Fecha	: Abril 2021
Dirección	:	Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen	Ensayado en	: Lab. ROEL CYMA E.I.R.L.
Cantera	:	Material Propio	Código Muestra	: C-01, E-01
Sondeo	:	Calicata	Tipo de Muestra	: Suelo
Profundidad	:	1.70 m	Condición	: Muestra Alterada

TAMIZ	Diametro	Peso	% Peso	% Acumulado	% Acumulado
Nombre	mm	Retenido (g)	Retenido	Retenido	Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	943.54	8.48	8.48	91.52
1 1/2"	38.10	582.92	5.24	13.72	86.28
1"	25.40	917.61	8.25	21.97	78.03
3/4"	19.05	784.08	7.05	29.02	70.98
1/2"	12.70	1180.18	10.61	39.62	60.38
3/8"	9.53	849.75	7.64	47.26	52.74
N° 4	4.76	1854.00	16.66	63.93	36.07
N° 10	2.00	1548.31	13.92	77.84	22.16
N° 20	0.850	763.94	6.87	84.71	15.29
N° 40	0.426	264.53	2.38	87.09	12.91
N° 50	0.297	112.15	1.01	88.10	11.90
N° 100	0.149	355.21	3.19	91.29	8.71
N° 200	0.075	320.44	2.88	94.17	5.83
< N° 200		648.72	5.83	100.00	0.00

Fracciones		
Grava	: 63.93	%
Arena	: 30.24	%
Finos	: 5.83	%
D60	: 12.54	mm
D30	: 3.56	mm
D10	: 0.21	mm
Cu	: 60.09	
Cc	: 4.83	
Limite Liquido	: 24.60	%
Limite Plastico	: 21.46	%
I. de Plasticidad	: 3.14	
Clasificación		
AASHTO:	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	
SUCS:	Grava mal graduada con limo con arena GP-GM	



*[Handwritten Signature]*  
Ing. Civil SIMON ORDOÑO FAJARO  
CIP. 84333

Ensayo: NTP 339.129:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

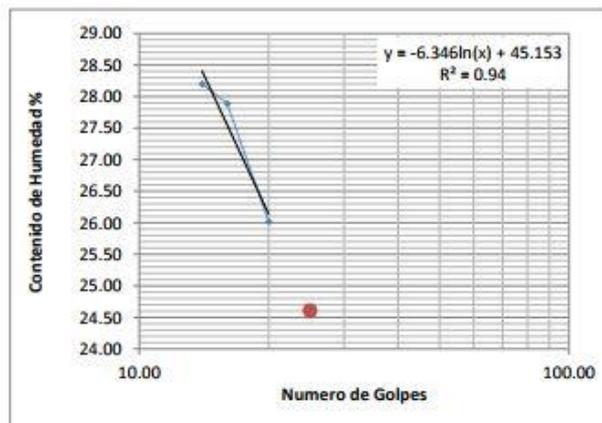
Proyecto	:	Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021	Fecha	:	Abril 2021
Ubicación	:	E:296021, N:8097745	Ensayado en	:	Lab. ROEL CYMA E.I.R.L.
Solicitante	:	Elvis Joel Lopez Gomez	Código Muestra	:	C-01, E-01
Dirección	:	Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen	Tipo de Muestra	:	Suelo
Cantera	:	Material Propio	Condición	:	Muestra Alterada
Sondeo	:	Calicata			
Profundidad	:	1.70 m			

**Determinación del Límite Líquido**

Descripción	B-1	B-2	B-3
Peso del Suelo Humedo + Capsula	36.99	37.05	35.69
Peso del Suelo Seco + Capsula	32.89	33.09	32.11
Peso de la Capsula	18.35	18.89	18.35
Peso del Suelo seco	14.54	14.20	13.76
Peso del Agua	4.10	3.96	3.58
Contenido de Humedad	28.20	27.89	26.02
Numero de Golpes	14	16	20

**Límite Plástico**

B-4	B-5	B-6
25.19	26.08	
23.81	24.58	
17.42	17.54	
6.39	7.04	
1.38	1.5	
21.60	21.31	



Ranurador Utilizado	Metalico
Equipo de Rolado en LP	Manual
Retenido Aprox N° 40 (%)	87.09

**Cuadro de Resultados**

Límite Líquido (LL) (%)	24.60
Límite Plástico (LP) (%)	21.46
Índice de Plasticidad (IP) (%)	3.14



Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO  
CIP. 84333

Ensayo: NTP 339.135 Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (Clasificación AASHTO), NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

**Proyecto:** Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

**Ubicación:** E:296021, N:8097745

**Cantera:** Material Propio

**Solicita:** Elvis Joel Lopez Gomez

**Dirección:**

**Condición Inicial:**

**Tipo de material:**

Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

Muestra Alterada

Suelo

**Código muestra:**

**Ensayado en:**

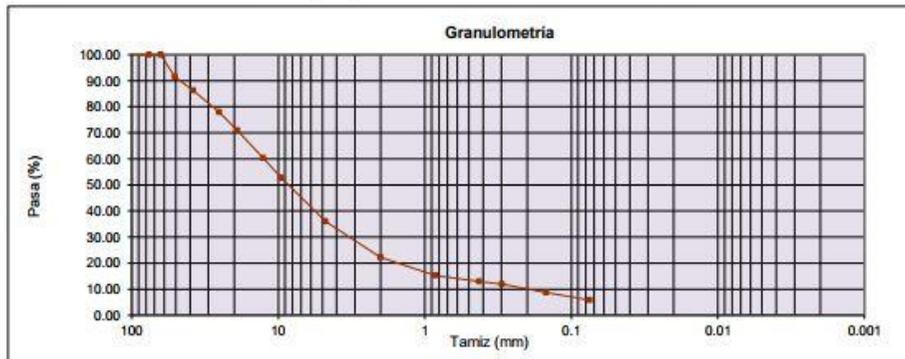
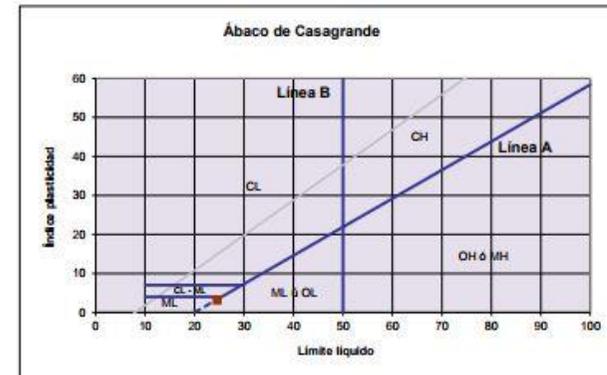
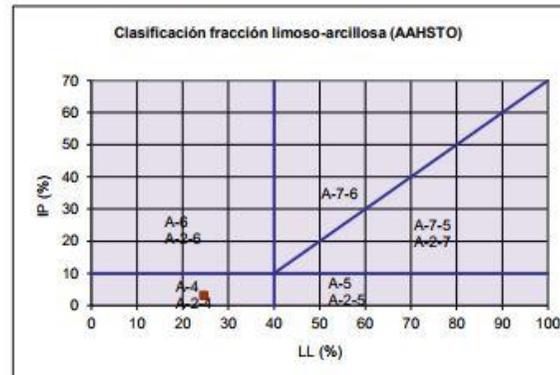
**Fecha de Ensayo:**

C-01, E-01

Lab. ROEL CYMA E.I.R.L.

Abril 2021

Tamiz	Pasa
Nombre	(mm) (%)
4"	125 100.00
3"	76.20 100.00
2 1/2"	63.50 100.00
2"	50.80 91.52
1 1/2"	38.10 86.28
1"	25.40 78.03
3/4"	19.05 70.98
1/2"	12.70 60.38
3/8"	9.53 52.74
N° 4	4.76 36.07
N° 10	2.00 22.16
N° 20	0.85 15.29
N° 40	0.43 12.91
N° 50	0.30 11.90
N° 100	0.15 8.71
N° 200	0.08 5.83
< N° 200	0.00



Pass # 4:	36.07	%	LL:	24.60	%
Pass # 200:	5.83	%	LP:	21.46	%
D60:	12.54	mm	IP:	3.14	
D30:	3.56	mm	Cu:	60.1	
D10:	0.21	mm	Cc:	4.8	

**Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)**  
 Suelo de partículas gruesas. ( Nomenclatura con símbolo doble).  
**Grava mal graduada con limo con arena GP-GM**

**Clasificación AASHTO**  
**Material granular**  
 Excelente a bueno como subgrado  
**A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena**

  
 Tng. Civil SIMON ORDONO PAUCO  
 CIP. 94333

Condiciones de uso del informe de ensayos:

El presente informe es válido solo a las muestras analizadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto como certificado del sistema de calidad. Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial o total del presente Informe de Ensayos sin conocimiento y la autorización de ROEL CYMA E.I.R.L. Cualquier enmienda en el documento lo invalida.


**ROEL DYMA EIRL**  
**SERVICIOS DE CALIDAD**  
**LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL**  
**INFORME DE ENSAYO N°S-032/2021**  
**Página 6 de 6**

Ensayo: NTP 339.143:1999 (revisada el 2014) SUELOS. Método de ensayo Estandar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el metodo del cono de arena

Proyecto : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021  
 Ubicación : E:296021, N:8097745      Ensayado en : Campo  
 Solicitante : Elvis Joel Lopez Gomez      Fecha de Ensayo : Abril 2021  
 Dirección : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen      Código Muestra : C-01, E-01  
 Cantera : Material Propio      Profundidad : 1.70 m  
 Sondeo : Calicata

Item	Descripción	Unidades	1	2
1	Peso Suelo + Tara	g	1884	
2	Tara	g	0	
3	Peso de Arena + Frasco + Cono	g	6258	
4	Peso de Arena Remanente + Frasco + Cono	g	2930	
5	Peso Neto Suelo	g	1884	
6	Peso Neto de Arena Empleada	g	3328	
7	Volumen del Hoyo	cm <sup>3</sup>	1095.5	
8	Densidad Humeda del Suelo en campo	g/cm <sup>3</sup>	1.720	
9	Contenido de Humedad	%	2.28	
9	Densidad seca del suelo en campo	g/cm <sup>3</sup>	1.681	
10	Peso Unitario seco en campo	kN/m <sup>3</sup>	16.489	

Arena Calibrada	
Codigo de Equipo:	
Peso Arena cono:	1704.4 g
Vol Cono:	1149.8 cm <sup>3</sup>
Densidad Arena:	1.482 g/cm <sup>3</sup>

Porcentaje de Humedad: NTP 339.127:1998 (revisada el 2014)

11	Peso de Muestra Humeda + capsula	g	1884	
12	Peso de Muestra seca + capsula	g	1842	
13	Peso de Capsula	g	0	
14	Contenido de Humedad	%	2.28	

  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALAO  
 CIP. 84333



**ROEL CYMA EIRL**  
SERVICIOS DE CALIDAD

**LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL**

**INFORME DE ENSAYO N°S-033/2021**

**Página 1 de 3**

NTP 339.178 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.

Proyecto : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

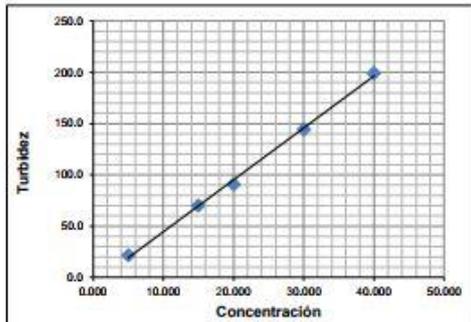
Solicitante : Elvis Joel Lopez Gomez

Fecha de Ensayo: 22/04/2021

Dirección : Asoc. de Vivienda Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen

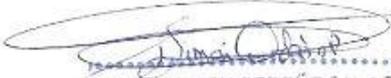
Ensayado en: ROEL CyMA EIRL.

DESCRIPCION	UNIDAD	C-01, E-1
Coordenadas de Ubicacion	UTM	E:296021, N:8097745
Fecha de Muestreo	dd/mm/aa	20/04/2021
Peso de la muestra seca	g	50.00
volumen de extractante (agua)	ml	150.00
Alícuota	ml	1.00
Volumen final	ml	100.00
Lectura blanco Turbidímetro	NTU	0.80
Lectura Muestra Turbidímetro	NTU	223.00
Contenido de Sulfatos (SO4)	mg/Kg	13532



Nombre / Código	Concentración ( mg/L )	Turbidez (NTU)	Turbidez (corregida)
Bk-Cal	0.0	0.930	0.000
Std-Cal N° 1	5.0	22.30	21.37
Std-Cal N° 2	15.0	71.00	70.07
Std-Cal N° 3	20.0	91.70	90.77
Std-Cal N° 4	30.0	145.00	144.07
Std-Cal N° 5	40.0	200.00	199.07

K	=	-6.4519	Verificar si:
m	=	5.0692	R <sup>2</sup> ≥ 0.995
R <sup>2</sup>	=	0.9982	Cumple

  
Ing. Civil SIMON ORDOÑO MUÑOZ  
CIP: 24303



LABORATORIO DE ENSAYO ROEL CyMA EIRL  
INFORME DE ENSAYO N°S-033/2021

Página 2 de 3

NTP 339.177 2002 (revisada el 2015) SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea

Proyecto : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021

Solicitante : Elvis Joel Lopez Gomez Fecha de Ensayo: 22/04/2021

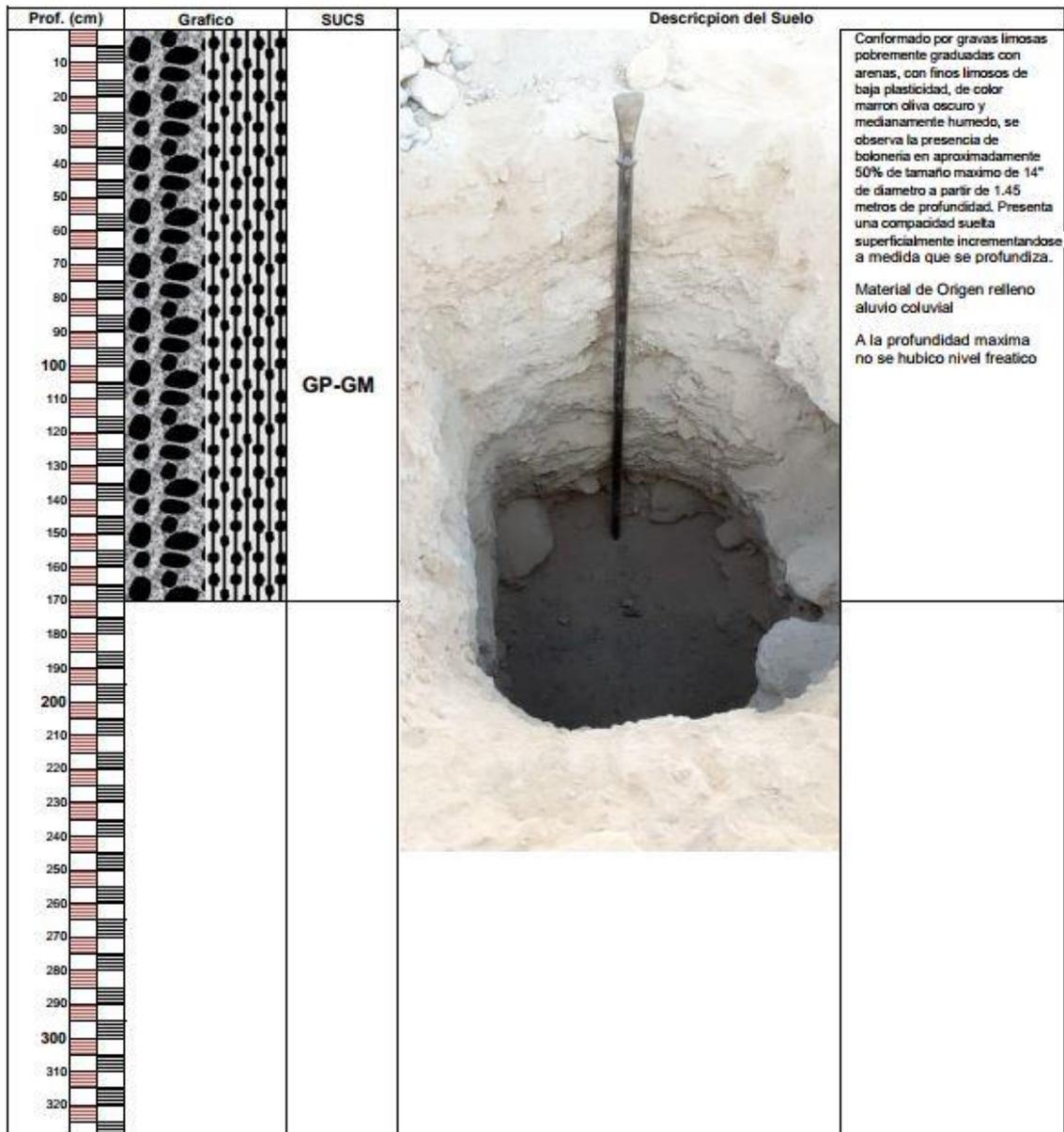
Dirección : Asoc. de Vivienda Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen Ensayado en: ROEL CyMA EIRL

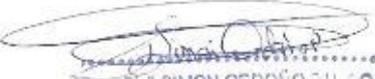
DESCRIPCION	UNIDAD	C-01, E-1
Coordenadas de Ubicacion	UTM	E:296021, N:8097745
Fecha de Muestreo	dd/mm/aa	20/04/2021
Peso de la muestra seca	g	50.00
Volumen de extractante (agua)	ml	150.00
Alicuota dilución	ml	1.00
Volumen final dilución	ml	1.00
Volumen de muestra a titular	ml	10.00
Volumen gasto titulación muestra	ml	10.20
Volumen gasto titulación blanco	ml	0.30
Solucion estandar de Cl <sup>-</sup> (1 mg/ml)	ml	10.00
Solucion de AgNO <sub>3</sub> eq. (1 ml /1 mg Cl <sup>-</sup> )	ml	10.37
Título	mg/ml	0.9643
Contenido de Cloruros	mg/Kg	2864

  
Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ FAJARDO  
CIP. 94303



Proyecto :	Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021		
Ubicación :	E:296021, N:8097745	Centro Poblado Chen Chen	
Solicitante :	Elvis Joel Lopez Gomez	Dirección	: Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen
Sondeo :	Calicata	Código Calicata	: C-01
Profundidad :	1.70 m.	Fecha de Exploración	: Abril - 2021



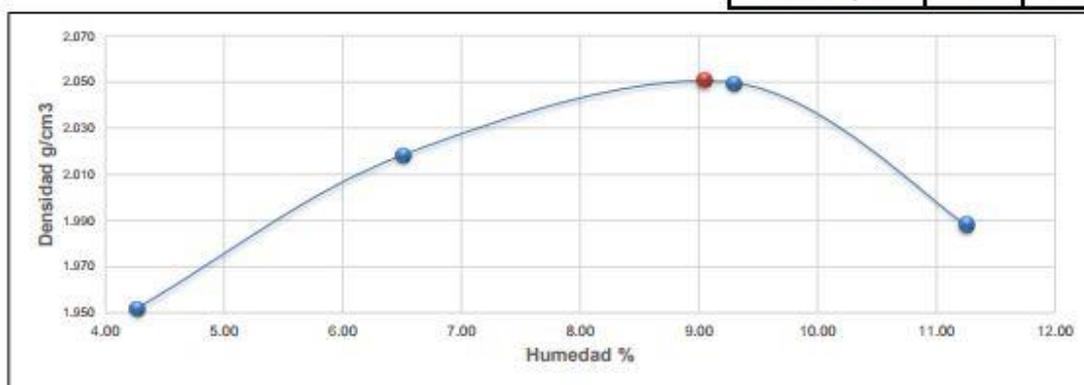
  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑEZ FALCO  
 CIP. 84333

Proctor Modificado ASTM D-1557

Proyecto : Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua, 2021  
 Ubicación : E:296021, N:8097745  
 Solicitante : Elvis Joel Lopez Gomez  
 Fecha de Ensayo : Abril 2021  
 Dirección : Cesar Vizcarra Vargas II G-03, Chen Chen  
 Ensayado en : ROEL CyMA EIRL.  
 Cantera : Material Propio  
 Código Muestra : C-01, E-01  
 Sondeo : Calicata  
 Profundidad : 1.70 m.  
 Tipo de Muestra : Suelo  
 Condición : Muestra Alterada

N° de Golpes por capa	56	Altura	11.65
N° Capas	5	Diametro	15.27
Peso del Martillo	10 lbs	Volumen	2124.0

DESCRIPCION		1	2	3	4	5	6	
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Peso de capsula	g.	0.00	0.00	0.00	0.00			
Peso de capsula + suelo humeda	g.	427.88	419.33	405.69	441.77			
Peso de capsula + suelo seco	g.	410.37	393.71	371.20	397.11			
Peso de agua	g.	17.51	25.62	34.49	44.66			
Peso de suelo seco	g.	410.37	393.71	371.20	397.11			
Contenido de humedad	%	4.27	6.51	9.29	11.25			
DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Contenido de humedad	%	4.27	6.51	9.29	11.25			
Peso del molde + suelo	g.	10691	10934	11126	11066			
Peso del molde	g.	6368	6368	6368	6368			
Peso del suelo	g.	4323	4566	4758	4698			
Densidad Humeda	g/cm3	2.035	2.150	2.240	2.212			
Densidad Seca	g/cm3	1.952	2.018	2.050	1.988			
						Densidad Maxima	g/cm3	2.051
						Humedad Optima	%	9.04



  
 Ing. Civil SIMON ORDOÑO PALCO  
 CIP. 84333

**Anexo 12: Panel fotográfico**



Figura 20: Toma de muestras C-1

Fuente: Archivos del autor



Figura 21: Densidad de campo C-1

Fuente: Archivos del autor

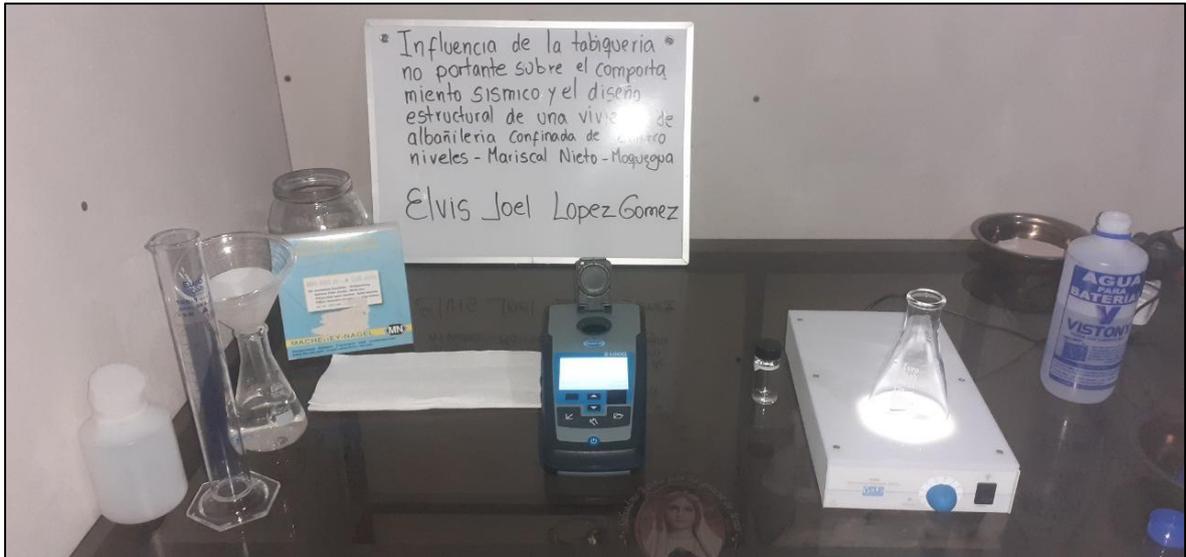


Figura 22: análisis de muestras

Fuente: Archivos del autor



Figura 23: límites de consistencia

Fuente: Archivos del autor

## Anexo 13: Certificados de calibración de equipos - balanzas



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



### CERTIFICADO DE CALIBRACION

**TC - 03843 - 2021**

PROFORMA : 1329A Fecha de emisión : 2021-03-10

**SOLICITANTE : ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.**  
Dirección : AV. EJERCITO MZA. Ñ LOTE. 32 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8339450115  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-03-08

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL E.I.R.L.

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Lic. Nicolás Ramos Paucar Página : 1 de 3  
Gerente Técnico



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
 (51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
 www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	No Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	No Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	No Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,5 °C	21,7 °C
Humedad Relativa	63 %	62 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1	1	30 000	30 000	0,6	-0,1
2		15 000	0,5	0,0	2		30 000	0,6	-0,1
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,6	-0,1
4		15 000	0,5	0,0	4		30 001	0,9	0,6
5		15 001	0,9	0,6	5		30 001	0,9	0,6
6		15 000	0,5	0,0	6		30 000	0,5	0,0
7		15 001	0,9	0,6	7		30 000	0,6	-0,1
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,6	-0,1
9		15 000	0,6	-0,1	9		30 001	0,9	0,6
10		15 000	0,6	-0,1	10		30 000	0,5	0,0
Emáx - Emin   (g)				0,7	Emáx - Emin   (g)				0,7
error máximo permitido ( $\pm g$ )				2,0	error máximo permitido ( $\pm g$ )				3,0





Anexo 14: Certificados de calibración de equipos – Casa grande



**Certificado de Calibración**

Página 1 de 1

LC - 010 - 2021

- Cliente** : ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental EIRL
- Dirección** : Avenida Ejercito N° 32
- Datos del Instrumento**  
**Instrumento de medición** : Cazuela Casagrande Manual  
**Marca** : PINZUAR LTDA.  
**Modelo** : PS - 11  
**Serie** : 1938  
**Tipo** : Manual
- Lugar y fecha de calibración**  
**Lugar** : Laboratorio de Mecánica de Suelos ROELCYMA  
**Fecha** : 18-03-2021
- Método de Calibración**  
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones calibrados por Laboratorio Acreditado INACAL. Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318

**6. Trazabilidad**

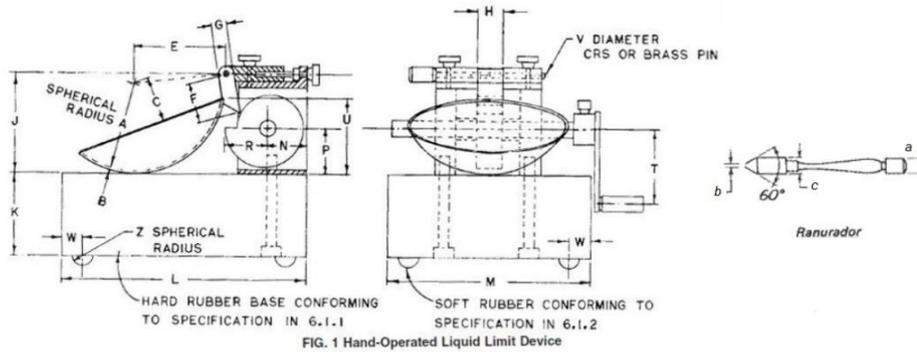
Instrumento	Marca	Certificado
Pie de Rey	INSIZE	TC - 03811 - 2021

**7. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.5	25.6
Humedad %	23.1	18.2

**8. Resultados**

Medidas	Copa Casa Grande							Ranurador		
	Conjunto de la cazuela				Base			Ranurador metálico		
	A	B	C	U	K	L	M	a	b	c
Actual	54.30	2.07	27.05	47.00	50.50	150.87	125.39	10.02	2.07	13.41
Estándar	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13.5
Tolerancia	±0.50	±0.10	±0.50	±1.00	±2.00	±2.00	±2.00	±0.10	±0.10	±0.10
Error	-0.20	0.07	0.05	0.00	0.50	0.87	0.39	0.02	0.07	-0.09



**9. Observaciones**

- Las especificaciones del instrumento fueron tomados del manual del equipo.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firmas y sellos carecen de validez.

Fecha de Emisión:  
20-03-2021

FRANK RONY TOLEDO RAMOS  
 INGENIERO CIP. 183547

Ing. Frank Rony Toledo Ramos  
 Jefe de Laboratorio de Calibración  
 ROELCYMA



ROEL Consultoría y Monitoreo Ambiental E.I.R.L.  
 AVENIDA EJERCITO / MOQUEGUA / MARISCAL NIETO-MOQUEGUA  
 E-mail: [ventas@roelcyma.com](mailto:ventas@roelcyma.com)  
 RUC: 20601801184

## Anexo 15: Certificados de calibración de equipos – Corte directo



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**Punto de Precisión SAC**

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2021

Página : 1 de

**Expediente** : T 025-2021  
**Fecha de emisión** : 2021-01-25

**1. Solicitante** : ARYU E.I.R.L.  
**Dirección** : APV CESAR VIZCARRA VARGAS MZA. A LOTE. 15 P.J. CHEN CHEN - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**2. Descripción del Equipo** : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

**Marca de Corte Directo** : PINZUAR  
**Modelo de Corte Directo** : PS-107 - C  
**Serie de Corte Directo** : 138  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**Marca de Celda** : NING B BOARD ELECTRIC CO.LTD  
**Modelo de Celda** : TSA-300 kg  
**Serie de Celda** : G03AC21080  
**Capacidad de Celda** : 2500 N

**Marca de Indicador** : PINZUAR  
**Modelo de Indicador** : PS-107 - C  
**Serie de Indicador** : 138

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE ARYU E.I.R.L.  
22 - ENERO - 2021

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

**6. Condiciones Ambientales**

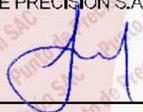
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,9	25,1
Humedad %	61	60

**7. Resultados de la Medición**  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO**  
**PUNTO DE PRECISIÓN**  
**SAC**


---

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2C

Página : 2 de

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" N	SERIES DE VERIFICACIÓN (N)				PROMEDIO "B" N	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
250	249,51	249,32	0,20	0,27	249,42	0,23	0,08
500	499,85	499,51	0,03	0,10	499,68	0,06	0,07
750	752,72	755,41	-0,36	-0,72	754,07	-0,54	-0,36
1000	998,83	1001,63	0,12	-0,16	1000,23	-0,02	-0,28
1250	1249,82	1250,49	0,01	-0,04	1250,16	-0,01	-0,05
1500	1504,91	1503,52	-0,33	-0,23	1504,22	-0,28	0,09
1750	1749,69	1751,49	0,02	-0,09	1750,59	-0,03	-0,10
2000	1998,44	1998,71	0,08	0,06	1998,58	0,07	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1x + 0,9034$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (N)

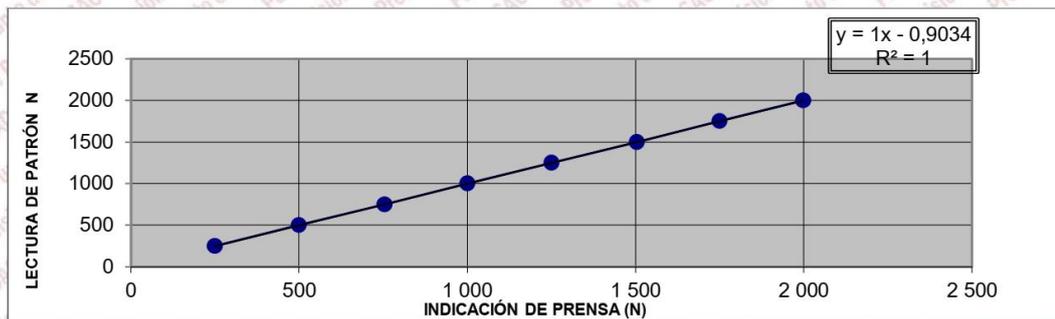
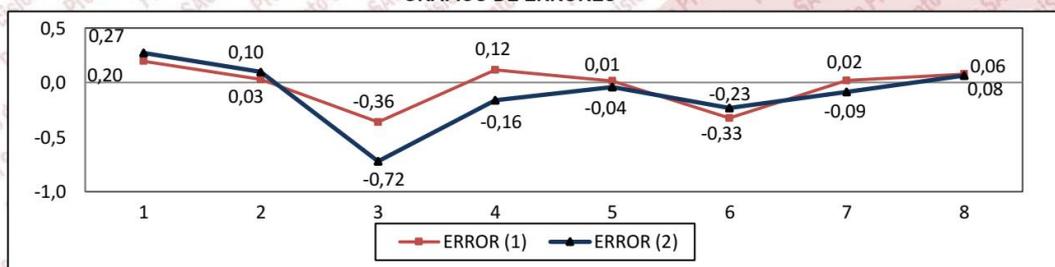


GRÁFICO DE ERRORES



*[Handwritten Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 031 - 2021

Página 3 de 3

## PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL	VALOR DETERMINADO	CORRECCIÓN
	g	g	g
1	900	902,6	-2,6
2	900	903,8	-3,8
3	1800	1798,8	1,2
4	1800	1805,6	-5,6
5	3600	3606,7	-6,7
6	3600	3607,5	-7,5
7	7200	7205,7	-5,7
8	7200	7205,3	-5,3

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## Anexo 16: Certificados de calibración de equipos – Cono de arena



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T - 0840B - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : T - 0840B - 2020  
Fecha de Emisión : 20/01/2020

1. Solicitante : ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL EIRL  
RUC : 20601801184

2. Instrumento de Medición : EQUIPO PARA DENSIDADES  
Marca : RUMISTONE  
Modelo : LS - CD2  
Número de serie : LS - 0196  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : NO IDENTIFICA  
Tipo :  
Ubicación :  
Fecha de Calibración : 20/01/2020

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores de terminados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de Calibración

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos por el método del cono de arenas MTC E 117 - 2000 Y LA NORMA ASTM C143 "Standard Test Method for Density and unit weight of soil in place by teh sand - cone method"

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE TERRASERVICE PERÚ SRL  
CALLE 2, MZ. D LOT. 24 ASOCIACIÓN VIRGEN DEL CARMEN  
SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



01 323 9468  
938 385 327 / 980 668 072 / 927 526 207  
Calle Celestino Ávila Godoy 933 Urb. El Rosario  
San Martín de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
www.terraservicelaboratorioperu.com

**5. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19.0 °C	19.1 °C
Humedad Relativa	54%	55%

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patron utilizado	Certificado de Calibracion
Patrones de Referencia	Pie de Rey Patrón con incertidumbre de 15 µm	CLM - 001 - 2019
Patrones de Referencia	Cinta Métrica Patrón con incertidumbre de 0.3 mm	CLM - 003 - 2019

**7. Observaciones**

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Se coloco una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

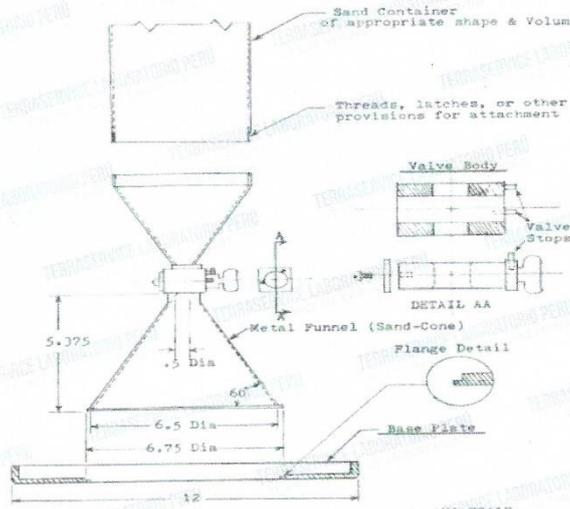
Diametro promedio medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
165.36	0.03	165.1

Altura promedio medida (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
134.75	0.03	136.5

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

01 323 9468  
938 385 327 / 980 668 072 / 927 526 207  
Calle Celestino Avila Godoy 933 Urb. El Rosario  
San Martin de Porres - Lima  
RUC: 20603356781  
www.terraservicelaboratorioperu.com





Metric Equivalents

1/4"	6.35
5/8"	12.5
3/8"	136.5
6.5	165.1
6.75	171.5
12	304.8

NO SCALE

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



☎ 01 323 9468  
 📞 938 385 327 / 980 668 072 / 927 526 207  
 📍 Calle Celestino Ávila Godoy 933 Urb. El Rosario  
 San Martín de Porres - Lima  
 RUC: 20603356781  
 www.terraservicelaboratorioperu.com

## Anexo 17: Certificados de calibración de equipos – Pie Rey



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 03811 - 2021**

**PROFORMA :** 1329A Fecha de emisión: 2021-03-06

**SOLICITANTE :** ROEL CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL EIRL  
Dirección : Av. Ejercito Mza. Ñ Lote. 32-Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PIE DE REY  
Tipo : Digital  
Marca : INSIZE  
Modelo : 1108-200W  
N° de Serie : 2310171214  
Intervalo de Indicación : 0 mm a 200 mm  
División de Escala : 0,01 mm  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2021 - 03 - 06

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro bloques patrón según procedimiento PC - 012 " Procedimiento de calibración de pie de rey". Quinta Edición - Agosto 2012. SNM - INDECOPI

#### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,1 °C
Humedad Relativa	57,9 %	55,8 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 03811 - 2021

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 0,5 mm a 100 mm Grado 0	LLA-261-2020
Bloques Patrón Grado K DM-INACAL	Bloques Patrón de Longitud 200 mm Grado 0	LLA-008-2021
Comparador Horizontal Incertidumbre de 0,2 µm + 0,78 µm/m DM-INACAL	Varilla Cilindrica 10 mm	LLA-004-2021
Máquina de Medición por Coordenadas DM-INACAL	Anillo Patrón 5 mm	LLA-003-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Error de referencia inicial (I) = 0 µm

**Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores**

Valor Patrón ( mm )	Promedio de la indicación del Pie de Rey ( mm )	Error ( µm )
50,000	50,000	0
100,000	100,000	0
150,000	150,000	0
200,000	200,000	0

**Error de contacto superficie parcial (E)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( µm )
200,000	0



**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**Error de repetibilidad (R)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
200,000	0

**Error de cambio de escala de exteriores a interiores ( $S_{E,i}$ )**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	-7

**Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ( $S_{E,p}$ )**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	-7

**Error de contacto lineal (L)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	10

**Error de contacto de superficie completa (J)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
10,000	10

**Error debido a la distancia de cruce de las superficies de medición para medición de interiores (K)**

Valor Patrón ( mm )	Error ( $\mu\text{m}$ )
5,000	0

**Incertidumbre de Medición :**  $( 10,72^2 + 0,01^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$

L: Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

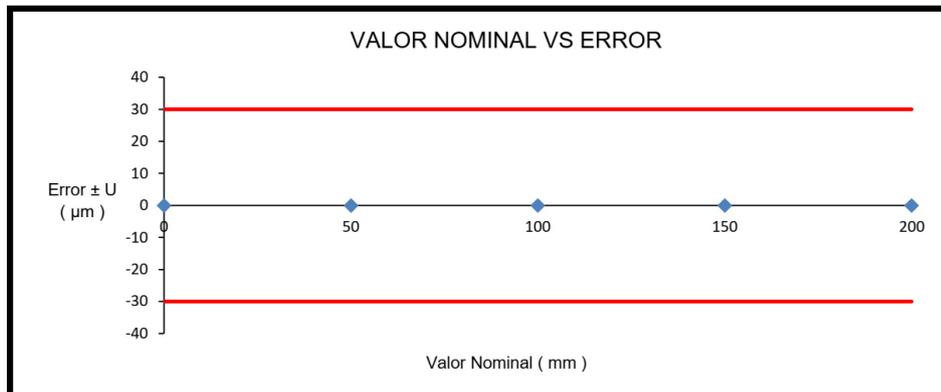
Nota 1: Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores e interiores (SE-I).

Nota 2: Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (SE-P).

Nota 3: El instrumento tiene un error máximo permitido de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según norma DIN 862.



### RESULTADOS DE MEDICIÓN



#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Anexo 18: Informe de originalidad del proyecto

Título: Influencia de la tabiquería no portante en el comportamiento, análisis y diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada Moquegua

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	1%