



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de Albañilería Confinada Para Una Vivienda Multifamiliar de Cuatro Niveles en Lima- Lima- Lince, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Mostaceros Esteves, Samuel Alejandro (ORCID: 0000-0003-3563-5746)

Violeta Romaní, William Antonio (ORCID: 0000-0002-9609-6515)

**ASESOR:**

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mis abuelos y padres por la educación que me brindaron.

A mi familia, a todos nuestros maestros que siempre nos brindaron su apoyo incondicional

William A. Violeta Román

Samuel A. Mostaceros Esteves

## **Agradecimiento**

En primera instancia agradecemos a Dios quien nos guarda, nos brinda salud y bienestar.

En segunda nuestros padres, hermanos y demás familiares por el apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida universitaria. En tercera a cada uno de nuestros profesores que nos brindaron sus conocimientos mediante sus buenas enseñanzas.

William A. Violeta Román

Samuel A. Mostaceros Esteves

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	43
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	44
3.2. Variables y operacionalización .....	44
3.3. Población, muestra y muestreo .....	45
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
3.5. Procedimientos .....	48
3.6. Método de análisis de datos .....	77
3.7. Aspectos éticos .....	77
IV. RESULTADOS .....	78
V. DISCUSIÓN .....	84
VI. CONCLUSIONES .....	87
VII. RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS .....	92
ANEXOS .....	96

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Dimensionamiento de losa aligerada en una dirección .....	24
<b>Tabla 2</b> Losa aligerada en una dirección .....	24
<b>Tabla 3</b> Consideración de sobrecarga y factor $\alpha$ .....	25
<b>Tabla 4</b> Coeficiente en base a la ubicación de columnas .....	27
<b>Tabla 5</b> <i>Fórmulas para determinar las fuerzas internas en las columnas de confinamiento del primer nivel</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> Operacionalización de variables .....	44
<b>Tabla 7</b> Matriz de consistencia del proyecto de investigación .....	46
<b>Tabla 8</b> Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad en “X-X” .....	56
<b>Tabla 9</b> Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad en “Y-Y” .....	57
<b>Tabla 10</b> Densidad mínima de muros .....	58
<b>Tabla 11</b> Resumen de cargas gravitacionales por nivel (ton) en dirección “X-X”. 59	
<b>Tabla 12</b> Resumen de cargas gravitacionales por nivel (ton) en dirección “Y-Y”. 59	
<b>Tabla 13</b> Centro de masas en “X” de los muros del 1° al 4to nivel .....	60
<b>Tabla 14</b> Centro de masas en “Y” de los muros del 1° al 4to nivel.....	61
<b>Tabla 15</b> Centro de rigidez de los muros de cada nivel en “X” .....	61
<b>Tabla 16</b> Centro de rigidez de los muros de cada nivel en “Y”.....	61
<b>Tabla 17</b> Momento polar de inercia de los muros y del piso 1° parte 1.....	62
<b>Tabla 18</b> Momento polar de inercia de los muros y del piso 1° parte 2.....	63
<b>Tabla 19</b> Peso total de la edificación en los muros “X” .....	63
<b>Tabla 20</b> Peso total de la edificación en los muros “Y” .....	63
<b>Tabla 21</b> Peso muros en dirección “X” .....	64
<b>Tabla 22</b> Peso muros en dirección “Y” .....	64
<b>Tabla 23</b> Cálculo de las fuerzas inerciales $F_i$ y de las fuerzas cortantes por cada piso.....	66
<b>Tabla 24</b> Cortante de traslación en la dirección X-X.....	67
<b>Tabla 25</b> Cortante de traslación en la dirección Y-Y .....	67
<b>Tabla 26</b> Cortante de traslación en la dirección “X” .....	68
<b>Tabla 27</b> Cortante de traslación en la dirección “Y” .....	69
<b>Tabla 28</b> Cálculo de las fuerzas cortantes de diseño por muro en la dirección “X” del 1° nivel.....	69

<b>Tabla 29</b> Cálculo de las fuerzas cortantes de diseño por muro en la dirección “Y” del 1° nivel.....	69
<b>Tabla 30</b> Tabla de diseño de muro por sismo severo en la dirección “X” en el 1° piso.....	70
<b>Tabla 31</b> Tabla de diseño de muro por sismo severo en la dirección “Y” en el 1° piso.....	70
<b>Tabla 32</b> Cálculo de fuerzas internas en los muros y en las columnas.....	71
<b>Tabla 33</b> Diseño de los estribos de las columnas de amarre.....	72
<b>Tabla 34</b> Diseño de las vigas soleras .....	72
<b>Tabla 35</b> Peso de cada muro que recibe la cimentación .....	76
<b>Tabla 36</b> Cálculo de la obtención del ancho de cimentación requerida .....	77
<b>Tabla 37</b> Esfuerzo axial máximo para los muros en dirección “X” .....	79
<b>Tabla 38</b> Esfuerzo axial máximo para los muros en dirección “Y” .....	79
<b>Tabla 39</b> Densidad de muros en ambas direcciones .....	80

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Plantas de gran longitud.....	10
<b>Figura 2</b> Plantas de formas irregulares.....	11
<b>Figura 3</b> Solución para plantas .....	11
<b>Figura 4</b> Irregularidades verticales .....	12
<b>Figura 5</b> Concentración de pesos.....	13
<b>Figura 6</b> Viga fuerte y Columna débil .....	14
Figura 7 Falla frágil.....	15
Figura 8 Piso Débil .....	15
<b>Figura 9</b> Elemento no estructural se debe aislar .....	16
<b>Figura 10</b> Cimentación conectada.....	16
<b>Figura 11</b> Estructura aporticada .....	17
<b>Figura 12</b> Elementos estructurales .....	18
<b>Figura 13</b> Esfuerzo a tracción.....	18
<b>Figura 14</b> Esfuerzo a compresión.....	19
<b>Figura 15</b> Esfuerzo flexión .....	19
<b>Figura 16</b> Momento torsión.....	20
<b>Figura 17</b> Esfuerzo torsión.....	20
<b>Figura 18</b> Esfuerzo de corte .....	20
<b>Figura 19</b> Estructura aporticada .....	21
<b>Figura 20</b> Estructura de acero .....	22
<b>Figura 21</b> Estructura de albañilería.....	22
<b>Figura 22</b> Estructura de madera .....	23
<b>Figura 23</b> Muro portante .....	25
<b>Figura 24</b> Elementos de confinamientos .....	26
<b>Figura 25</b> Área tributarias para el predimensionamiento de columnas.....	27
<b>Figura 26</b> Detalle de escalera.....	28
<b>Figura 27</b> Muros de concreto armado.....	29
<b>Figura 28</b> Fuerzas sísmicas en altura.....	31
<b>Figura 29</b> Ubicación del proyecto .....	49
<b>Figura 30</b> Vivienda multifamiliar de 4 niveles.....	49
<b>Figura 31</b> Distribución de los muros portantes del 1° nivel.....	50
<b>Figura 32</b> Planta típica del 2 al 4° nivel .....	51

<b>Figura 33</b>	Distribución de los muros en ambas direcciones .....	52
<b>Figura 34</b>	Áreas tributarias correspondientes a cada muro .....	53
<b>Figura 35</b>	Datos generales del proyecto de albañilería confinada .....	54
<b>Figura 36</b>	Medidas del ladrillo sílico calcáreo King Kong 11H .....	55
<b>Figura 37</b>	Altura para calcular el espesor efectivo del muro .....	55
<b>Figura 38</b>	Fórmula del CM .....	60
<b>Figura 39</b>	Fórmula para centros de rigidez .....	61
<b>Figura 40</b>	Fórmula para obtener los momentos polares de inercia .....	62
<b>Figura 41</b>	Parámetros para el cálculo de las fuerzas sísmicas y cortante basal..	65
<b>Figura 42</b>	Espectro de sismo usado para el proyecto .....	66
<b>Figura 43</b>	Fórmula de la cortante de traslación en “X” .....	66
<b>Figura 44</b>	Fórmula de la cortante de traslación .....	67
<b>Figura 45</b>	Fórmula para los momentos torsores en ambas direcciones .....	68
<b>Figura 46</b>	Fórmulas para calcular las fuerzas cortantes por torsión en la dirección “X” .....	68
<b>Figura 47</b>	Fórmulas para calcular las fuerzas cortantes por torsión en la dirección “X” .....	68
<b>Figura 48</b>	Fórmula de la cortante de diseño en ambas direcciones .....	69
<b>Figura 49</b>	Modelo estructural para la escalera .....	74
<b>Figura 50</b>	Diagrama de momento flector .....	74
<b>Figura 51</b>	Diseño de losa aligerada en una dirección .....	76
<b>Figura 52</b>	Deriva de entrepiso .....	81
<b>Figura 53</b>	Detalle de losa aligerada en una dirección .....	81
<b>Figura 54</b>	Diseño de columnas de amarre .....	82
<b>Figura 55</b>	Diseño de vigas soleras .....	82
<b>Figura 56</b>	Diseño de cimentación corrida .....	83

## Resumen

El propósito de este trabajo de investigación es describir los procesos del diseño de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de Lince. En nuestra región y en todo el país, existen muchas irregularidades en la implementación de casas de albañilería herméticas. Esto se debe principalmente al mal diseño estructural y falta de estándares por parte de los constructores. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo diseñar y hacer que los futuros profesionales sirvan como Referencia para el desarrollo de este tipo de proyectos. En esta investigación, se utilizará el mejor método vigente para analizar y diseñar el edificio de mampostería confinada, a fin de lograr un diseño seguro y económico de acuerdo con los lineamientos de la norma E.070 de Albañilería. Para el análisis del edificio proyectado se adoptó una estructuración uniforme y simétrica posible, para obtener una distribución con adecuada rigidez en ambos sentidos para controlar el desplazamiento lateral y evitar problemas de torsión. Una vez definido lo anterior, los principales elementos estructurales (losas aligeradas, vigas soleras, columnas de amarre, muros de albañilería) cuyas dimensiones se basaron en libros y reglamentos nacionales. Luego, se realiza la medición de la carga vertical para el análisis sísmico, que cumple con los requisitos de las normas de carga y diseño sísmico E.020 y E.030 respectivamente. Una vez obtenido el peso total del edificio, se calculará la fuerza sísmica en la parte inferior del edificio; la cual debe de ser mayor al 80% de la cortante estática. La fuerza sísmica no se concentra en un solo punto, sino que se distribuye horizontalmente en relación con el edificio, en nuestro ejemplo es el piso 04. En cada piso, las fuerzas sísmicas se distribuyen entre los elementos estructurales de la superestructura. Posteriormente, el muro de albañilería se diseñó de acuerdo con la norma E.070, otros elementos estructurales de concreto armado se diseñó de acuerdo con la Norma E.060, y finalmente la cimentación se diseñó de acuerdo con la norma de suelo y cimentación E.050.

**Palabras clave:** Estructuración, Densidad de muros, Albañilería confinada, Deriva de entrepiso, Elementos de concreto.

## Abstract

The purpose of this research work is to describe the confined masonry design processes for a four-level multi-family dwelling in the department of Lima, province of Lima and district of Lince. In our region and throughout the country, there are many irregularities in the implementation of hermetic masonry houses. This is mainly due to poor structural design and lack of standards on the part of the builders. Therefore, this work aims to design and make future professionals serve as Reference for the development of this type of projects. In this investigation, the best current method will be used to analyze and design the confined masonry building, in order to achieve a safe and economical design in accordance with the guidelines of the Masonry standard E.070. For the analysis of the projected building, a possible uniform and symmetrical structuring was adopted, to obtain a distribution with adequate rigidity in both directions to control lateral displacement and avoid torsion problems. Once the above was defined, the main structural elements (lightened slabs, beams, tie columns, masonry walls) whose dimensions were based on national books and regulations. Then, the vertical load measurement is performed for seismic analysis, which meets the requirements of the E.020 and E.030 load and seismic design standards respectively. Once the total weight of the building has been obtained, the seismic force in the lower part of the building will be calculated; which must be greater than 80% of the static shear. The seismic force is not concentrated in a single point, but is distributed horizontally in relation to the building, in our example it is floor 04. On each floor, the seismic forces are distributed among the structural elements of the superstructure. Subsequently, the masonry wall was designed in accordance with the E.070 standard, other reinforced concrete structural elements were designed in accordance with the E.060 Standard, and finally the foundation was designed in accordance with the E soil and foundation standard. .050.

**Keywords:** Structuring, Wall density, Confined masonry, Mezzanine drift, Concrete elements.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Por su ubicación geográfica, el Perú es un país propenso a los terremotos, por estar ubicado en la zona del Anillo de Fuego, como lo demuestran los diferentes terremotos de nuestra historia. Los terremotos de intensidad media a alta han causado graves daños a nuestra infraestructura e incluso se han derrumbado por completo en algunos casos. En nuestra región y en todo el país, existen muchas irregularidades en la implementación de casas de albañilería herméticas. Esto se debe principalmente al mal diseño estructural y falta de estándares por parte de los constructores. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo diseñar y hacer que los futuros profesionales sean Referencia para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Con el tiempo, la informalidad de la mampostería y la arquitectura popular ha ido creciendo. El lugar donde se malinterpreta el diseño y la construcción del edificio es la estructura de mampostería. Por ejemplo, una mala distribución de los muros, así como sobredimensionamiento de los elementos estructurales como el caso de columnas o vigas, cuando se olvidan de que el protagonista de este sistema es el muro. Aquí, las unidades de albañilería unidas con el mortero son igualmente importantes ; ya que son portantes, mientras que los ladrillos tubulares como panderetas en muros de carga, en lugar de ladrillos sólidos como diamantes de 18 hoyos, son muros no portantes.

Con base en la experiencia y lecciones de terremotos anteriores, una gran cantidad de pruebas periódicas de carga lateral y análisis teóricos de edificios que utilizan estructuras de muros de mampostería de carga han encontrado que es necesario proponer nuevos esquemas de diseño destructivo para hacer frente a desastres sísmicos.

El objetivo de este trabajo es analizar y diseñar un edificio multifamiliar de cuatro pisos de albañilería confinada en el distrito Lince en el departamento de Lima. El proyecto se desarrolló utilizando el sistema constructivo de Perú: muros confinados que son muros reforzados con elementos de hormigón armado.

En Perú, la estructura de mampostería es la estructura más utilizada en la industria de la construcción, en los últimos años, debido a la falta de un concepto claro, no se incluye el refuerzo de acero corrugado, por lo que la tecnología de

ingeniería. Además, la mala configuración de la estructura aumenta su inseguridad. Por otro lado, los muros de mampostería de nuestras edificaciones son muy gruesos, lo que encarece el proyecto (Arango Ortiz, 2009).

Con lo mencionado podemos formular el siguiente **problema general**: ¿Por qué es necesario una propuesta de mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince? Como **problemas específicos**: ¿Por qué es necesario verificar densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?, ¿Por qué es necesario verificar la deriva de entresijos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?, ¿Por qué es necesario diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?.

La mampostería confinada se caracteriza por la simplicidad, la belleza, la durabilidad y, sobre todo, la buena calidad y el bajo precio. La desventaja de tales estructuras es que no pueden soportar adecuadamente las cargas sísmicas por sí mismas. Por lo tanto, se debe buscar una tecnología mejorada para obtener una respuesta adecuada de la estructura frente a los terremotos. Esto significa encontrar un equilibrio en la seguridad, y lo más importante es encontrar la economía en este orden. Obviamente, garantizando en primer lugar la seguridad. Para minimizar este cambio, la configuración arquitectónica y estructural y todas las demás especialidades deben ir de la mano. Con base en las consideraciones anteriores, podemos decir que cada vez en más casos, la estructura debe ser adecuadamente diseñada y supervisada por profesionales idóneos para estas tareas. Esta rama es una de las ramas más exigentes y complejas de la ingeniería estructural. Por lo tanto, se presentarán sugerencias para mejorar el diseño de mampostería confinada, por ser uno de los materiales más usados por los usuarios a la hora de construir una vivienda.

El **objetivo general** del presente trabajo de investigación es: Proponer la mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince. Como **objetivos específicos** tenemos: Determinar la densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería

confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince, Determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince, Diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince.

La **hipótesis general** del presente trabajo de investigación es: Existe una mejora significativa en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince. Como **hipótesis específicas** tenemos: Existe una mejora significativa al determinar la densidad de muro y esfuerzo axial en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince, Existe una mejora significativa al determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince, Existe una mejora significativa al diseñar los elementos de refuerzo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

Según Ruiz, Santos-Santiago, Bojórquez, Orellana, & Valenzuela-Beltrán (2020), en su artículo científico llegaron a la siguiente conclusión: Durante el terremoto de SEPT del 19 de septiembre de 2017, la mayoría de los edificios de concreto reforzado (RC) SFS en la Ciudad de México colapsaron y las capas superiores se rellenaron con mampostería. Por esta razón, en este estudio, los edificios SFS con características estructurales similares a los dañados en tales eventos fueron afectados por múltiples movimientos de tierra registrados en diferentes sitios de la Ciudad de México. Como se esperaba, el requisito de deriva máxima es mayor en comparación con los límites recomendados por el Código de Construcción de la Ciudad de México (2004). Con el fin de mejorar el desempeño sísmico del edificio, se propusieron y discutieron tres esquemas de restauración estructural. Luego, a través del análisis dinámico incremental y la fragilidad estructural en términos de deriva máxima, se compararon el comportamiento sísmico del edificio original y las tres opciones de restauración. Entre las tres soluciones alternativas. Proponer y discutir. Luego, a través del análisis dinámico incremental y la fragilidad estructural en términos de deriva máxima, se compararon el comportamiento sísmico del edificio original y las tres opciones de restauración. Entre las tres soluciones alternativas, se muestra que la adición de una riostra de contención de pandeo (BRB) al FSS de un edificio es una técnica que conduce a la fragilidad estructural, similar a la fragilidad estructural obtenida cuando se utilizan técnicas de reparación tradicionales; además, cuando las BRB están en el núcleo Cuando el área se reduce a un tamaño aceptable, la fuerza transferida a la parte inferior del sistema se reducirá, lo que resultará en un mejor plan de reparación.

Según Quagliarini, D'Orazio, & Lenci (2015), en su trabajo de investigación llegaron a la siguiente conclusión: Este capítulo presenta la tecnología y los materiales de adobe utilizados para hacer bloques ecológicamente eficientes. En particular, luego de una breve digresión histórica, presentó los métodos de fabricación de los bloques de adobe, sus dimensiones, pisos adecuados y qué materiales estables se utilizan actualmente para mejorar su desempeño. A continuación, se dan las principales propiedades mecánicas y caloríficas de los bloques de adobe, cómo determinarlos y los parámetros que los afectan. Además,

se introducen los métodos actuales para probar la durabilidad de los bloques de adobe y se presentan sugerencias prácticas para mantenerlos o mejorarlos. Finalmente, brinda beneficios ambientales y económicos que pueden estar asociados con el uso de bloques de adobe, incluidas nuevas formas de reutilizar grandes cantidades de desechos industriales como estabilizadores.

Según Carrillo, Echeverri, & Aperador (2015), en su artículo de investigación llegaron a la siguiente conclusión: Se lleva a cabo un análisis comparativo de los costos asociados a la construcción de viviendas de baja altura, bajos costos y bajos ingresos. El estudio incluyó tres sistemas estructurales más comúnmente utilizados para construir casas de baja altura en América Latina, como el sistema tradicional de muros de mampostería restringida, el muro de concreto generalmente reforzado con malla soldada y el muro de concreto reforzado con fibras de acero. La comparación de costos se realiza a través del análisis presupuestario, que se basa en la carga de trabajo, el precio unitario y los ítems específicos de cada sistema estructural. El estudio encontró que desde un punto de vista económico, un sistema de muro de hormigón reforzado con malla soldada o fibra de acero es más ventajoso que un sistema de mampostería restringido. Además, la comparativa integral de los tres sistemas estructurales muestra que el sistema industrializado de muros de hormigón armado con fibra de acero puede obtener mayores ventajas de limpieza y sostenibilidad, mayor velocidad de construcción, menores costos y es más efectivo para la inversión en este tipo de constructores. con perspectivas más atractivas.

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a:

Según Cáceres Cáceres & Enriquez Ranilla (2017), en su trabajo de investigación llegaron a la siguiente conclusión: En la actualidad, la realidad de Arequipa hace que debido al crecimiento masivo de la población, exista una gran demanda de vivienda plurifamiliar, lo que ha provocado un aumento horizontal en el uso y construcción de vivienda, lo que conlleva un incremento en los gastos de pensiones. Servicios básicos, es por ello que en los últimos años la construcción de rascacielos se ha convertido en una alternativa a la mejor solución para satisfacer esta demanda. La construcción de rascacielos, debido a la necesidad de menos espacio, logra un menor impacto ambiental y un mayor desempeño

económico durante la construcción, y posteriormente reduce el costo de brindar servicios básicos, como agua, alcantarillado, electricidad, teléfono y transporte. En ocasiones, el problema es que, por motivos de costos, si la mampostería estructural o los muros están hechos completamente de hormigón armado (muros de corte), no se sabe qué tipo de sistema utilizar. El propósito de esta tesis es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación de pregrado, y esforzarse por dominar plenamente la formulación del proyecto a través del proyecto desde la fundación del plano arquitectónico hasta el diseño de los elementos estructurales del edificio. En mampostería estructural y muros de cortante, debido a que el último sistema constructivo se está dando con más continuidad en nuestro entorno, da un paso importante de la teoría a la práctica.

Según Rivas Medina (2018), en su trabajo de investigación llegó a la siguiente conclusión: La mampostería estructural es una alternativa arquitectónica en edificios de mediana altura, utilizada como solución a la escasez de viviendas en Piura. Sin embargo, en algunos casos, se descuidan las buenas prácticas arquitectónicas y estructurales y la construcción de algunos edificios se vuelve informal. En este contexto, el propósito es analizar y comparar los sistemas estructurales de mampostería constreñida y mampostería reforzada para estudiar su estructura y eficiencia económica. Por tanto, este estudio considera el análisis del comportamiento de los edificios multifamiliares de 03 pisos de los dos sistemas. El estudio consideró el comportamiento estructural del edificio y los aspectos económicos relacionados con su presupuesto con el fin de analizar cuantitativamente los beneficios de cada aspecto. Primero realizar el predimensionamiento, para luego realizar el diseño de los elementos estructurales y su respectivo comportamiento sísmico. Posteriormente, en base a los resultados de cálculo obtenidos y especificados en el plan de mampostería cerrada y mampostería armada, se elaboraron indicadores, análisis de precio unitario y presupuestos para cada sistema. Después de analizar los resultados, se concluye que la mampostería reforzada tiene un mejor desempeño estructural que la mampostería restringida, y la mampostería restringida tiene mayores beneficios económicos que la mampostería reforzada. Todo ello en el marco de los requisitos estipulados en el Código Nacional de Edificación Normativa E.070 Albañilería.

Según Alvarado Ríos (2018), en su trabajo de investigación de Posgrado llegó a la siguiente conclusión: El propósito de este trabajo de investigación es determinar los defectos de construcción de la casa de mampostería cerrada en el distrito 4 del distrito de Esperanza, Trujillo en 2018. Se trata de una encuesta descriptiva no experimental, en la que se desarrolló una ficha de observación del método de inspección mediante visión directa, aplicada a 25 casas de mampostería hermética, y se analizaron los procedimientos de construcción, recursos, manejo del propietario y mantenimiento de las casas seleccionadas; y la respuesta El dueño de la encuesta que preparó para tal efecto se coordinó para evaluar la casa, y también hizo un boceto de la casa. Interpretando los resultados obtenidos, se concluye que los defectos más destacados en la casa durante nuestro proceso de construcción: 84% se deben a la falta de juntas de dilatación, 76% se deben a la corrosión del acero en los pilares, El 24% se usa para soporte de escaleras, el 20% se usa para grietas en la pared; en términos de calidad de recursos: desperdicio de material 24%, mano de obra 20% y mampostería 16%; en términos de gestión de propietarios: la aplicación de la norma E070 representa 32 %, y el permiso de construcción representa el 32% 28%, el plan de uso representó el 24%; en términos de mantenimiento: 56% se usa para proteger el acero en los pilares, 44% se usa para limpiar el techo, 20% se usa para las grietas del techo.

Como **bases teóricas**, tenemos:

### **Criterios para estructuración sismorresistente**

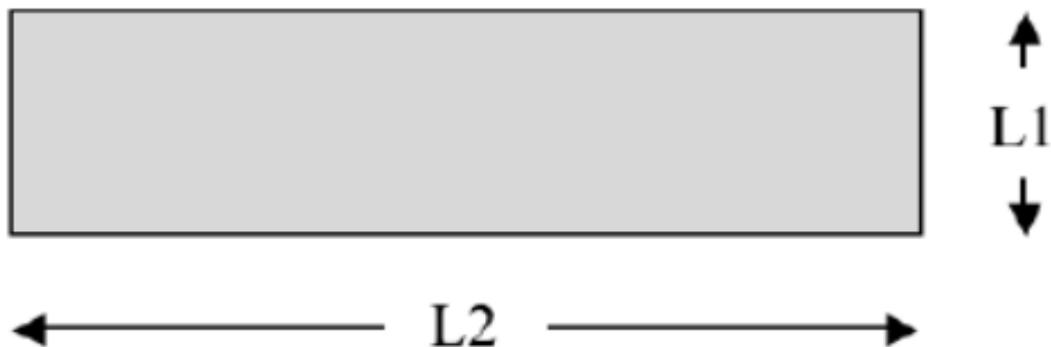
La conexión entre los elementos estructurales es el punto clave, aparecen grietas oblicuas y fallas de unión entre el hormigón y las barras de acero, el anclaje insuficiente de las barras de acero longitudinales y la tensión de flexión excesiva. Debido a la flexión excesiva causada por el movimiento, la placa puede sufrir daños por perforación alrededor de la columna y grietas longitudinales a lo largo de la placa perpendicular al plano de flexión. La irregularidad de la altura del piso afectará los cambios repentinos de rigidez entre los pisos adyacentes, lo que provocará que la energía absorbida y disipada durante un terremoto se concentre en los pisos flexibles, lo que provocará un sobreesfuerzo en los miembros estructurales. Las irregularidades en el plano, la masa, la rigidez y la resistencia pueden causar torsión, lo que genera tensiones adicionales que son difíciles de

evaluar. A continuación, se detallará cuáles son los criterios para tomar en cuenta para que la edificación sea sismorresistente.

### Configuración en planta

La longitud del plano de un edificio afecta la respuesta de la estructura a la transmisión de ondas terrestres causada por el movimiento sísmico. Cuanto más largo sea el plan, peor será el desempeño estructural, porque la respuesta de la estructura a estas olas puede variar mucho de un punto de apoyo a otro en el mismo edificio. Los edificios largos son más propensos a tener problemas debido al componente de torsión del movimiento del suelo.

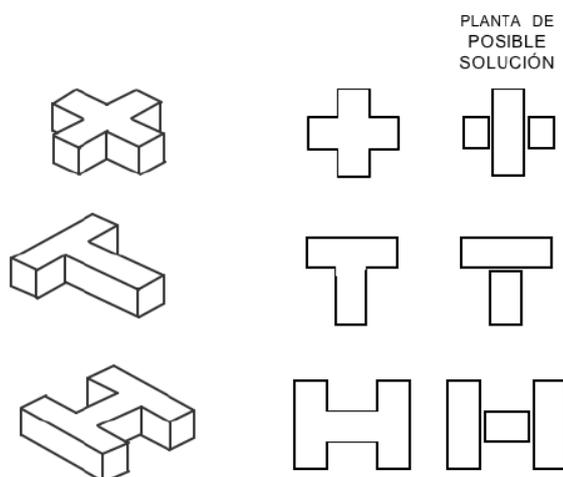
**Figura 1** Plantas de gran longitud



Fuente: (Blanco, 2012)

Debido al movimiento sísmico, la forma de la planta afecta la respuesta de la estructura a la concentración de tensión generada en determinadas partes. El lugar más frágil es el ángulo de fractura entre componentes estructurales, el problema se puede solucionar colocando adecuadamente los nodos totales mencionados en el párrafo anterior. A continuación se muestran algunos ejemplos de esta situación y sus posibles soluciones.

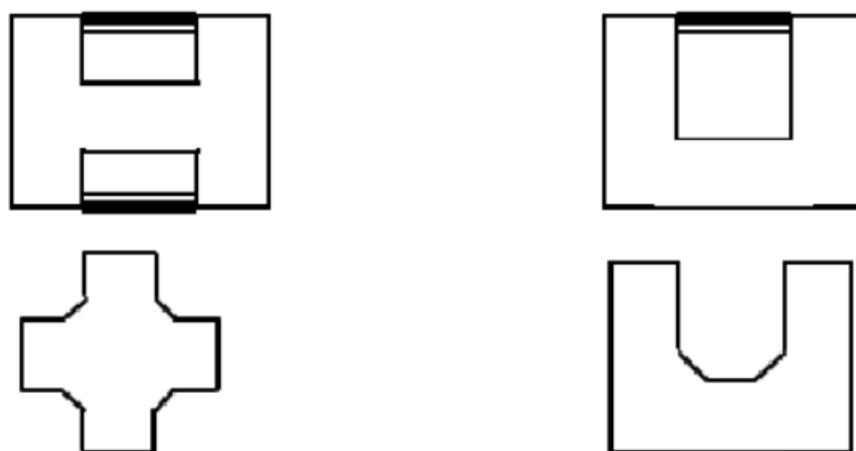
**Figura 2** Plantas de formas irregulares



Fuente: (Blanco, 2012)

Dichas formas se pueden mejorar colocando elementos de mayor rigidez, como se muestra en la siguiente Figura:

**Figura 3** Solución para plantas



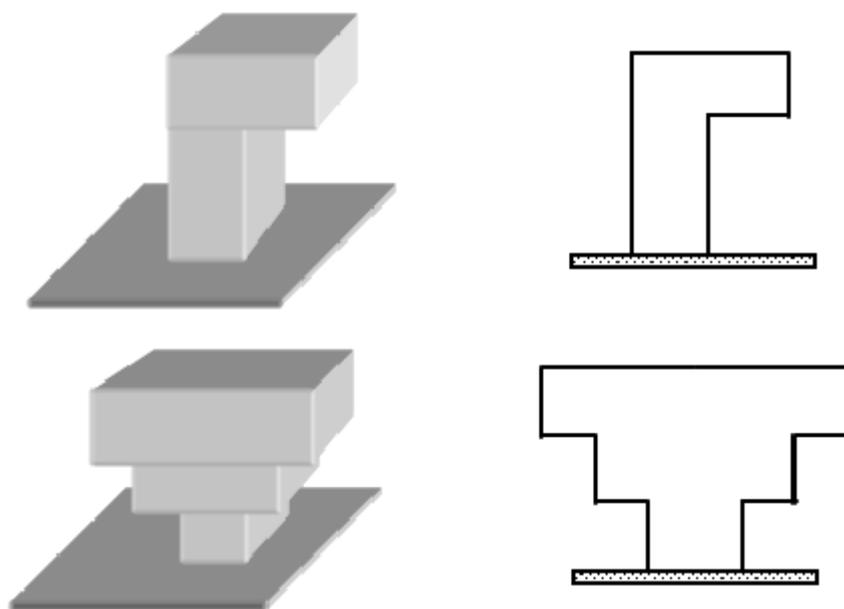
Fuente: (Blanco, 2012)

### Configuración vertical

Estos problemas están relacionados con irregularidades verticales, cuando estos problemas ocurren en un edificio, pueden causar cambios bruscos en la rigidez y masa entre pisos adyacentes, lo que se traduce en fuertes concentraciones de tensión. Se debe evitar el escalonamiento tanto como sea

posible, y los cambios de un piso a otro deben ser lo más suaves posible, especialmente en edificios importantes como hospitales y centros de salud.

**Figura 4** Irregularidades verticales



Fuente: (Blanco, 2012)

### **Concentración de masas**

Se refiere a los problemas ocasionados por la concentración de masa de una determinada capa del edificio al colocar elementos pesados como equipos, tanques de agua (Figura 10), piscinas, archivos y tanques de agua. Dado que el problema es más grave cuando se concentra en el piso más alto, y cuanto mayor es la altitud, mayor es la respuesta a la aceleración sísmica, se recomienda colocarlo en un sótano o en un edificio aislado cerca del edificio para evitar la inversión del efecto péndulo ( Cardona, 2004).

**Figura 5** Concentración de pesos

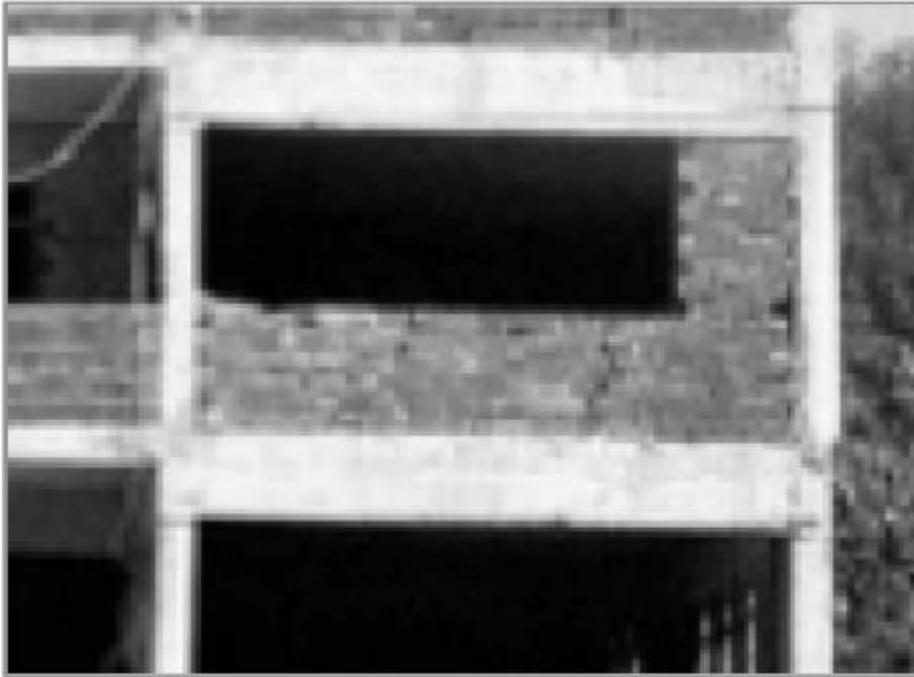


Fuente: (Blanco, 2012)

### **Columnas débiles**

Los pilares son esenciales en los sistemas estructurales porque transfieren cargas a los cimientos y mantienen el edificio en pie. Si bien se puede tolerar cierto grado de daño en el diseño sísmico, se debe prever que si aparecen, lo mejor es estar en la viga, no en la columna. Se produjo una falla "local" en la viga, que afectó principalmente al piso afectado. En la columna, la falla afectará a toda la estructura, lo que puede provocar su colapso. El diseño ideal es "columna fuerte-viga débil" El cálculo debe verificar que el momento flector total de la columna dividido por el momento flector total de la viga es mayor o igual a 1.20. La Figura 11 muestra un edificio en construcción, que claramente está mal diseñado porque las dimensiones de las columnas son significativamente más bajas que la altura de las vigas.

**Figura 6** Viga fuerte y Columna débil



Fuente: (Blanco, 2012)

### **Columnas Cortas**

Al analizar y estudiar el comportamiento de edificaciones bajo la acción sísmica, se ha observado que algunas columnas presentan fisuras a  $45^\circ$ , lo que indica la existencia de fallas frágiles. Los pilares diseñados para ser maleables se vuelven frágiles y fallan en áreas libres. El motivo de la falla es que las columnas del mismo nivel exhiben desplazamientos laterales similares en el terremoto, sin embargo, debido a que las columnas cortas son más rígidas, absorben más fuerzas laterales.

Figura 7 Falla frágil

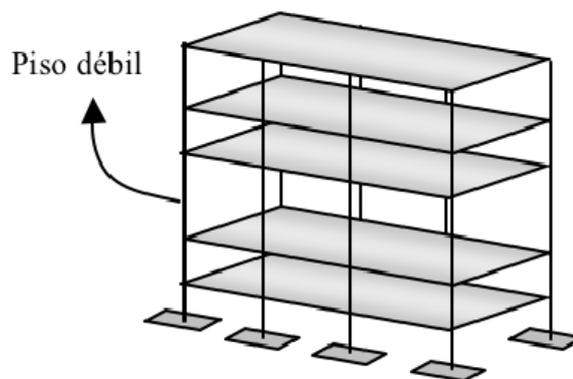


Fuente: (Blanco, 2012)

### Pisos débiles

Algunos sistemas de construcción hacen que los pisos tengan una rigidez y resistencia significativamente menor que los pisos de otros pisos, lo que los hace más susceptibles a lesiones. Esto se puede atribuir a la diferencia de altura entre plantas sucesivas. La falta de determinados elementos estructurales. La falta o falta de continuidad de las columnas es la razón por la cual muchas estructuras colapsan durante los terremotos.

Figura 8 Piso Débil

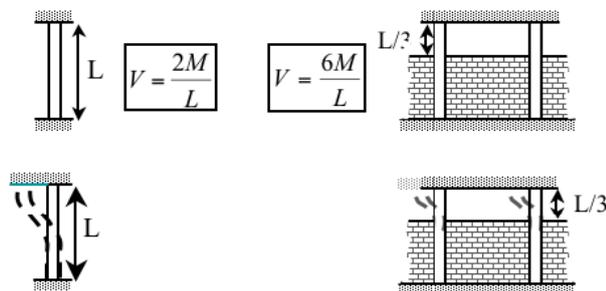


Fuente: (Blanco, 2012)

## Elementos no estructurales

El elemento secundario es importante porque si la estructura está compuesta principalmente por pórticos, la rigidez que proporcionará el tabique será considerable. En cambio, si la estructura está compuesta por pórticos y muros de hormigón, la rigidez que aportará el tabique será considerable. ser considerable Muy pequeño en comparación con los elementos de hormigón. Según la Figura 9 los elementos no estructurales deben de aislarse de los elementos estructurales.

**Figura 9** Elemento no estructural se debe aislar

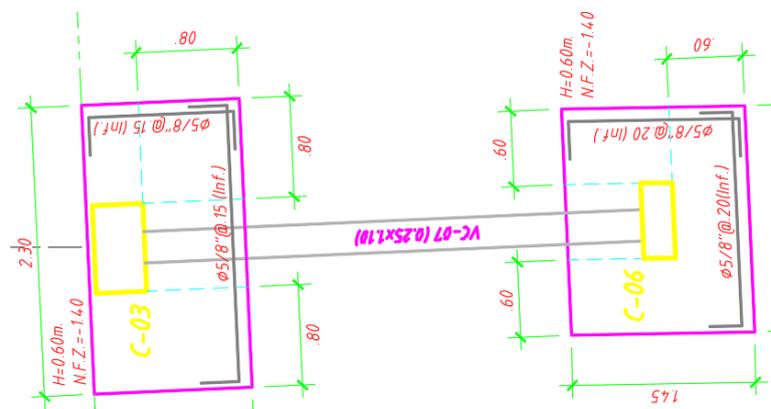


Fuente: (Blanco, 2012)

## Cimentación

Para realizar el correcto diseño de la cimentación, se deben considerar los siguientes factores: la transmisión de la fuerza cortante de cimentación de la estructura al suelo, la provisión de momento de vuelco, la posibilidad de diferentes movimientos de los elementos de cimentación y la licuefacción.

**Figura 10** Cimentación conectada

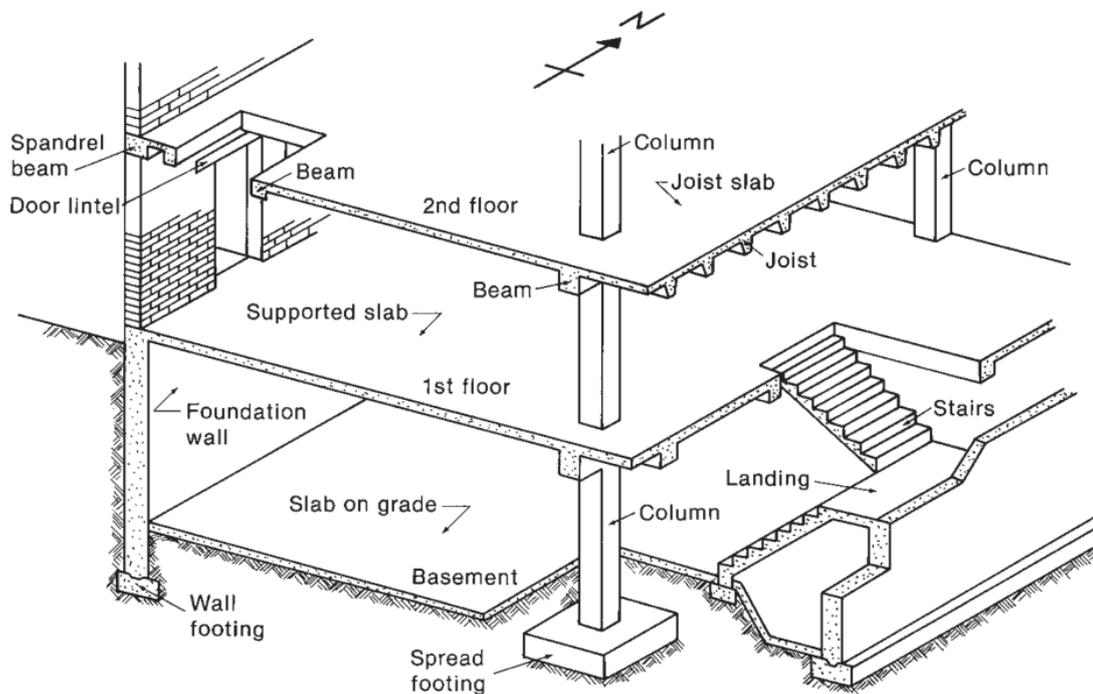


Fuente: Elaboración propia

## Estructura

Se define como el conjunto de elementos estructurales, ensamblados entre sí, que tienen como función recibir cargas, soportar esfuerzos y transmitir las cargas al suelo, que está sometida a las acciones de carga vertical (carga viva y carga muerta) y carga lateral (sismo).

**Figura 11** Estructura aporricada

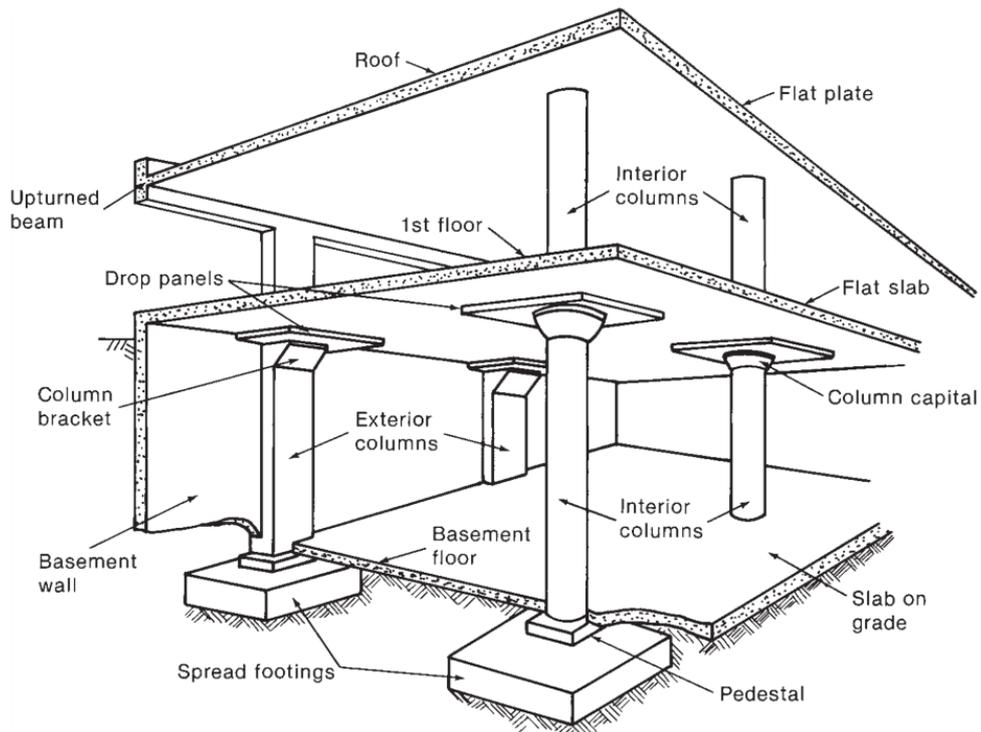


Fuente: (Wicht & Mac Gregor, 2012)

## Elemento estructural

Son los componentes que componen la estructura y se clasifican por tamaño de elemento (unidimensional, bidimensional, tridimensional), forma y / o posición geométrica, estado de tensión y / o tensión principal (esfuerzos como tracción, compresión, flexión, torsión).

**Figura 12** Elementos estructurales



Fuente: (Wicht & Mac Gregor, 2012)

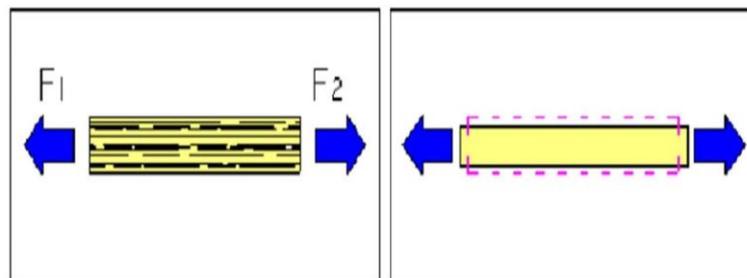
### Tipos de esfuerzos en las estructuras

El tipo de fuerza depende de la posición y la fuerza que actúa sobre la estructura.

#### Tracción

Cuando un elemento estructural es sometido a una fuerza que tiende a estirarse, provoca que las partículas que lo componen se separen.

**Figura 13** Esfuerzo a tracción

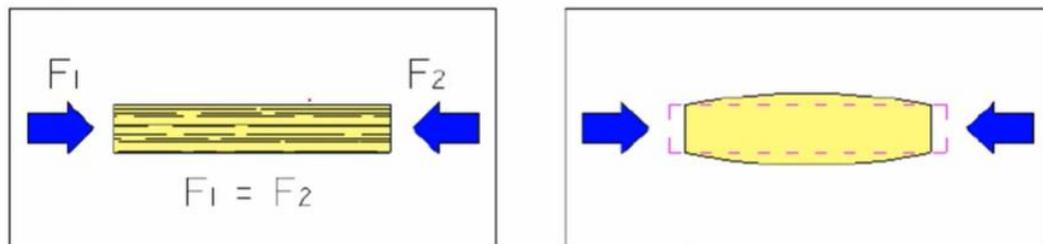


Fuente: (Oposición Bombero Online, 2015)

## Compresión

Cuando el elemento estructural es sometido a fuerzas que intentan aplastarlo, haciendo que las partículas que lo componen se aproximen.

**Figura 14** Esfuerzo a compresión

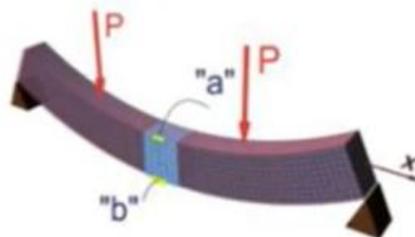


Fuente: Fuente: (Oposición Bombero Online, 2015)

## Flexión

Cuando un miembro estructural se somete a una fuerza que intenta doblarlo, la compresión y la tensión se combinan. Las fibras superiores del elemento de plegado se acortan y las fibras inferiores se alargan.

**Figura 15** Esfuerzo flexión

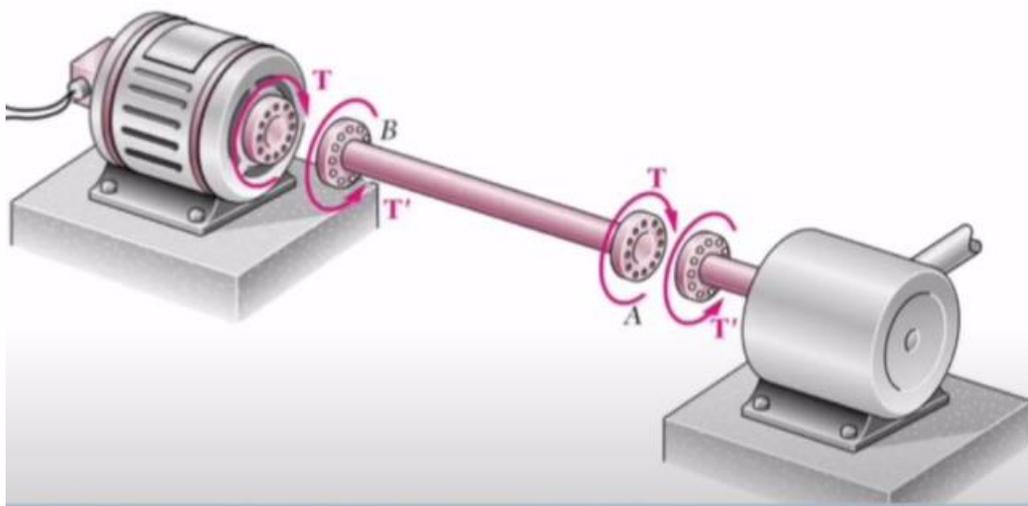


Fuente: (CIVIL ENGINEERING TUTORIALES, 2016)

## Torsión

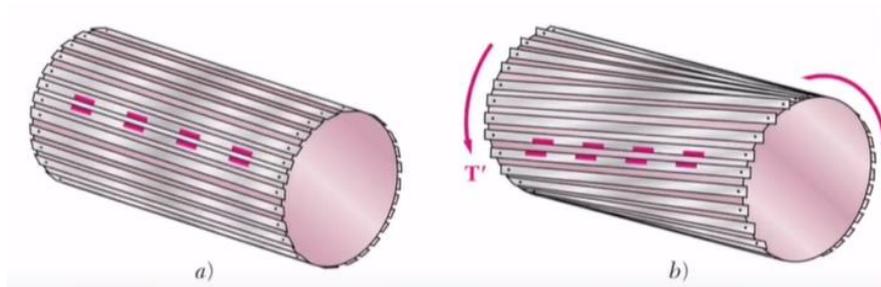
Cuando el elemento estructural es sometido a fuerzas que intentan torcerlo sobre su propio eje.

**Figura 16** Momento torsión



Fuente: (Beer, Russel Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2012)

**Figura 17** Esfuerzo torsión

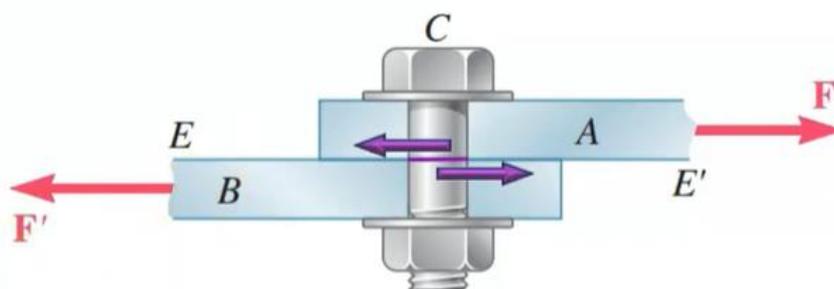


Fuente: (Beer, Russel Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2012)

### Corte

Cuando un elemento estructural se somete a una fuerza perpendicular al elemento, esto hace que las partículas del material se muevan entre sí, provocando que se corten.

**Figura 18** Esfuerzo de corte



Fuente: (Beer, Russel Johnston, DeWolf, & Mazurek, 2012)

## **Configuración estructural y planificación**

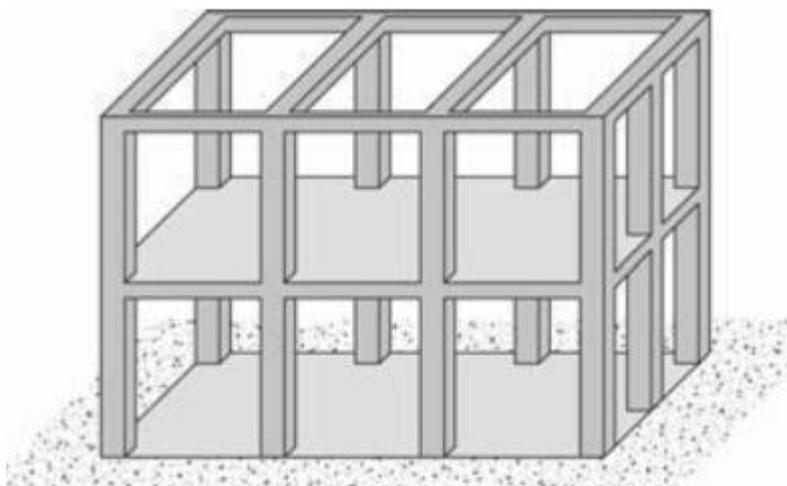
### **Sistemas estructurales**

Según las normas técnicas de Perú E.030 (norma sísmica) y E 060 (norma de hormigón armado), existen cinco sistemas estructurales: hormigón armado, acero, mampostería, madera y suelo.

### **Estructuras de concreto armado**

Conjunto de elementos conectados para soportar la carga. El código nacional de edificación reconoce los siguientes sistemas estructurales de hormigón armado: pórticos, duál, muros estructurales, muros con ductilidad limitada.

**Figura 19** Estructura aporticada



Fuente: (Charleson, 2012)

### **Estructuras de acero**

Las normativas nacionales de construcción reconocen los siguientes sistemas estructurales relacionados con las estructuras de acero, tales como: marco medio de momento flector, marco general de momento flector, marco especial de soporte concéntrico y marco general de soporte concéntrico.

**Figura 20** Estructura de acero



Fuente: (Charleson, 2012)

### Estructuras de albañilería

El Código Nacional de Construcción estipula que un edificio con esta estructura se compone de elementos sísmicos, a saber, muros de mampostería de arcilla o concreto.

**Figura 21** Estructura de albañilería



Fuente: (Rivero, 2017)

## Estructuras de madera

El Código Nacional de Edificación considera que este tipo de estructura es una estructura compuesta por elementos de madera resistente, incluyendo sistemas de celosía, columnas y estructuras de soporte de vigas.

**Figura 22** Estructura de madera



Fuente: (Charleson, 2012)

## Predimensionamiento

Para determinar el tamaño de antemano, se requiere la medición de la carga. Todo edificio debe estar diseñado para soportar todas las cargas que soportará durante su vida. La carga se refiere a la fuerza externa que actúa sobre diferentes elementos estructurales. Para edificios, considere dos tipos de cargas: carga estática y carga viva. Para asegurar la funcionalidad de los elementos estructurales y evitar que se desvíen excesivamente, tanto las vigas como las losas tienen expresiones dimensionales.

## Losa Aligerada

Para el tamaño predeterminado de la placa adelgazada, se debe considerar en la práctica que la luz libre no suele exceder los 7,00 m, porque se recomienda utilizar placas rigidizadas para más de este tamaño, porque la placa adelgazada ya no es económica.

**Tabla 1** Dimensionamiento de losa aligerada en una dirección

H <sub>losa</sub> (cm)	H <sub>ladrillo</sub> (cm)	W <sub>pp</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
17	12	280
20	15	300
25	20	350
30	25	420

Fuente: (Comite de la Norma Técnica E 020, 2006)

Con referencia a la Tabla 1, podemos visualizar que tenemos la relación entre el peralte de losa y el peso de la misma.

Según de Blanco (2010) se obtiene la siguiente fórmula:

$$h = \frac{L_n}{25}$$

Donde: L<sub>n</sub> = menor luz libre

**Tabla 2** Losa aligerada en una dirección

Luz (m)	Espesor Losa (cm)	Ladrillo (cm)
4	17	12
5	20	15
6	25	20
7	30	25

Fuente: Elaboración propia

Con referencia a la Tabla 2, podemos visualizar que tenemos la relación entre el peralte de losa y el peso de esta.

## Vigas

Las vigas se pueden predimensionar de la siguiente manera:

b : ancho de viga (m)

B : ancho tributario (m)

$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25 \text{ m}$$

Para la viga principal se considera:

L : luz libre (m)

h : peralte de viga (m)

$$h = \frac{L}{\alpha}$$

**Tabla 3** Consideración de sobrecarga y factor  $\alpha$

Ws/c (kg/m <sup>2</sup> )	$\alpha$
s/c ≤ 200	12
200 < s/c ≤ 350	11
350 < s/c ≤ 600	10
600 < s/c ≤ 750	9

Fuente: (Morales Morales, 2014)

Para la viga secundaria se considera:

L : luz libre (m)

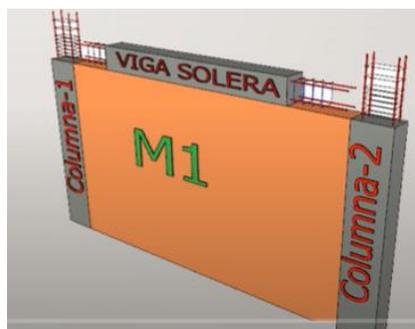
h : peralte de viga (m)

$$h = \frac{L}{14}$$

### Muros portantes

De acuerdo con el código de construcción nacional E.070 estándar "Albañilería", para ciertas zonas sísmicas, se debe considerar el espesor mínimo. Para zonas sísmicas 2, 3 y 4,  $t \geq h / 20$ ;  $t \geq h / 25$ , para zonas sísmicas 1.

**Figura 23** Muro portante

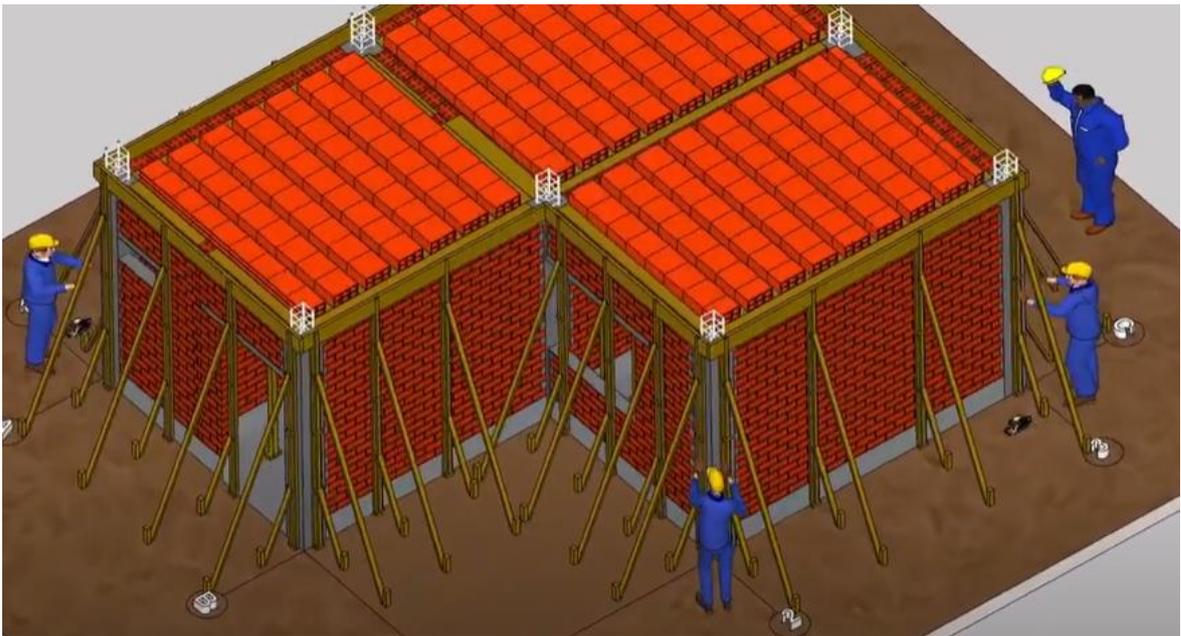


Fuente: Elaboración propia

## Elementos de confinamiento

El espesor efectivo de la viga de cimentación y la columna de restricción es igual al espesor efectivo de la pared, la profundidad mínima de la viga de cimentación es igual al espesor de la losa del techo, la profundidad mínima de la columna de restricción es de 15 cm y el área mínima de la contención es  $(15 * t) \text{ cm}^2$ .

**Figura 24** Elementos de confinamientos



Fuente: (Arenas Vilca, 2021)

## Cimiento

Según (Abanto Castillo, 2017), los cimientos se pueden predimensionar con la siguiente expresión:

$$\text{Área cimiento} \geq \frac{P_{\text{servicio}}}{q_a}$$

Además “ $q_a$ ”: capacidad portante admisible del suelo ( $\text{kg/cm}^2$ )

El área de la base es igual a largo por ancho.

## Columnas

El tamaño de la columna está diseñado de manera que la tensión axial máxima en la sección de la columna esté bajo la tensión de servicio y sea menor

o igual a  $0.45 f'c$ . El área mínima del área de alta actividad sísmica es de  $1000 \text{ cm}^2$ . Al tratarse de una etapa de dimensiones predeterminadas, se trataron los pilares y losas de la misma manera, y se decidió mantener las dimensiones propuestas en la arquitectura. Todos los elementos con una relación largo-ancho menor de 4 se consideran pilares y los demás elementos se consideran tableros.

La carga de servicio es igual a:  $P = (\#pisos) * (A_{tributaria}) * D_{piso}$ .

$$A_{col} = \frac{\delta * P_g}{n * f'c} \quad \text{Cálculo del área de la columna.}$$

$P_G = P_D + P_L$  Sumatoria de cargas de servicio.

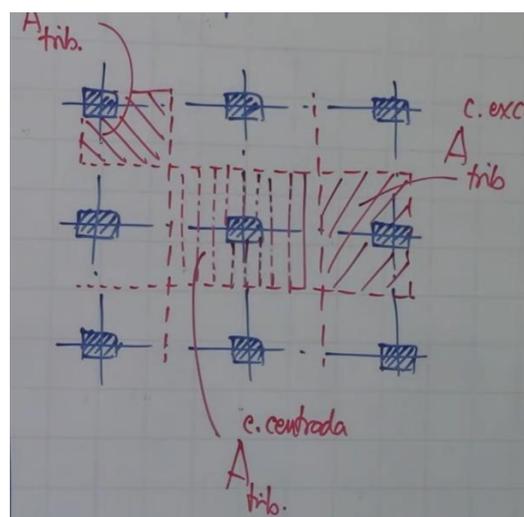
Columna Se asume para metrado  $0.50 \times 0.50 \text{ m}$ .

**Tabla 4** Coeficiente en base a la ubicación de columnas

Tipo Columna	$\delta$	$\nu$
Central	1.1	0.3
Perimetral	1.25	0.25
Esquina	1.5	0.2

Fuente: (Oviedo Sarmiento, 2016)

**Figura 25** Área tributarias para el predimensionamiento de columnas



Fuente: (Villarreal Castro, 2015)

## Escaleras

Las escaleras se consideran losas sólidas compuestas de escalones, cubiertas y barandas, mientras que los escalones se componen de escalones o escalones compuestos de escalones y escalones traseros.

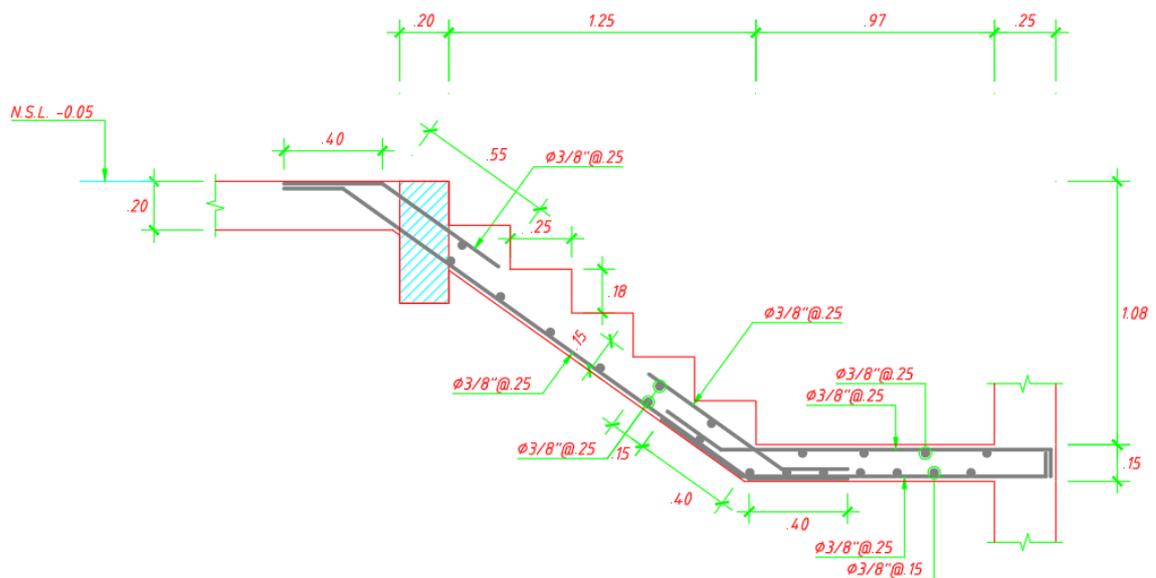
Para el contrapaso y el paso, se recomienda la siguiente relación:

$$0,60 \text{ m} \leq 2C + P \leq 0,64 \text{ m}$$

tenga en cuenta el paso debe ser  $P \geq 0,25 \text{ m}$  y el paso el contrapaso  $C \leq 0,18 \text{ m}$ .

El espesor de la garganta de escalera:  $t \geq (1/25 \text{ a } 1/20) * L_n$ , y tome el valor promedio.

**Figura 26** Detalle de escalera

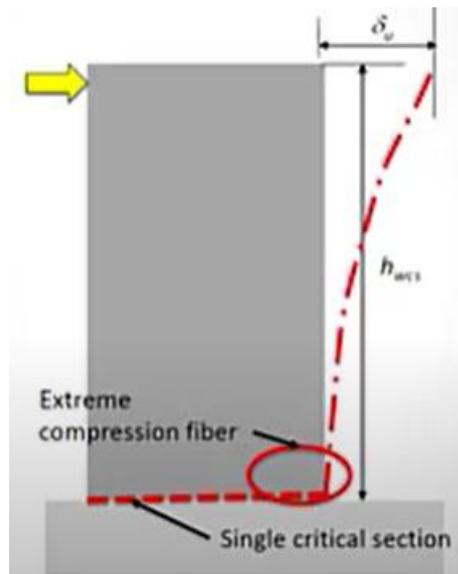


Fuente: Elaboración propia

## Muros de concreto armado

Cuando la pared de mampostería en cualquier dirección del edificio sea insuficiente, se utilizarán losas gruesas, el espesor debe ser de al menos 0,10 m, generalmente 0,15 m, y la longitud varía de 1,20 a 3,50 m.

**Figura 27** Muros de concreto armado



Fuente: Elaboración propia

### **Análisis estructural**

El departamento de física puede determinar el comportamiento de la estructura en estudio y debe resistir diferentes fuerzas internas. Para utilizar la teoría de la mecánica estructural para el análisis estructural, se deben definir el sistema estructural, la geometría, los materiales y las cargas aplicadas.

### **Análisis por carga horizontal (sismo)**

De acuerdo con la norma del código de construcción nacional E.070 "Albañilería", la estructura de mampostería es un edificio con una altura de hasta cinco pisos o 15 metros. Para ello, los métodos de análisis estáticos son suficientes. Utilice un conjunto de tensiones para representar la tensión de un terremoto. La fuerza que actúa sobre el centro de gravedad de cada piso del edificio.

El edificio de mampostería consta de muros de ladrillo armado, cimientos y losas de hormigón armado utilizadas como tabiques horizontales. Para el modelado de edificios, se puede considerar que las paredes están incrustadas en la base y conectadas por particiones rígidas. La fuerza cortante en la parte inferior del edificio se determinará de acuerdo con el código de construcción nacional E.030 estándar "Diseño sísmico", y se distribuirá en cada piso del edificio.

## Rigidez de un muro de albañilería

Esta es la relación entre la fuerza aplicada y la deformación causada por esa fuerza. El desplazamiento total está compuesto por la deformación causada por la flexión y el cizallamiento. Obtenga la siguiente fórmula de rigidez de la pared:

$$K = \frac{E_m * t}{4 \left(\frac{h}{l}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{l}\right)}$$

Donde:

K : rigidez lateral en kg/cm.

$E_m$  : módulo de elasticidad de la albañilería en kg/cm<sup>2</sup> ( $E_m = 500 * f'm$ ).

t : dimensión del muro perpendicular a la dirección analizada (cm).

l : dimensión del muro paralela a la dirección analizada (cm).

h : altura del muro en (cm).

f'm : resistencia a compresión axial de la albañilería (kg/cm<sup>2</sup>)

## Metodología de análisis estático

En el análisis estático, se ha verificado que la sección transversal de cada capa del muro es suficiente para resistir el esfuerzo cortante. El análisis incluye los siguientes pasos: determinar el peso del edificio (aumentando la carga permanente y una cierta proporción de la carga activa); calcular el esfuerzo cortante en la parte inferior del edificio causado por la carga. Por lo tanto, se utilizará la fórmula establecida en el Código Nacional de Edificación E.030 "Diseño Sísmico" para distribuir el esfuerzo cortante de la parte inferior del edificio a la altura del edificio. Construyendo, como fuerza sísmica horizontal, en dos direcciones (X, Y), existen las siguientes fórmulas:

$$F_i = \alpha_i * V ; \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^h}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

n : número de pisos del edificio.

$k$  : exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ ), en la dirección en que se considere. En donde se tiene que: si  $T \leq 0,5$  segundos entonces  $k : 1,00$ , y si  $T > 0,5$  segundos entonces  $k = (0,75 + 0,5T) \leq 2,0$ .

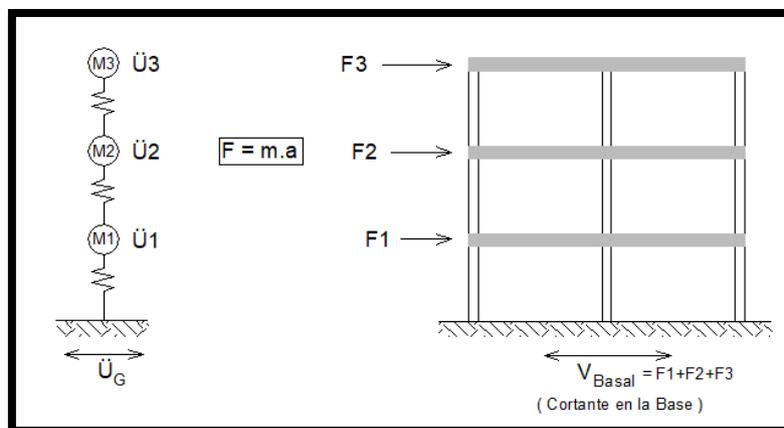
$F_i$  : fuerza sísmica horizontal en el nivel  $i$ .

$P_i$  : peso en el nivel  $i$ .

$h_i$  : Altura del nivel  $i$  con relación al nivel de terreno.

$V$  : fuerza cortante en la base de la estructura.

**Figura 28** Fuerzas sísmicas en altura



Fuente: (Piqué del Pozo J. R., 2010)

### Diseño en albañilería confinada

Los procedimientos para el diseño correcto de mampostería presurizada se detallan en el Código Nacional de Construcción No. E.070 "Albañilería". Esta regulación tiene en cuenta el comportamiento elástico de los muros en terremotos moderados y el impacto de terremotos severos.

En cada dirección (X, Y) del análisis del edificio, la suma de la resistencia proporcionada por el muro de carga es al menos igual a la suma del cortante de la cimentación.

Los elementos de contención deben poder soportar las cargas provocadas por las fisuras diagonales del muro.

El diseño de mampostería restringida se divide en 5 etapas: verificación de la densidad mínima del muro en dos direcciones del edificio, diseño de carga vertical, análisis elástico antes de terremotos moderados y cálculo y diseño de corte de muro.

### **Verificación de la densidad mínima de muros**

Esta etapa puede evitar fallas por insuficiente resistencia de carga lateral, se debe verificar en dos direcciones (X, Y) para asegurar que exista un número mínimo de muros para satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

L : longitud total del muro incluyendo columnas (L > 1,20 m).

t : espesor efectivo.

A<sub>p</sub> : área de la planta típica del edificio.

Z : zona sísmica.

U : factor de uso.

S : factor de suelo.

N : número de niveles del edificio.

Cuando la ecuación no se satisface, puede optar por aumentar el espesor (t) de uno o más muros de mampostería o reemplazar uno o más muros con muros de hormigón armado (losas).

Reemplace el muro de mampostería con concreto reforzado. Al verificar la fórmula anterior, el espesor debe convertirse de acuerdo con la relación del módulo de elasticidad, utilizando la siguiente fórmula.

$$n = \frac{E_c}{E_m} ; E_c = 1500\sqrt{f'_c} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; E_m = 500f'_m \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$f'_m$ : resistencia a compresión axial de la albañilería.

$E_c$ : módulo de elasticidad del concreto.

$f'_c$ : resistencia a la compresión axial del concreto.

### Diseño por carga vertical

El diseño de carga vertical debe cumplir con tres pasos:

Para evaluar la carga axial causada por la gravedad que actúa sobre cada pared, la fuerza axial que actúa sobre cada pared debe ser menor o igual a 0,15 ( $f'_m$ ).

$$\sigma_a = \frac{Pg}{L * t}$$

Determinar el esfuerzo admisible por carga vertical, en donde  $t \geq h/20$  (para zonas sísmicas 2, 3, 4), y  $t \geq 25$  (para la zona sísmica 1).

$$\sigma_m = 0.20 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]; \sigma_m \leq 0.15 f'_m$$

$h$  : altura del muro

Compare la tensión aplicada con la tensión admisible. Si  $\sigma_a < \sigma_m$ , la sección de la pared es suficiente. Si  $\sigma_a > \sigma_m$ , la sección de la pared no es suficiente y se debe aumentar el espesor o la resistencia a la compresión.

### Análisis elástico ante sismo moderado

En los resultados de sismos moderados, la influencia de la carga gravitacional, el factor de amplificación de carga y el factor de reducción de resistencia cumplen con la norma E.060, y se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: El diseño de falla por flexión y cortante de elementos de concreto reforzado depende del transversal refuerzo (estivos) y El refuerzo horizontal de la losa. Y la base se diseñará bajo las condiciones de uso (tensión permitida en el suelo).

Luego de determinar la fuerza interna generada por un sismo moderado, se debe verificar que la fuerza cortante de cada muro no exceda el 55% de la fuerza cortante de fisuración diagonal, por lo que la pared es elástica.

### **Cálculo de la resistencia al corte de los muros**

La evaluación se realizó sobre fisuración oblicua de muros restringidos construidos con ladrillos de arcilla, y la fórmula es la siguiente:

$$V_m = 0.5v'_m * \alpha * t * L + 0.23P_g$$

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

Los valores de  $M_e$  y  $V_e$  son las fuerzas internas obtenidas en el análisis sísmico moderado. Y calcule el valor de  $V_m$  en cada pared del edificio.

### **Controles para diseño sismo severo**

Para el propósito de diseño de coplanariedad, se debe suponer que la pared tiene una sección rectangular, y cuando hay paredes que se cruzan verticalmente, la unidad de barra de acero más grande en el diseño independiente de las dos paredes se utilizará como unidad de barra de acero vertical. en el punto vertical. intersección. Verifique la resistencia al corte del edificio. El objetivo es proporcionar suficiente resistencia y rigidez al edificio. En cada entrepiso "i" y en cada dirección "X" e "Y", debe ajustarse a:

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

Utilice el valor  $V_m$  calculado para comprobar la resistencia general del edificio y obtener la suma de cada dirección (X, Y). La suma debe ser mayor que la fuerza cortante ( $V_e$ ) del terremoto mayor para que sea suficiente para definir el muro. Si no cumple con los requisitos, se debe reemplazar el muro de hormigón armado, o se debe aumentar el espesor del muro de mampostería o se debe mejorar la calidad de la mampostería. Si  $\sum V_m > 3 * V_e$ , la estructura desempeñará un papel elástico y la mampostería podrá apoyarse lateralmente con un mínimo de barras de acero.

Calcule el aumento y verifique las grietas diagonales en la pared horizontal sobre el primer piso. Suponiendo que el edificio ha resistido un fuerte terremoto y la pared del primer piso está afectada por grietas oblicuas, se verifica la siguiente fórmula:

$$2 \leq \left( \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \right) \leq 3$$

Calcule la fuerza interna dentro del rango del primer piso, porque el primer piso de cada edificio es el piso que soporta la mayor carga y generalmente falla debido al cizallamiento. Por lo tanto, el código de construcción nacional en el estándar E.070 "Albañilería" utiliza la siguiente fórmula para determinar la fuerza interna de la columna de restricción en este nivel.

**Tabla 5** Fórmulas para determinar las fuerzas internas en las columnas de confinamiento del primer nivel

Columna	$V_e$ (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{V_{m1} * L_m}{L(N_c + 1)}$	$V_{m1} \left( \frac{h}{L} \right) - P_c$	$P_c - V_{m1} \left( \frac{h}{2L} \right)$
Externa	$1.5 \frac{V_{m1} * L_m}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Fuente: Abanto Castillo (2017)

Donde:

M :  $M_{u1} - \frac{1}{2} * V_{m1} * h$  (h: altura del primer piso).

F :  $M/L$ , carga axial en las columnas producidas por el momento flector.

$N_c$  : número de columnas de confinamiento en el muro de análisis (en muros de un paño se considera este valor como 2).

$L_m$  : longitud de paño mayor o 0,5 L, se toma el mayor valor, para muros de un paño considerar  $L_m = L$ .

$V_{n1}$  : cortante de agrietamiento diagonal en el primer nivel.

L : longitud total del muro, que incluye a las columnas de confinamiento.

$P_c$  : carga vertical tributaria en cada columna que incluye la carga transversal que proviene de los muros.

$M_{u1}$  : momento flector ante sismo severo.

### Diseño de los confinamientos del primer nivel

Determine la sección de hormigón (diseño de cizallamiento por fricción y compresión), refuerzo vertical y estribos cerrados (se pueden utilizar estribos cerrados con ganchos de 135 ° o estribos de 1¾ de vuelta o estribos de 180 °).

$$A_n = A_s + \frac{\frac{C}{\Phi} - A_s f_y}{0.85 * f'_c * \delta}$$

Donde:

$\Phi$  : 0.70 ó 0.75, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente.

$\delta$  : 0.80, para columnas sin muros transversales.

$\delta$  : 0.80, para columnas sin muros transversales.

Diseño por corte - fricción, determinación de la sección transversal de la columna de confinamiento,  $\Phi = 0.85$ .

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.20 * f'_c * \Phi} \geq A_c \geq 15t \text{ (cm}^2\text{)}$$

Para el refuerzo vertical se utilizan las siguientes fórmulas:

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y * u * \Phi}$$

$$A_{st} = \frac{T}{f_y * \Phi}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq 0.1 \frac{f'_c * A_c}{f_y} \text{ (Área mínima } 4 \phi 8 \text{ mm)}$$

Donde:

$\Phi$  : 0.85 (coeficiente de reducción de resistencia).

$u$  : Coeficiente de fricción ( $u = 0.8$  para juntas sin tratamiento y  $u = 1.0$  para juntas intencionalmente rugosas).

Fórmula para el cálculo de estribos de confinamiento:

$$s_1 = \frac{A_v * f_y}{0.3t_n * f'_c * \left(\frac{A_c}{A_n} - 1\right)}$$

$$s_1 = \frac{A_v * f_y}{0.12t_n * f'_c}$$

$$s_1 = \frac{d}{4} \geq 45 \text{ cm}$$

$$s_1 = 10 \text{ cm}$$

Donde:

d : peralte de la columna.

t<sub>n</sub> : espesor del núcleo confinado.

A<sub>v</sub> : suma de las ramas paralelas del estribo.

Coloque estribos de al menos ¼ de pulgada de diámetro: 1 @ 5, 4 @ 10, rto. @ 25 cm. Además, se añadirán 2 estribos en la unión de cada 10 cm de estribos en la columna base y el voladizo.

La viga de cimentación está diseñada para estar bajo tensión para soportar la fuerza T<sub>s</sub>. El área de la sección transversal de la viga de cimentación debe ser suficiente para acomodar las barras de acero longitudinales. Un techo de vigas planas con una altura superior igual al espesor también puede Se coloca el estribo más pequeño: ϕ ¼ ”: 1 @ 5, 4 @ 10, rto. @ 25 cm.

$$T_s = V_{m1} * \left(\frac{L_m}{2L}\right)$$

$$A_s = \left(\frac{T_s}{\phi * f_y}\right) \geq 0.1 \frac{f'_c * A_{cs}}{f_y} \text{ (Mínimo } 4 \phi 8 \text{ mm)}$$

Como **definición de términos**, tenemos:

### **Albañilería o Mampostería**

Materiales estructurales constituidos por "unidades de mampostería" colocadas con mortero o "unidades de mampostería" apiladas, en este caso se combinan con hormigón líquido. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Albañilería Armada**

El interior de la mampostería está reforzado con barras de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrado por hormigón líquido, de modo que los diferentes componentes trabajen juntos para resistir el esfuerzo. Los muros de mampostería armada también se denominan muros armados (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Albañilería Confinada**

Los alrededores de la mampostería se refuerzan con elementos de hormigón armado y se vacían tras la construcción de la mampostería. La cimentación de hormigón se considerará como el límite horizontal del primer muro (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Albañilería No Reforzada**

Mampostería no reforzada (mampostería ordinaria) o mampostería reforzada que no cumple con los requisitos mínimos de esta norma. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural**

Mampostería armada que cumpla con los requisitos de esta norma. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Altura Efectiva**

La distancia libre vertical que existe entre los elementos de soporte horizontales. Para muros sin apoyo en la parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Arriostre**

Los elementos de refuerzo (horizontales o verticales) o muros transversales pueden realizar las funciones de estabilidad y resistencia de los muros portantes y no portantes, y soportan cargas perpendiculares a su plano. (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Borde Libre**

El extremo horizontal o vertical sin apoyo de la pared (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Concreto Líquido o Grout**

Hormigón con o sin agregado grueso y consistencia fluida (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Columna**

Los elementos de hormigón armado están diseñados y construidos para transferir cargas horizontales y verticales a los cimientos. Los pilares se pueden utilizar como soportes o soportes al mismo tiempo. (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Confinamiento**

Conjunto de elementos de hormigón armado, horizontales y verticales, cuya función es dotar de ductilidad al muro de carga (Comisión NTE 0.70, 2006).

## **Construcciones de Albañilería**

Un edificio cuya estructura está compuesta principalmente por muros de mampostería de carga. (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Espesor Efectivo**

Es equivalente a un espesor de pared sin patrones u otros recubrimientos, sin profundidad de lijado u otras profundidades equivalentes. Para muros de mampostería reforzada parcialmente llenos de hormigón líquido, el espesor efectivo es igual al área de la sección transversal neta dividida por la longitud del muro. (Comité NTE 0.70, 2006).

## **Muro Arriostrado**

Muro con elementos de soporte (Comité NTE 0.70, 2006)

## **Muro de Arriostre**

Los muros de carga a lo largo del muro proporcionan resistencia y estabilidad lateral (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Muro No Portante**

El muro diseñado y construido solo puede soportar la carga de su propio peso y la carga lateral de la aeronave. (Comité NTE 0.70).

### **Muro Portante**

El muro está diseñado y construido de tal manera que puede transferir cargas horizontales y verticales desde el primer piso a un piso inferior o cimentación. Estos muros forman la estructura del edificio de mampostería y deben tener continuidad vertical (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Mortero**

Materiales pegados horizontal y verticalmente con unidades de mampostería. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Placa**

El muro de carga de hormigón armado está diseñado de acuerdo con los requisitos de la norma técnica de construcción E.060 (Comisión NTE 0.70, 2006).

### **Plancha**

El miembro de acero poroso se coloca a lo largo del extremo libre de la pared de mampostería reforzada para hacerlo dúctil. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Sismo Moderado**

La fuerza de inercia que proporciona es igual a la mitad del valor producido por un gran terremoto.

### **Sismo Severo**

Es un método que utiliza el factor de reducción de esfuerzos sísmicos  $R = 3$ . (Norma del Comité Técnico Permanente E.030, 2017, página 9) **Tabique**. Muros de carga verticales no portantes, utilizados para subdividir habitaciones o como vallas perimetrales (Comisión NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería**

Ladrillos y bloques de arcilla cocida, hormigón o sílice-cal. Puede ser macizo, hueco, alveolar o tubular. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería Alveolar**

Para unidades de mampostería sólida o hueca, la rejilla o el panal es lo suficientemente grande para acomodar el refuerzo vertical. Estas unidades se utilizan para fortalecer la estructura de la pared. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería Apilable**

Es una unidad de mampostería alveolar sin mortero (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería Hueca**

En cualquier plano paralelo a la superficie del asiento, el área equivalente de la sección transversal es menos del 70% del área total del mismo plano (Comisión NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza)**

En cualquier plano paralelo a la superficie del asiento, unidad de mampostería cuya sección transversal sea igual o superior al 70% del área total del mismo plano. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta)**

Unidad de mampostería, el orificio es paralelo a la superficie del asiento (Comisión NTE 0.70, 2006).

### **Viga Solera**

Las vigas de hormigón armado se colocan en el muro de mampostería para desempeñar un papel de soporte y soporte. (Comité NTE 0.70, 2006).

### **Albañilería confinada**

Este es el nombre del muro, es una combinación de ladrillo y mortero, el muro está reforzado con elementos de hormigón armado como vigas y bolardos. Para la primera capa, sus restricciones de nivel básico serán la base.

### **Carga de servicio**

Son aquellas cargas que no se ven afectadas por el factor de amplificación. Y debe cumplir con la norma de carga E.0.20 del "Código Nacional de Edificación". Suelen utilizarse para obtener los dimensionamientos de diferentes elementos, etc.

### **Carga factorizada**

Son cargas afectadas por el factor de amplificación y son adecuadas para el diseño de resistencias. Estas precauciones se pueden encontrar en la "Norma de hormigón armado E.0.60", que forma parte del "Código Nacional de Construcción". El diseño de diferentes componentes de hormigón se completa bajo esta carga.

### **Losa**

Son elementos estructurales relativamente delgados, también llamados entrepiso o techo.

### **Muro de corte o placa**

Se considera un elemento estructural sustancialmente vertical diseñado para resistir la acción combinada de flexión y fuerzas axiales.

### **Viga**

Elementos estructurales horizontales generales diseñados para resistir la combinación de flexión y cizallamiento.

### **zapatas**

Este es el nombre de la base que transfiere la carga de la columna o la pared al suelo o la base. El tamaño de la cimentación es mayor que el tamaño de la columna o muro, porque la resistencia a la compresión del hormigón es mayor que la del suelo, reduciendo así la tensión transferida al suelo.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

Este proyecto de investigación pertenece al tipo de investigación aplicada. Con base en la formulación de la hipótesis y la explicación de la matriz de consistencia, se utilizan diferentes métodos de auscultación para el objeto de investigación, que se refieren al fortalecimiento estructural y expansión de nivel de los soportes teóricos que constituyen el marco teórico.

#### Diseño de investigación

En cuanto al diseño de este proyecto de investigación, es no experimental, transversal y relevante. Debido a la primera característica, las variables no se pueden manipular. Debido a la segunda característica, la información generada se utilizará dentro de un cierto período de tiempo. Y a través de la última característica, determinará la relación significativa entre el refuerzo sísmico y la expansión horizontal.

### 3.2. Variables y operacionalización

Como variables del proyecto de investigación tenemos:

#### Variable independiente:

- Diseño de albañilería confinada.

#### Variable dependiente:

- Vivienda multifamiliar de cuatro niveles.

En la siguiente Tabla se muestra la tabla de operacionalización de variables:

**Tabla 6** Operacionalización de variables

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
<b>Variable Independiente:</b> Diseño de albañilería confinada	Análisis y diseño estructural Debe ser cuidado y protegido.	Se medirá mediante software de computadora para extraer la información	Densidad de muros y el esfuerzo axial máximo	Dirección X	De razón
				Dirección Y	
			Derivas de entrepiso	Relación desplazam	

	<p>Integridad de los residentes, por ejemplo Y esos elementos En el edificio antes de la carga Actúa al respecto. Debería prestar atención Lo importante es el respeto Estructura y otros estándares Profesional, hacer Estructuralment e seguro y Económico. Morocho (2016)</p>	<p>necesaria para el diseño de mampostería restringida de la estructura. Del mismo modo, el análisis sísmico se llevará a cabo de acuerdo con las normativas nacionales de construcción.</p>		<p>iento relativo y altura de entrepiso</p> <p>Desplazamiento máximo</p> <p>Viga Solera</p> <p>Columna de amarre</p> <p>Cimientos corridos</p> <p>Zapatas</p>	
<p><b>Variable dependiente:</b> Vivienda multifamiliar</p>	<p>Es una especie de edificación vertical u horizontal dividida en múltiples unidades habitacionales integradas, y el terreno se comparte como bienes públicos (Juan de Dios 2020)</p>	<p>Se respetarán los parámetros urbanísticos del distrito de Lince. Y las recomendaciones del código de edificación peruano vigente.</p>	<p>Construcción horizontal</p> <p>Construcción vertical</p>	<p>Área de terreno (m<sup>2</sup>)</p> <p>Altura de la edificación (m)</p>	<p>De razón</p>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Todas las viviendas multifamiliares de concreto armado de la Av. Francisco Lazo del distrito de Lince.

## Muestra

Vivienda multifamiliar de cuatro niveles en la Av Francisco Lazo N°1837 en el distrito de Lince.

## Muestreo

El muestreo para este proyecto de investigación corresponde al muestreo no probabilístico con clasificación por conveniencia.

**Tabla 7** Matriz de consistencia del proyecto de investigación

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
<b><u>Problema general:</u></b>	<b><u>Objetivo general:</u></b>	<b><u>Hipótesis general:</u></b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Diseño de albañilería confinada	Densidad de muros y el esfuerzo axial máximo	Dirección X	Software ETABS 2019	<b>Método:</b> Científico <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Explicativo <b>Diseño:</b> No experimental  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Todas las viviendas multifamiliares de concreto armado de la Av. Francisco Lazo del distrito de Lince <b>Muestra:</b> Vivienda multifamiliar de cuatro niveles en la
¿Por qué es necesario una propuesta de mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?	Proponer la mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince			Dirección Y		
<b><u>Problemas específicos:</u></b>	<b><u>Objetivos específicos:</u></b>	<b><u>Hipótesis específicas:</u></b>		Derivas de entrepiso	Relación desplazamiento relativo y altura de entrepiso		
¿Por qué es necesario verificar densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en	Determinar la densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa al determinar la densidad de muro y esfuerzo axial en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar		Diseño de elementos de refuerzo	Desplazamiento máximo		
					Viga Solera		
					Columna de amarre		

Lima- Lima- Lince?		r de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince				Av Francisco Lazo N°1837 en el distrito de Lince
¿Por qué es necesario verificar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?	Determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa al determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince		Diseño de la cimentación	Cimientos corridos Zapatas	
¿Por qué es necesario diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?	Diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa al diseñar los elementos de refuerzo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Vivienda multifamiliar	Construcción horizontal	Área de terreno (m2)	
				Construcción vertical	Altura de la edificación (m)	<b>Técnica:</b> Observación

Fuente: Elaboración propia

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

Este trabajo de investigación se basará en observaciones, realizadas de manera meticulosa y registradas, para que pueda ser analizado con el objetivo de la investigación en el futuro, y el instrumento de recolección de datos se medirá a

través del cuaderno in situ, cámara. y USB. Además, se realizarán entrevistas estructuradas con antiguos usuarios y se utilizarán formularios gratuitos como herramienta de recopilación de datos.

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos son:

- Recepción de los planos de arquitectura y los estudios de suelos.
- Estructurar considerando el sistema de albañilería confinada para la vivienda multifamiliar de cuatro niveles de acuerdo con la arquitectura del proyecto.
- Predimensionar, medir las cargas que actúan y realizar el análisis sísmico de la misma considerando el sistema de albañilería confinada para la vivienda multifamiliar de acuerdo con la arquitectura del proyecto.
- Diseñar los elementos estructurales considerando el sistema de albañilería confinada para la vivienda multifamiliar de acuerdo con la arquitectura del proyecto.
- Exportar los resultados del software Etabs 2019, con el complemento de las hojas de cálculo en Excel.

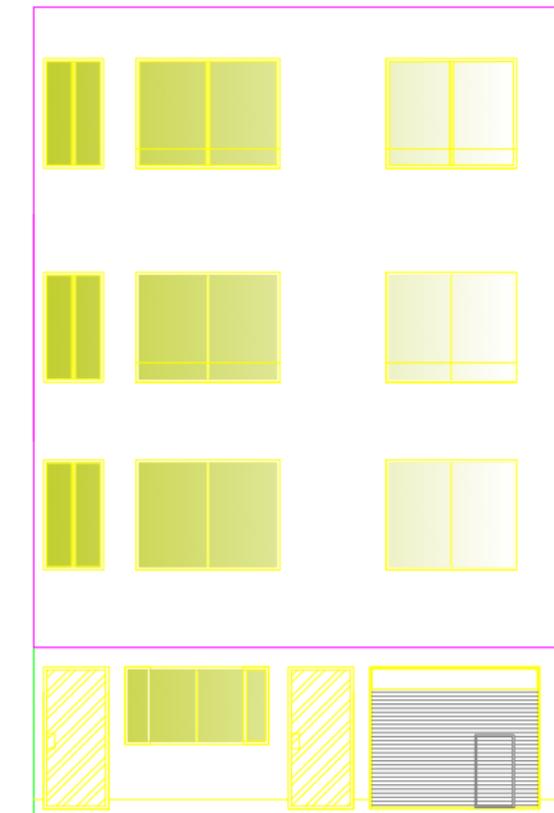
El proyecto corresponde a una casa plurifamiliar de 4 plantas, cuyo sistema estructural es una mampostería cerrada compuesta por unidades de mampostería de ladrillo sílico calcáreo king kong 11 Huecos. La ubicación del proyecto se encuentra en Av. Francisco Lazo N°1837.

**Figura 29** Ubicación del proyecto



Fuente: Google Maps, 2021

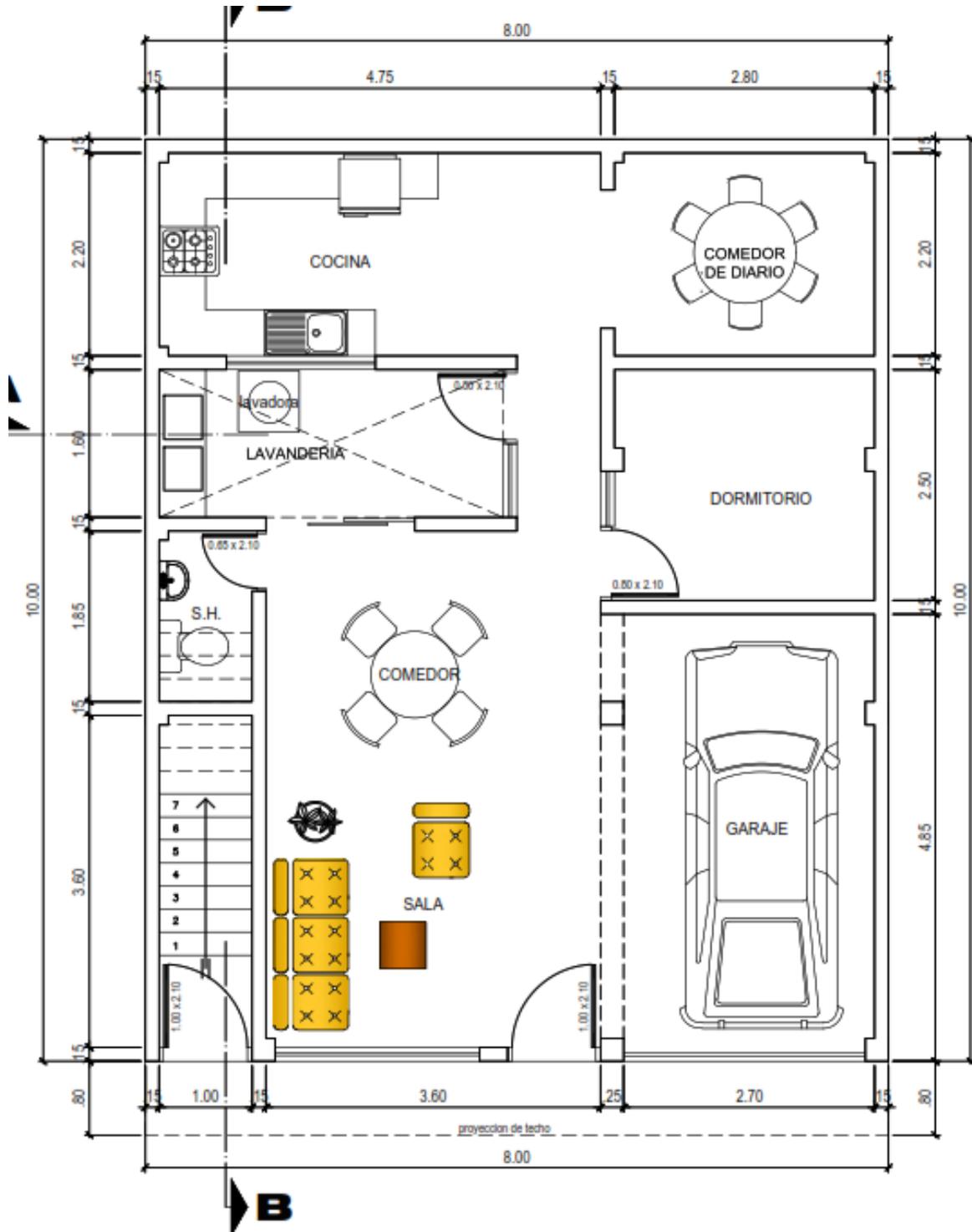
**Figura 30** Vivienda multifamiliar de 4 niveles



Fuente: Elaboración propia

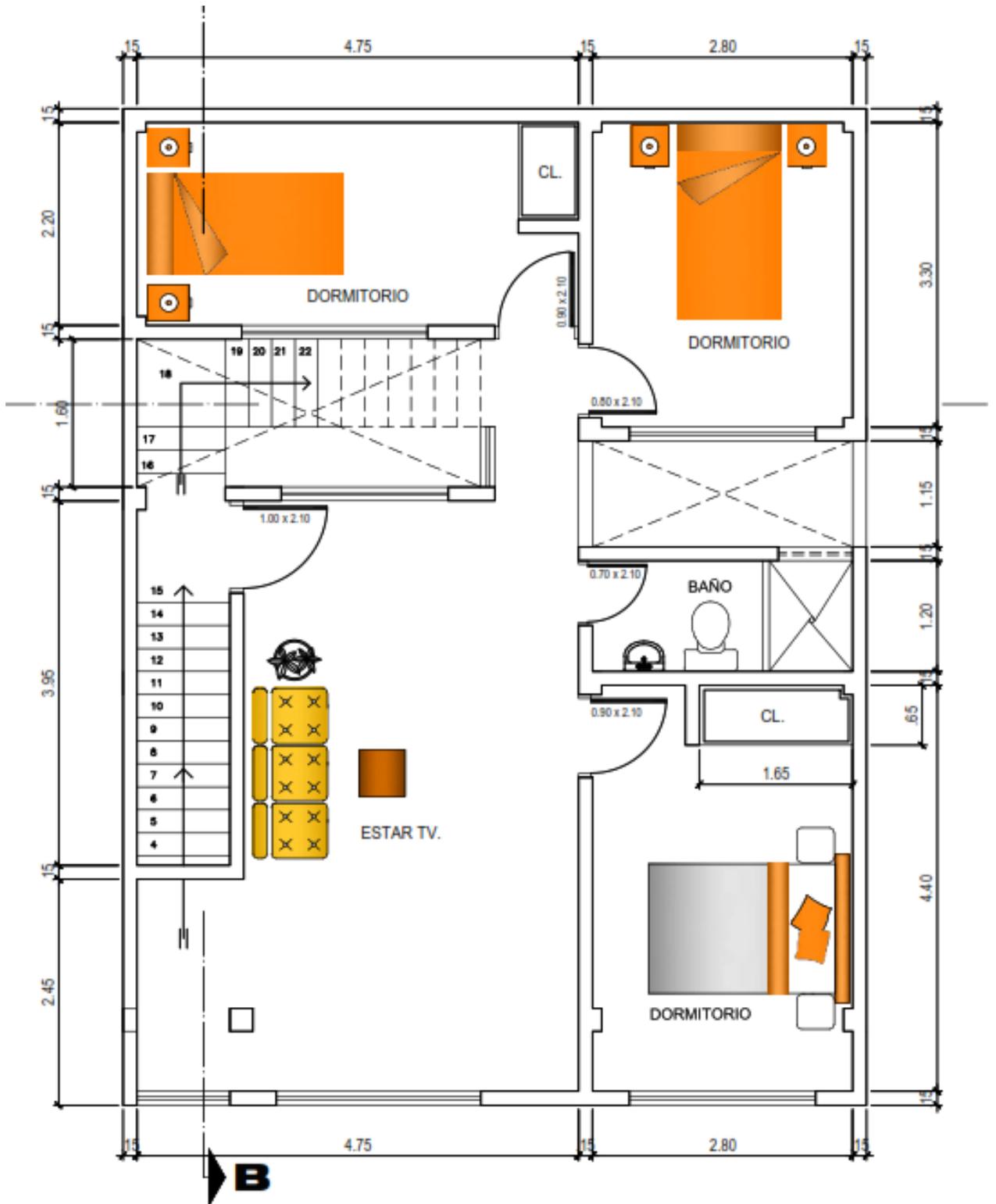
El área del terreno es de 80 m<sup>2</sup> y posee cuatro niveles. Las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

**Figura 31** Distribución de los muros portantes del 1° nivel



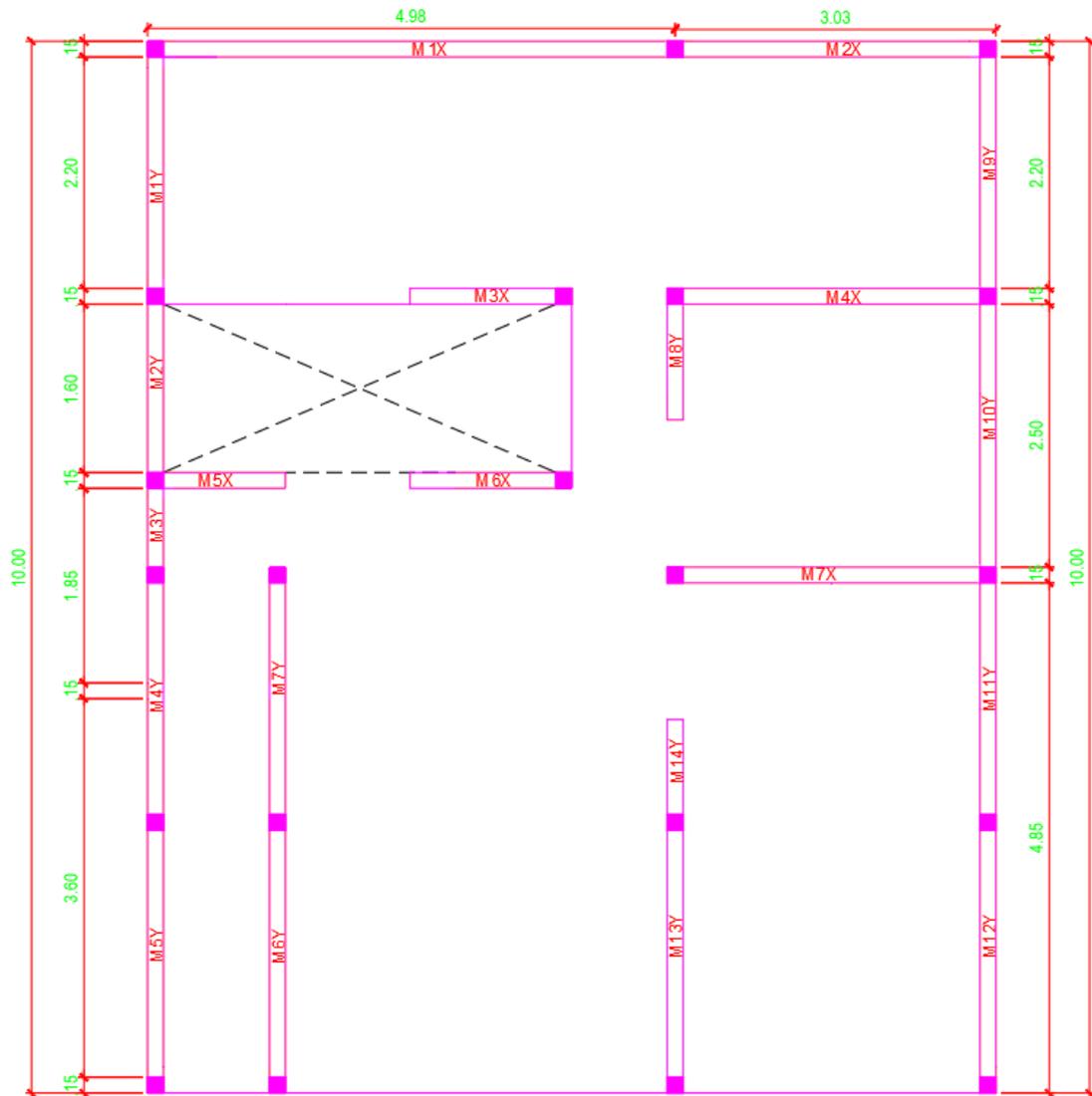
Fuente: Elaboración propia

**Figura 32** Planta típica del 2 al 4° nivel



Fuente: Elaboración propia

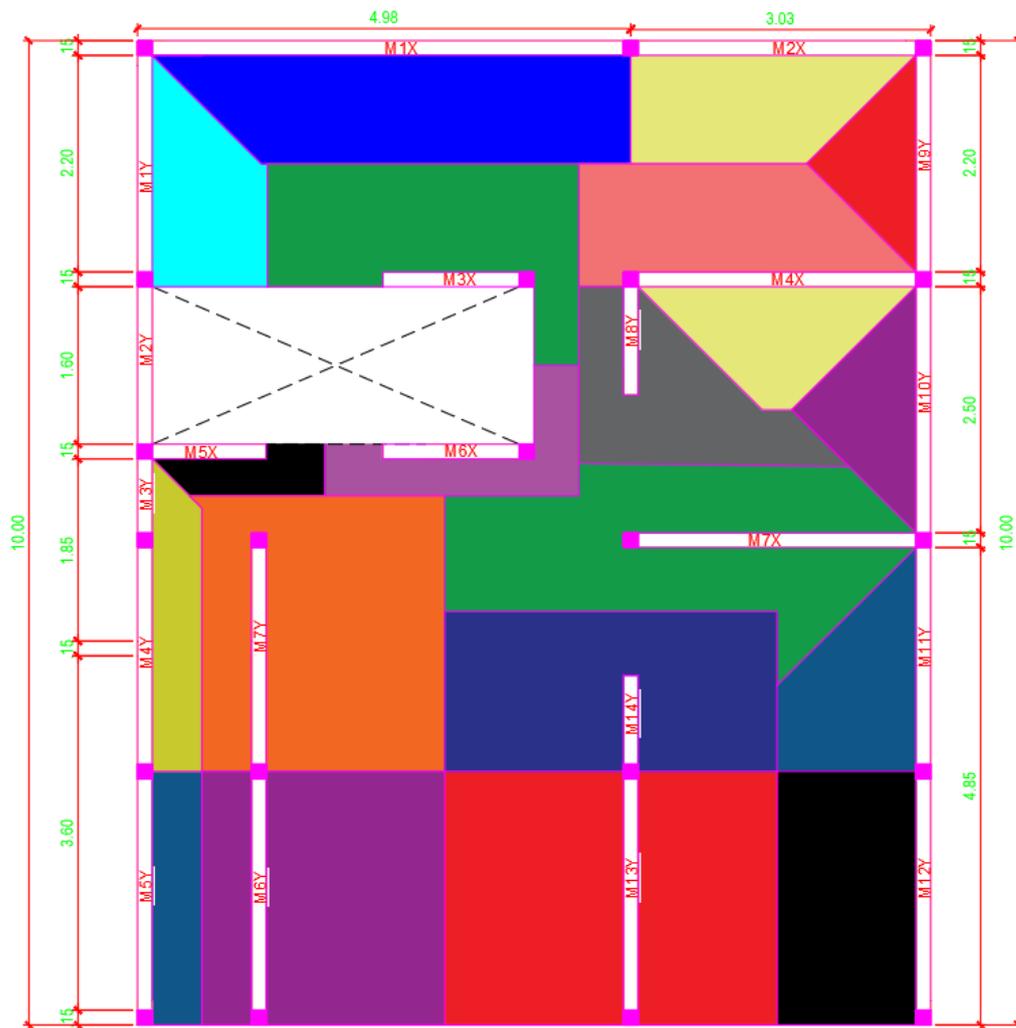
**Figura 33** Distribución de los muros en ambas direcciones



Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 32 y 33 muestran la longitud y el número de cada muro de carga, lo cual es importante para evaluar la densidad del muro. Además, la Figura 34 nos servirá para poder calcular la carga del entepiso que transmitirá a cada muro.

**Figura 34** Áreas tributarias correspondientes a cada muro



Fuente: Elaboración propia

Las características generales del proyecto de edificación se muestran en la Figura 35:

**Figura 35** Datos generales del proyecto de albañilería confinada

1) Características del edificio:

A) Características geométricas:		Piso 1	Piso 2	Piso 3	Piso 4	
Distancia de la edificación en x por piso:	$L_x =$	8.00	8.00	8.00	8.00	m
Distancia de la edificación en y por piso:	$L_y =$	10.00	10.00	10.00	10.00	m
Altura libre de la albañilería:	$h =$	2.40	m			
Espesor efectivo de los muros:	$t =$	0.13	m			
Vigas soleras y dinteles:	$b =$	0.30	m	$h =$	0.2	m $A =$ 0.06    m <sup>2</sup>
Alfeizar y parapetos en la azotea:	$h =$	0.90	m			
Losa maciza:	$t =$	0.20	m			
Losa aligerada:	$t =$	0.20	m			
Garganta de la escalera:	$t =$	0.15	m			
Descanso de la escalera:	$t =$	0.15	m			

B) Características de los materiales:

Esfuerzo de ruptura del concreto:	$f'_c =$	210	kgf/cm <sup>2</sup>	=	2100	ton/m <sup>2</sup>
Esfuerzo de fl	$f_y =$	4,200.00	kgf/cm <sup>2</sup>	=	42,000.00	ton/m <sup>2</sup>
Pilas de albañilería:	$f'_m =$	110	kgf/cm <sup>2</sup>	=	1100	ton/m <sup>2</sup>
Muretes de albañilería:	$v'_m =$	9.2	kgf/cm <sup>2</sup>	=	92	ton/m <sup>2</sup>
Ladrillos:	Sólido de arcilla tipo V con un máximo de 30% de perforaciones					
Mortero:	Cemento C =	1	Arena	A =	5	

C) Pesos específicos unitarios:

Concreto armado:	$\gamma_c =$	2.4	ton/m <sup>3</sup>
Aligerado:	$q_{alig.} =$	0.28	ton/m <sup>2</sup>
Acabados:	$q_{acab.} =$	0.1	ton/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de la azotea:	$s/c_{az.} =$	0.1	ton/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de las oficinas:	$s/c_{of.} =$	0.25	ton/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de las escaleras:	$s/c_{esc.} =$	0.4	ton/m <sup>2</sup>
Muros de albañilería tarrajeados:	$q_{alb.} =$	0.285	ton/m <sup>2</sup>
Alféizares y parapetos tarrajeados:	$q_{alf.} =$	0.21	ton/m <sup>2</sup>
Ventanas:	$q_{vent.} =$	0.2	ton/m <sup>2</sup>

D) Factor de zona sísmica: 4

Factor de zona sísmica:	$Z =$	0.45	Lima
Factor de uso para vivienda:	$U =$	1	Vivienda
Factor de tipo de suelo:	$S =$	1.05	Suelo intermedio
Número de pisos de la edificación:	$N =$	4	pisos
Periodo principal del tipo de suelo:	$T_p =$	0.6	segundos
Periodo secundario del tipo de suelo:	$T_L =$	2	segundos
Factor de reducción sísmico:	$R =$	3	Albañilería

E) Módulos de elasticidad:

Concreto:	$E_c = 15000 \times (f'_c)^{0.5}$	$E_c =$	2173706.512	ton/m <sup>2</sup>
Albañilería:	$E_m = 500 \times f'_m$	$E_m =$	550000	ton/m <sup>2</sup>
relación modular k:		$k =$	3.95	

F) Tipo de suelo:

Capacidad Portante del Suelo	$q_{terreno} =$	2.64	kgf/cm <sup>2</sup>	=	26.4	ton/m <sup>2</sup>
------------------------------	-----------------	------	---------------------	---	------	--------------------

Fuente: Elaboración propia

Predimensionamos el muro con la siguiente relación:

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

$$\rightarrow t \geq \frac{2.50m}{20} = 0.125m$$

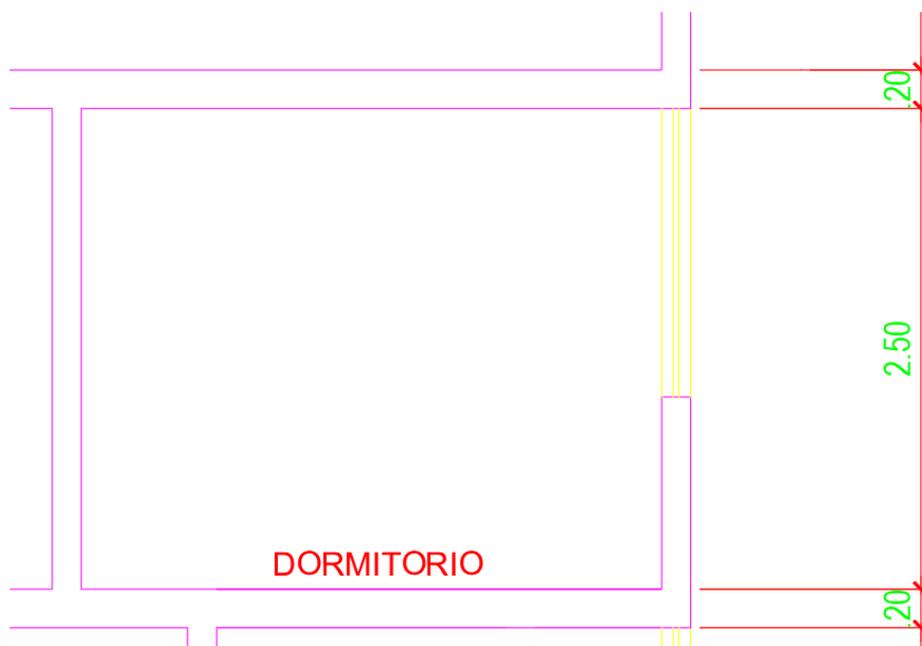
Debido a que el asentado del ladrillo será de soga donde el espesor efectivo del ancho del ladrillo será de 12.50 cm.

**Figura 36** Medidas del ladrillo sílico calcáreo King Kong 11H

	ANCHO cm.	LARGO cm.	ALTURA cm.	PESO Kg.	UNIDADES x m2	PERFORACIONES	
						Nº	Dimensiones Ø (cm)
<b>KK-11H</b>	12.5	24	16	6.9	25	11	3.2

Fuente: (Compañía Minera Luren, 2016)

**Figura 37** Altura para calcular el espesor efectivo del muro.



Fuente: Elaboración propia

Verificar la densidad mínima del muro reforzado y la tensión axial provocada por la carga de gravedad.

**Tabla 8** Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad en “X-X”

Dirección "X"										
N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m <sup>2</sup> )	Peso propio (ton)	Viga solera (ton)	Losa (ton)	Sobrecarga (ton)	Pesos P <sub>m</sub> del muro i	Esfuerzo o $\sigma_m$ del muro i	Observación del $\sigma_m$ por muro
<b>Piso 1</b>										
1	X1	4.98	4.70	13.63	2.87	7.14	4.70	28.34	43.77	(Cumple)
2	X2	3.03	2.56	8.29	1.75	3.89	2.56	16.49	41.85	(Cumple)
3	X3	1.60	4.05	4.38	0.92	6.16	4.05	15.51	74.54	(Cumple)
4	X4	3.10	5.14	8.48	1.79	7.81	5.14	23.22	57.62	(Cumple)
5	X5	1.60	0.70	4.38	0.92	1.06	0.70	7.06	33.96	(Cumple)
6	X6	1.60	1.48	4.38	0.92	2.25	1.48	9.03	43.41	(Cumple)
7	X7	3.10	6.04	8.48	1.79	9.18	6.04	25.49	63.25	(Cumple)
<b>Piso 2, 3 y 4</b>										
1	X1	4.98	4.70	13.63	2.87	7.14	4.70	28.34	43.77	(Cumple)
2	X2	3.03	2.56	8.29	1.75	3.89	2.56	16.49	41.85	(Cumple)
3	X3	1.60	4.05	4.38	0.92	6.16	4.05	15.51	74.54	(Cumple)
4	X4	3.10	5.14	8.48	1.79	7.81	5.14	23.22	57.62	(Cumple)
5	X5	1.60	0.70	4.38	0.92	1.06	0.70	7.06	33.96	(Cumple)
6	X6	1.60	1.48	4.38	0.92	2.25	1.48	9.03	43.41	(Cumple)
7	X7	3.10	6.04	8.48	1.79	9.18	6.04	25.49	63.25	(Cumple)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9** Verificación del esfuerzo axial por cargas de gravedad en “Y-Y”

Dirección "Y"										
N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m²)	Peso propio (ton/m)	Viga solera (ton/m)	Losa (ton/m²)	Sobrecarga (ton/m²)	Peso $P_m$ del muro $i$	Esfuerzo $\sigma_m$ del muro $i$	Observación del $\sigma_m$ por muro
<b>Piso 1</b>										
1	Y1	2.35	2.06	6.43	1.35	3.13	2.06	12.97	42.47	(Cumple)
2	Y2	1.75	0.00	4.79	1.01	0.00	0.00	5.80	25.48	(Cumple)
3	Y3	1.20	0.46	3.28	0.69	0.70	0.46	5.13	32.91	(Cumple)
4	Y4	2.35	1.00	6.43	1.35	1.52	1.00	10.30	33.73	(Cumple)
5	Y5	2.60	3.50	7.11	1.50	5.32	3.50	17.43	51.57	(Cumple)
6	Y6	2.35	6.00	6.43	1.35	9.12	6.00	22.90	74.97	(Cumple)
7	Y7	2.60	6.50	7.11	1.50	9.88	6.50	24.99	73.94	(Cumple)
8	Y8	1.20	2.73	3.28	0.69	4.15	2.73	10.85	69.58	(Cumple)
9	Y9	2.35	1.20	6.70	1.35	1.82	1.20	11.08	36.26	(Cumple)
10	Y10	2.65	1.56	7.25	1.53	2.37	1.56	12.71	36.89	(Cumple)
11	Y11	2.35	2.50	6.43	1.35	3.80	2.50	14.08	46.10	(Cumple)
12	Y12	2.60	3.60	7.11	1.50	5.47	3.60	17.68	52.32	(Cumple)
13	Y13	2.35	8.24	6.43	1.35	12.52	8.24	28.55	93.45	(Cumple)
14	Y14	2.60	5.30	7.11	1.50	8.06	5.30	21.97	64.99	(Cumple)
<b>Piso 2, 3 y 4</b>										
1	Y1	2.35	2.06	6.43	1.35	3.13	2.06	12.97	42.47	(Cumple)
2	Y2	1.75	0.00	4.79	1.01	0.00	0.00	5.80	25.48	(Cumple)
3	Y3	1.20	0.46	3.28	0.69	0.70	0.46	5.13	32.91	(Cumple)
4	Y4	2.35	1.00	6.43	1.35	1.52	1.00	10.30	33.73	(Cumple)

5	Y5	2.60	3.50	7.11	1.50	5.32	3.50	17.43	51.57	(Cumple)
6	Y6	2.35	6.00	6.43	1.35	9.12	6.00	22.90	74.97	(Cumple)
7	Y7	2.60	6.50	7.11	1.50	9.88	6.50	24.99	73.94	(Cumple)
8	Y8	1.20	2.73	3.28	0.69	4.15	2.73	10.85	69.58	(Cumple)
9	Y9	2.35	1.20	6.43	1.35	1.82	1.20	10.81	35.38	(Cumple)
10	Y10	2.65	1.56	7.25	1.53	2.37	1.56	12.71	36.89	(Cumple)
11	Y11	2.35	2.50	6.43	1.35	3.80	2.50	14.08	46.10	(Cumple)
12	Y12	2.60	3.60	7.11	1.50	5.47	3.60	17.68	52.32	(Cumple)
13	Y13	2.35	8.24	6.43	1.35	12.52	8.24	28.55	93.45	(Cumple)
14	Y14	2.60	5.30	7.11	1.50	8.06	5.30	21.97	64.99	(Cumple)

**Fuente:** Elaboración propia

De las Tablas 8 y 9 se aprecia que todos los muros cumplen el requisito:  $\sigma_m = P_m/t < 0,15f'_m=165 \text{ t/m}^2$  por consiguiente, se pasa al siguiente procedimiento. En caso de no cumplirse la relación anterior se procederá a cambiar de calidad de la unidad de albañilería o cambiar el elemento de albañilería por un elemento de concreto armado o ampliar el espesor de albañilería. Según los datos obtenidos se cumple que la densidad de muros en la dirección es "X" es 0.0378 que es mayor a 0.03375 así mismo la densidad de muros en la dirección "Y" es de 0.0619, siendo superior a 0.03375. Eso indica que la distribución de los muros en ambas direcciones es correcta según la norma Vigente de Albañilería E 070.

**Tabla 10** Densidad mínima de muros

$(\Sigma Lt)_{X-X}/A_p =$	0.03780	(Muy bien con la densidad mínima en X-X)
$(\Sigma Lt)_{Y-Y}/A_p =$	0.0551	(Muy bien con la densidad mínima en Y-Y)

**Fuente:** Elaboración propia

## Metrado de cargas

De acuerdo con las **Tablas 11 y 12**, se calcula el peso del muro en dos direcciones. Además, la combinación de carga muerta (PD) y carga viva (PL) se considera para efectos de gravedad, y la combinación de carga muerta (PD) y 25% de carga viva (PL) se usa para efectos sísmicos.

**Tabla 11** Resumen de cargas gravitacionales por nivel (ton) en dirección “X-X”

N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m <sup>2</sup> )	Carga muerta P <sub>D</sub> (ton)	Carga viva P <sub>L</sub> (ton)	P <sub>D</sub> + P <sub>L</sub> (ton)	P <sub>D</sub> + 0,25P <sub>L</sub> (ton)
<b>Piso 1</b>							
1	X1	4.98	4.70	4.07	1.55	5.62	4.46
2	X2	3.03	2.56	2.36	0.87	3.23	2.58
3	X3	1.60	4.05	2.53	1.24	3.77	2.84
4	X4	3.10	5.14	3.38	1.52	4.89	3.76
5	X5	1.60	0.70	1.06	0.30	1.36	1.14
6	X6	1.60	1.48	1.45	0.56	2.01	1.59
7	X7	3.10	6.04	4.41	2.04	6.44	4.92

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12** Resumen de cargas gravitacionales por nivel (ton) en dirección “Y-Y”

N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m <sup>2</sup> )	Carga muerta P <sub>D</sub> (ton)	Carga viva P <sub>L</sub> (ton)	P <sub>D</sub> + P <sub>L</sub> (ton)	P <sub>D</sub> + 0,25P <sub>L</sub> (ton)
<b>Piso 1</b>							
1	Y1	2.35	2.06	1.86	0.69	2.55	2.03
2	Y2	1.75	0.00	3.14	0.70	3.84	3.32
3	Y3	1.20	0.46	1.11	0.37	1.48	1.20
4	Y4	2.35	1.00	1.64	0.51	2.15	1.77
5	Y5	2.60	3.50	2.52	1.07	3.59	2.79
6	Y6	2.35	6.00	3.52	1.78	5.30	3.96
7	Y7	2.60	6.50	3.79	1.92	5.71	4.27
8	Y8	1.20	2.73	1.59	0.77	2.36	1.78
9	Y9	2.35	1.20	1.69	0.54	2.24	1.83

10	Y10	2.65	1.56	3.02	1.11	4.13	3.30
11	Y11	2.35	2.50	4.24	2.32	6.56	4.82
12	Y12	2.60	3.60	5.77	3.62	9.39	6.67
13	Y13	2.35	8.24	8.42	5.76	14.18	9.86
14	Y14	2.60	5.30	8.42	6.04	14.46	9.93

Fuente: Elaboración propia

### Análisis elástico ante sismo moderado.

Con el fin de obtener la información necesaria para el análisis de elasticidad en caso de sismo moderado, se proporcionará una tabla anterior diferente.

Para los valores de los centros de masas calculadas en las Tablas 13 y 14 de cada nivel se usó la siguiente fórmula:

**Figura 38** Fórmula del CM

$$x_{CM} = \frac{\sum(P_i \cdot x_i)}{\sum P_i}; y_{CM} = \frac{\sum(P_{ix} \cdot y_i)}{\sum P_i}$$

Fuente: Elaboración propia

La fórmula de la Figura 38 nos será útil para poder calcular los centros de masa de cada nivel del proyecto, los cuales son  $X_{cm} = 4.65$  m y  $Y_{cm} = 5,22$  m.

**Tabla 13** Centro de masas en "X" de los muros del 1° al 4to nivel

Piso del 1ero al 4to								
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	
P <sub>i</sub> (ton)	4.46	2.58	2.84	3.76	1.14	1.59	4.92	
x <sub>i</sub> (m)	2.49	6.49	3.24	6.49	0.80	3.24	3.24	
y <sub>i</sub> (m)	9.94	9.94	7.58	7.58	5.83	5.83	4.93	
ΣP <sub>i</sub> =	78.80	ΣP <sub>i</sub> ·x <sub>i</sub> =	366.38	ΣP <sub>i</sub> ·y <sub>i</sub> =	410.98	x =	4.65	m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Centro de masas en “Y” de los muros del 1° al 4to nivel

Piso del 1ero al 4to														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
P <sub>i</sub> (ton)	2.03	3.32	1.20	1.77	2.79	3.96	4.27	1.78	1.83	3.30	4.82	6.67	9.86	9.93
x <sub>i</sub> (m)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	1.23	1.23	4.98	9.88	9.88	9.88	9.88	4.98	4.98
y <sub>i</sub> (m)	8.79	6.70	5.38	3.75	2.58	2.58	3.75	7.03	8.79	6.70	5.38	3.75	2.58	3.75
ΣP <sub>i</sub> =	y =	5.22	m											

El valor de la rigidez de cada nivel será calculará con la fórmula de la Figura 39, donde se representará su desarrollo en la Tabla 15 para cada nivel utiliza la siguiente fórmula:

**Figura 39** Fórmula para centros de rigidez

$$x_{CR} = \frac{\sum (K_{iy} \cdot x_i)}{\sum K_{iy}} ; y_{CR} = \frac{\sum (K_{ix} \cdot y_i)}{\sum K_{ix}}$$

**Tabla 15** Centro de rigidez de los muros de cada nivel en “X”

Piso del 1ero al 4to							
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
L <sub>i</sub> (m)	4.98	3.03	1.60	3.10	1.60	1.60	3.10
K <sub>ix</sub> (ton/m)	36,308.38	15,753.87	3,819.44	16,452.44	3,819.44	3,819.44	16,452.44
K <sub>iy</sub> (ton/m)	96.55	58.74	31.02	60.10	31.02	31.02	60.10
x <sub>i</sub> (m)	2.49	6.49	3.24	6.49	0.80	3.24	3.24
y <sub>i</sub> (m)	9.94	9.94	7.58	7.58	5.83	5.83	4.93
ΣK <sub>ix</sub> =	97,011.47	ΣK <sub>iy</sub> =	115,413.20	ΣK <sub>ix</sub> ·y <sub>i</sub> =	799,624.76	ΣK <sub>iy</sub> ·x <sub>i</sub> =	524,037.78

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 16** Centro de rigidez de los muros de cada nivel en “Y”

Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
L <sub>i</sub> (m)	2.35	1.75	1.20	2.35	2.60	2.35	2.60	1.20	2.35	2.65	2.35	2.60	1.53	2.35

K <sub>ix</sub> (ton/m)	45.56	33.93	23.26	45.56	50.41	45.56	50.41	23.26	45.56	51.38	45.56	50.41	29.59	45.56
K <sub>iy</sub> (ton/m)	9,386.15	4,763.75	1,809.21	9,386.15	11,622.33	9,386.15	11,622.33	1,809.21	9,386.15	12,086.11	9,386.15	11,622.33	3,392.47	9,386.15
x <sub>i</sub> (m)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	1.23	1.23	4.98	9.88	9.88	9.88	9.88	4.98	4.98
y <sub>i</sub> (m)	8.79	6.70	5.38	3.75	2.58	2.58	3.75	7.03	8.79	6.70	5.38	3.75	2.58	3.75
ΣK <sub>ix</sub> =	x <sub>CR</sub> =	4.54	m	y <sub>CR</sub> =	8.24	m								

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15 y 16 los X<sub>cr</sub>= 4.54 m y Y<sub>cr</sub>= 8.24 m.

Para los valores de los momentos polares de inercia de los muros y del piso calculados con las fórmulas de la Figura 40 y en las Tablas 17 y 18 de cada nivel se verán los resultados:

**Figura 40** Fórmula para obtener los momentos polares de inercia

$$J_{\text{muro } i} = K_{ix} \cdot y_i'^2 + K_{iy} \cdot x_i'^2 \qquad J_{\text{piso } i} = \sum (K_{ix} \cdot y_i'^2) + \sum (K_{iy} \cdot x_i'^2)$$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17** Momento polar de inercia de los muros y del piso 1° parte 1

Piso 1ero al 4to							
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
K <sub>ix</sub> (ton/m)	36,308.38	15,753.87	3,819.44	16,452.44	3,819.44	3,819.44	16,452.44
K <sub>iy</sub> (ton/m)	96.55	58.74	31.02	60.10	31.02	31.02	60.10
x' <sub>i</sub> = x <sub>i</sub> - x <sub>CR</sub>	-2.05	1.94	-1.30	1.94	-3.74	-1.30	-1.30
y' <sub>i</sub> = y <sub>i</sub> - y <sub>CR</sub>	1.69	1.69	-0.66	-0.66	-2.41	-2.41	-3.31
J <sub>i</sub> (ton.m)	104,711.05	45,479.13	1,729.25	7,450.05	22,665.24	22,283.70	180,637.28
J <sub>piso1</sub> =	2.56E+06	ton.m <sup>2</sup>					

**Tabla 18** Momento polar de inercia de los muros y del piso 1° parte 2

Piso 1ero al 4to														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
$K_{ix}$ (ton/m)	45.56	33.93	23.26	45.56	50.41	45.56	50.41	23.26	45.56	51.38	45.56	50.41	29.59	45.56
$K_{iy}$ (ton/m)	9,386.15	4,763.75	1,809.21	9,386.15	11,622.33	9,386.15	11,622.33	1,809.21	9,386.15	12,086.11	9,386.15	11,622.33	3,392.47	9,386.15
$x'_i = x_i - x_{CR}$	-4.42	-4.42	-4.42	-4.42	-4.42	-3.31	-3.31	0.44	5.33	5.33	5.33	5.33	0.44	0.44
$y'_i = y_i - y_{CR}$	0.55	-1.54	-2.86	-4.49	-5.66	-5.66	-4.49	-1.21	0.55	-1.54	-2.86	-4.49	-5.66	-4.49
$J_i$ (ton.m)	183,015.08	92,959.37	35,464.74	183,920.98	228,216.29	104,329.81	128,393.99	383.62	267,110.76	344,050.79	267,470.45	331,748.17	1,604.07	2,732.29

**Fuente:** Elaboración propia

Al calcular el peso total del edificio de cada muro que se muestra en las Tablas 27 y 28 en las Tablas 26, 27 y 28, se consideró el peso de los siguientes elementos estructurales: muros, losas, vigas de cimentación, columnas, barandillas, alféizares, escaleras, ventana Y está relacionado con las tablas 15 y 16.

**Tabla 19** Peso total de la edificación en los muros “X”

Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
$P_i$ (ton)	5.62	3.23	3.77	4.89	1.36	2.01	6.44
$\Sigma P_i = P_1$	<b>105.25</b>	<b>ton</b>					

**Fuente:** propia

**Tabla 20** Peso total de la edificación en los muros “Y”

Piso 1ero al 4to														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14

P <sub>i</sub> (ton)	2.55	3.84	1.48	2.15	3.59	5.30	5.71	2.36	2.24	4.13	6.56	9.39	14.18	14.46
$\Sigma P_i =$ P <sub>1</sub>														

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21** Peso muros en dirección "X"

Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
P <sub>i1</sub> (ton)	5.62	3.23	3.77	4.89	1.36	2.01	6.44
P <sub>i2</sub> (ton)	5.62	3.23	3.77	4.89	1.36	2.01	6.44
P <sub>i3</sub> (ton)	5.62	3.23	3.77	4.89	1.36	2.01	6.44
P <sub>i4</sub> (ton)	5.62	3.23	3.77	4.89	1.36	2.01	6.44
$\Sigma P_i$ (ton)	<b>22.48</b>	<b>12.92</b>	<b>15.07</b>	<b>19.57</b>	<b>5.43</b>	<b>8.04</b>	<b>25.78</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22** Peso muros en dirección "Y"

Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
P <sub>i1</sub> (ton)	2.55	3.84	1.48	2.15	3.59	5.30	5.71	2.36	2.24	4.13	6.56	9.39	14.18	14.46
P <sub>i2</sub> (ton)	2.55	3.84	1.48	2.15	3.59	5.30	5.71	2.36	2.24	4.13	0.00	0.00	14.18	14.46
P <sub>i3</sub> (ton)	2.55	3.84	1.48	2.15	3.59	5.30	5.71	2.36	2.24	4.13	0.00	0.00	14.18	14.46
P <sub>i4</sub> (ton)	2.55	3.84	1.48	2.15	3.59	5.30	5.71	2.36	2.24	4.13	0.00	0.00	14.18	14.46
$\Sigma P_i$ (ton)	<b>10.21</b>	<b>15.37</b>	<b>5.91</b>	<b>8.59</b>	<b>14.37</b>	<b>21.20</b>	<b>22.84</b>	<b>9.44</b>	<b>8.94</b>	<b>16.51</b>	<b>6.56</b>	<b>9.39</b>	<b>56.71</b>	<b>57.83</b>

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del esfuerzo cortante se consideró la siguientes expresión:

$$V = (ZUCS/R) \times P$$

Figura 41 Parámetros para el cálculo de las fuerzas sísmicas y cortante basal

<b><u>ESPECTRO DE RESPUESTA</u></b>	
<b><u>Según la Nueva NTE E.030 - 2019</u></b>	
<b>1.- Zonificación, Según E.030-2014 (2.1)</b>	
Zona :	4 <span style="margin-left: 150px;"><math>Z = 0.45</math> g</span>
<b>2.- Parámetros de Sitio, Según E.030-2014 (2.4)</b>	
Perfil Tipo :	S2 <span style="margin-left: 100px;"><math>S = 1.05</math></span>
	$T_p = 0.60$
	$T_l = 2.00$
<b>3.- Categoría del Edificio, Según E.030-2014 (3.1)</b>	
Categoría :	Común C <span style="margin-left: 100px;"><math>U = 1.00</math></span>
<b>4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.4)</b>	
Sistema Estructural :	Albañilería Armada o Confinada
	$R_0 = 3$
<b>5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2014 (3.7)</b>	
Restricciones :	No se permiten irregularidades extremas
<b>6.- Factores de Irregularidad, Según E.030-2014 (3.6)</b>	
<b>Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones.</b>	
Irregularidad en Altura, $I_a$ :	01 Regular
	$I_a = 1.00$
Irregularidad en Planta, $I_p$ :	01 Regular
	$I_p = 1.00$ (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)
<b>7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2014 (3.8)</b>	
	$R = R_0 \times I_a \times I_p = 3$

Fuente: Elaboración propia

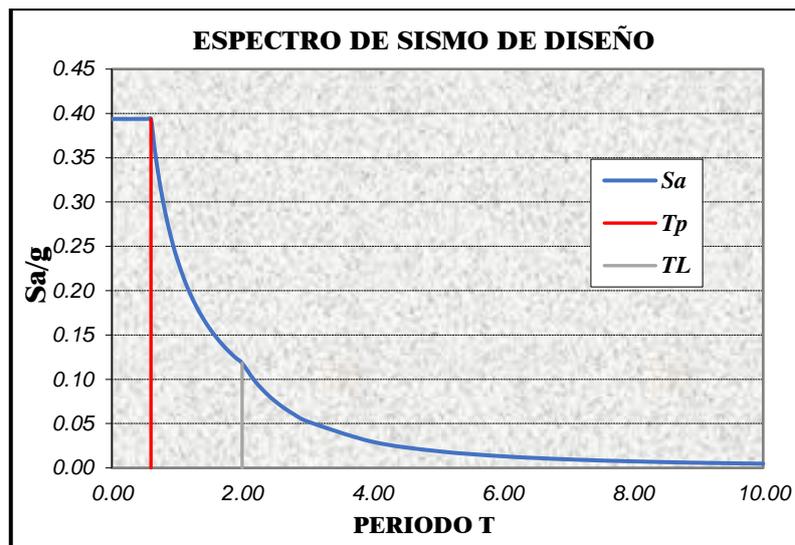
En la **Tabla 23** se determinó las fuerzas sísmicas en altura, así como la cortante basal en cada nivel.

**Tabla 23** Cálculo de las fuerzas inerciales  $F_i$  y de las fuerzas cortantes por cada piso

Piso	$P_i$ (ton)	$h_i$ (m)	$P_i \cdot h_i$	$\alpha_i$	$F_i$ (ton)	$V_i$ (ton)	%
4.00	105.25	10.40	1,094.65	0.40	33.99	33.99	0.40
3.00	105.25	7.80	820.99	0.30	25.49	59.48	0.70
2.00	105.25	5.20	547.33	0.20	17.00	76.48	0.90
1.00	105.25	2.60	273.66	0.10	8.50	84.98	1.00
$\Sigma =$	<b>421.02</b>	-----	<b>2,736.63</b>	<b>1.00</b>	<b>84.98</b>	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

**Figura 42** Espectro de sismo usado para el proyecto



Fuente: Elaboración propia

### Cálculo de la resistencia al corte de los muros ( $V_m$ )

Con el fin de obtener la información necesaria para el cálculo de la resistencia al cortante del muro ( $V_m$ ), se proporcionará una tabla anterior diferente. En la Tabla 24 se aplica la fórmula de la Figura 43:

**Figura 43** Fórmula de la cortante de traslación en "X"

$$V_{\text{tras.i}} = V_i \times (K_{ix} / \Sigma K_{ix})$$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24** Cortante de traslación en la dirección X-X

Piso 1ero al 4to							
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
K <sub>ix</sub> (ton/m)	36,308.38	15,753.87	3,819.44	16,452.44	3,819.44	3,819.44	16452.44
V <sub>tras.i</sub> (ton)	31.80	13.80	3.35	14.41	3.35	3.35	14.41
% absorc.	0.37	0.16	0.04	0.17	0.04	0.04	0.17
$\Sigma K_{ix} =$	<b>97,011.47</b>	ton/m	$\Sigma V_{tras.i} =$	<b>84.98</b>	ton		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 30 se aplica la fórmula siguiente para la cortante de traslación en la dirección “Y-Y”:

**Figura 44** Fórmula de la cortante de traslación

$$V_{tras.i} = V_i \times (K_{iy} / \Sigma K_{iy})$$

**Tabla 25** Cortante de traslación en la dirección Y-Y

Piso 1														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
K <sub>iy</sub> (ton/m)	9,386.15	4,763.75	1,809.21	9,386.15	11,622.33	9,386.15	11,622.33	1,809.21	9,386.15	12,086.11	9,386.15	11,622.33	3,392.47	9,386.15
V <sub>tras.i</sub> (ton)	6.91	3.51	1.33	6.91	8.56	6.91	8.56	1.33	6.91	8.90	6.91	8.56	2.50	6.91
% absorc.	0.08	0.04	0.02	0.08	0.10	0.08	0.10	0.02	0.08	0.10	0.08	0.10	0.03	0.08
$\Sigma K_{iy} =$														

Fuente: Elaboración propia

Con las Tablas 24 y 25 se obtuvieron las siguiente cortantes:

$$\begin{aligned}
 V1 &= 84.98 \text{ ton} \\
 V2 &= 76.48 \text{ ton} \\
 V3 &= 59.48 \text{ ton} \\
 V4 &= 33.99 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Para calcular los momentos torsores se usarán las siguientes fórmulas que están presentes en la Figura 45:

**Figura 45** Fórmula para los momentos torsores en ambas direcciones

$$M_{t1x} = V_{nx}(|e_y| + e_{acc.y}) \quad M_{t2x} = V_{nx}(|e_y| - e_{acc.y})$$

$$M_{t1y} = V_{ny}(|e_x| + e_{acc.x}) \quad M_{t2y} = V_{ny}(|e_x| - e_{acc.x})$$

**Fuente:** Elaboración propia

De la Figura 46 se utilizarán las siguientes relaciones para el cálculo de los incrementos de las fuerzas cortantes por torsión en dirección “X” en el 1° piso se usaron las siguientes expresiones:

**Figura 46** Fórmulas para calcular las fuerzas cortantes por torsión en la dirección “X”

$$\Delta V_{1x} = M_{t1x} \times (K_{ix}/E_m) \times \gamma' / J_{piso1} \quad \Delta V_{2x} = M_{t2x} \times (K_{ix}/E_m) \times \gamma' / J_{piso1}$$

**Fuente:** Elaboración propia

De la Figura 47 se utilizarán las siguientes relaciones para el cálculo de los incrementos de las fuerzas cortantes por torsión en dirección “Y” en el 1° piso se usaron las siguientes expresiones:

**Figura 47** Fórmulas para calcular las fuerzas cortantes por torsión en la dirección “X”

$$\Delta V_{1x} = M_{t1x} \times (K_{ix}/E_m) \times \gamma' / J_{piso2} \quad \Delta V_{2x} = M_{t2x} \times (K_{ix}/E_m) \times \gamma' / J_{piso2}$$

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 26** Cortante de traslación en la dirección “X”

Piso 1ero al 4to							
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
$K_{ix}$ (ton/m)	36,308.38	15,753.87	3,819.44	16,452.44	3,819.44	3,819.44	16452.44
$V_{tras.i}$ (ton)	31.80	13.80	3.35	14.41	3.35	3.35	14.41
% absorc.	0.37	0.16	0.04	0.17	0.04	0.04	0.17
$\Sigma K_{ix} =$	<b>97,011.47</b>	<b>ton/m</b>	$\Sigma V_{tras.i} =$	<b>84.98</b>	<b>ton</b>		

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 27** Cortante de traslación en la dirección “Y”

Piso 1														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
$K_{iy}$ (ton/m)	9,386 .15	4,763 .75	1,809 .21	9,386 .15	11,62 2.33	9,386 .15	11,62 2.33	1,809 .21	9,386 .15	12086 .11	9,386 .15	11,62 2.33	3,392 .47	9,386 .15
$V_{tras.i}$ (ton)	6.91	3.51	1.33	6.91	8.56	6.91	8.56	1.33	6.91	8.90	6.91	8.56	2.50	6.91
% abso rc.	0.08	0.04	0.02	0.08	0.10	0.08	0.10	0.02	0.08	0.10	0.08	0.10	0.03	0.08
$\Sigma K_{iy}$ =														

**Fuente:** Elaboración propia

De la Figura 48 se tomará en cuenta la siguiente expresión:

**Figura 48** Fórmula de la cortante de diseño en ambas direcciones

$$V = V_{trasl.} + \Delta V_{torsión}$$

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 28** Cálculo de las fuerzas cortantes de diseño por muro en la dirección “X” del 1° nivel

Piso 1							
Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
$V_{tras.}$	31.80	13.80	3.35	14.41	3.35	3.35	14.41
$\Delta V_{1ix}$	7.01	3.04	-0.29	-1.24	-1.05	-1.05	-6.21
$\Delta V_{2ix}$	5.37	2.33	-0.22	-0.95	-0.80	-0.80	-4.76
$\Delta V_{xi}$ (asumdo)	7.01	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$V_{xi}$ (diseño)	38.81	16.84	3.35	14.41	3.35	3.35	14.41

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 29** Cálculo de las fuerzas cortantes de diseño por muro en la dirección “Y” del 1° nivel

Piso 1														
Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14
$V_{tras.}$	6.91	3.51	1.33	6.91	8.56	6.91	8.56	1.33	6.91	8.90	6.91	8.56	2.50	6.91

$\Delta V_{1ix}$	-0.84	0.43	0.16	0.84	-1.04	-0.63	-0.78	0.02	1.01	1.30	1.01	1.25	0.03	0.08
$\Delta V_{2ix}$	0.54	0.27	0.10	0.54	0.67	0.40	0.50	-0.01	-0.65	-0.84	-0.65	-0.81	-0.02	-0.05
$\Delta V_{xi}$ (asumdo)	0.54	0.27	0.10	0.54	0.67	0.40	0.50	0.02	1.01	1.30	1.01	1.25	0.03	0.08
$V_{xi}$ (diseño)	7.45	3.78	1.44	7.45	9.22	7.31	9.06	1.35	7.92	10.20	7.92	9.81	2.53	6.99

Fuente: Elaboración propia

### Diseño por sismo severo

La siguiente tabla muestra las fuerzas internas de cada pared utilizada en estos diseños.

**Tabla 30** Tabla de diseño de muro por sismo severo en la dirección “X” en el 1° piso

MURO	$v'_m$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	t (m)	L (m)	$V_e$ (kgf)	h (m)	$M_e$ (kgf)	$\alpha$	$V_u$ (kgf)	$M_u$ (kgf.m)
X1	9.20	0.13	4.98	38,814.69	10.40	21,825.57	8.86	116,444.08	65,476.70
X2	9.20	0.13	3.03	16,841.34	10.40	7,844.11	6.51	50,524.02	23,532.33
X3	9.20	0.13	1.60	3,345.57	10.40	4,890.25	1.09	10,036.70	14,670.74
X4	9.20	0.13	3.10	14,411.19	10.40	7,844.11	5.70	43,233.58	23,532.33
X5	9.20	0.13	1.60	3,345.57	10.40	7,704.91	0.69	7,641.06	17,597.51
X6	9.20	0.13	1.60	3,345.57	10.40	6,155.63	0.87	9,850.31	18,123.93
X7	9.20	0.13	3.10	14,411.19	10.40	38,155.63	1.17	28,822.39	76,311.26

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31** Tabla de diseño de muro por sismo severo en la dirección “Y” en el 1° piso

MURO	$v'_m$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	t (m)	L (m)	$V_e$ (kg)	h (m)	$M_e$ (kgf)	$\alpha$	$V_u$ (kg)	$M_u$ (kg.m)
Y1	9.20	0.13	2.35	7,449.67	10.40	18,336.79	0.95	15,249.31	37,534.99
Y2	9.20	0.13	1.75	3,780.93	10.40	19,431.36	0.34	7,561.86	38,862.73
Y3	9.20	0.13	1.20	1,435.95	10.40	13,401.10	0.13	2,871.90	26,802.20
Y4	9.20	0.13	2.35	7,449.67	10.40	11,906.67	1.47	21,842.48	34,910.41

Y5	9.20	0.13	2.60	9,224.49	10.40	19,748.80	1.21	21,461.77	45,947.69
Y6	9.20	0.13	2.35	7,314.80	10.40	17,421.29	0.99	18,208.64	43,366.56
Y7	9.20	0.13	2.60	9,057.50	10.40	18,866.27	1.25	23,915.02	49,813.70
Y8	9.20	0.13	1.20	1,348.16	10.40	9,866.27	0.16	3,303.25	24,174.28
Y9	9.20	0.13	2.35	7,924.03	10.40	20,441.06	0.91	15,848.06	40,882.11
Y10	9.20	0.13	2.65	10,203.41	10.40	9,866.27	2.74	30,610.22	29,598.82
Y11	9.20	0.13	2.35	7,924.03	10.40	7,802.89	2.39	23,772.10	23,408.66
Y12	9.20	0.13	2.60	9,811.87	10.40	16,261.48	1.57	25,612.42	42,448.17
Y13	9.20	0.13	2.35	2,527.94	10.40	17,421.29	0.34	7,583.83	52,263.86
Y14	9.20	0.13	2.60	6,994.22	10.40	13,401.10	1.36	20,982.67	40,203.30

**Fuente:** Elaboración propia

Las tablas 30 y 31 nos brindan la información necesaria para comprender las fuerzas internas límite (cortante, momento flector y carga axial) correspondientes a cada muro a diseñar en el siguiente apartado.

### Diseño de columnas y de vigas soleras

**Tabla 32** Cálculo de fuerzas internas en los muros y en las columnas

MURO	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
<b>II. Diseño por compresión de las columnas</b>							
$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
$u$	1	1	1	1	1	1	1
$\phi$	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
$A_{s \text{ min.}}$ (cm <sup>2</sup> )	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
$A_{sf}$ (cm <sup>2</sup> )	37.36	16.06	1.90	14.85	1.07	0.00	3.75
$A_{st}$ (cm <sup>2</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.38
$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	37.36	16.06	1.90	14.85	1.78	0.00	4.13
$A_s$ a usar (cm <sup>2</sup> )	8	8	5.16	8	8	5.16	8
	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 5/8"
$\delta$	1	1	1	1	1	1	1
$\phi$	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
$C/\phi$	-63800.84	-49746.81	9358.73	-33803.10	11405.50	11373.61	38758.55
$A_s \cdot f_y$	33600	33600	21672	33600	33600	21672	33600
$f'_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210	210	210

<b>0,85.δ.f<sub>c</sub></b>	178.5	178.5	178.5	178.5	178.5	178.5	178.5
<b>A<sub>n</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	583.02	482.98	70.88	392.46	126.12	57.69	33.03
<b>A<sub>columna</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	625	625	325	625	325	325	325
<b>Observación</b>	(Cumple)						

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 33** Diseño de los estribos de las columnas de amarre

MURO	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
<b>IV. Estribos en las columnas</b>							
<b>s<sub>1</sub> (cm)</b>	-44.42	43.20	2.03	-42.37	4.62	1.57	0.82
<b>s<sub>2</sub> (cm)</b>	10.29	10.29	18.21	18.21	18.21	18.21	18.21
<b>s<sub>3</sub> (cm)</b>	5.75	5.75	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
<b>s<sub>4</sub> (cm)</b>	10	10	10	10	10	10	11
<b>Usar en col. estribos:</b>	φ3/8",1@5, 4@10,rto@20						

**Fuente:** Elaboración propia

Con la Tabla 33 se diseñaron los estribos.

### Diseño de las vigas soleras del piso 1

**Tabla 34** Diseño de las vigas soleras

MURO	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
<b>IV. Diseño de las vigas soleras</b>							
<b>T<sub>s</sub> (kgf)</b>	133,360.58	57,316.71	6,768.00	53,010.57	3,820.53	0.00	13,399.55
<b>A<sub>s</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	35.28	15.16	1.79	14.02	1.01	0.00	3.54
<b>A<sub>s</sub> min. (cm<sup>2</sup>)</b>	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
<b>A<sub>s</sub> req. (cm<sup>2</sup>)</b>	35.28	15.16	3.00	14.02	3.00	3.00	3.54
<b>A<sub>s</sub> a usar (cm<sup>2</sup>)</b>	12	12	12	12	12	12	12
	6φ5/8"						
<b>Usar en v.s. estribos:</b>	φ3/8",1@5, 4@10,rto@20						

**Fuente:** Elaboración propia

## Diseño de escalera

Para el diseño de la escalera se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ , S/C=  $250 \text{ kg/m}^2$ , Peso acabado  $100 \text{ kg/m}^2$ .

### Dimensionamiento y cálculo de espesor promedio

$$t = \frac{L}{20} \approx \frac{L}{25} \rightarrow \frac{2.27}{20} = 0.11 \text{ m y } \frac{2.27}{25} = 0.09 \text{ m}$$

Por lo tanto, el valor de  $t= 0.15 \text{ m}$

$$h_m = t \frac{\sqrt{P^2 + CP^2}}{P} + \frac{CP}{2} = 0.15x \frac{\sqrt{0.25^2 + 0.175^2}}{0.25} + \frac{0.175}{2} = 0.27 \text{ m}$$

Siendo:

P: 0.25 m.

CP: 0.175 m.

### Metrado de cargas

#### Carga Muerta ( $W_D$ )

$W_{D1}$ : 580 kg/m

- $W_{pp}$ :  $2400 \times 0.27 \times 1.00 = 480 \text{ kg/m}$
- SCP:  $100 \times 1.00 = 100 \text{ kg/m}$

$W_{D2}$ : 460 kg/m

- $W_{pp}$ :  $100 \times 1.00 = 100 \text{ kg/m}$
- SCP:  $2400 \times 0.15 \times 1.00 = 360 \text{ kg/m}$

#### Carga Viva ( $W_L$ )

SC:  $250 \times 1 = 500 \text{ kg/m}$

#### Carga última ( $W_U$ )

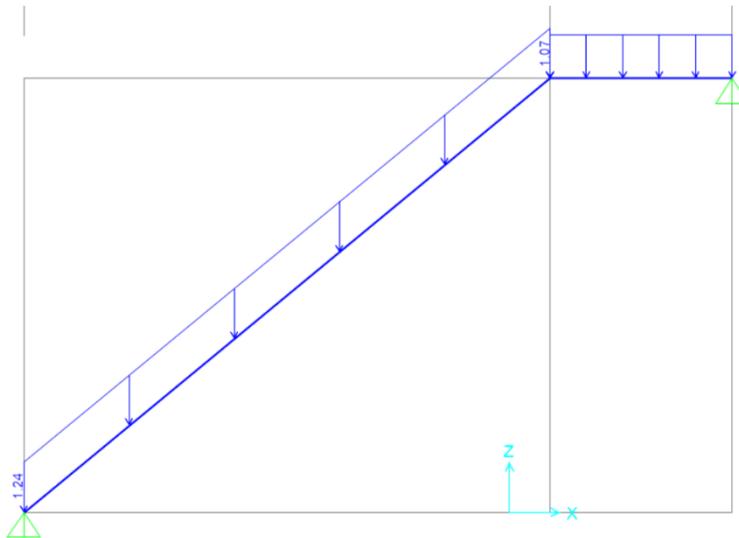
$W_{U1}$ :  $1.40 \times 580 + 1.70 \times 250 = 1237 \text{ kg/m} \approx 1.24 \text{ ton/m}$

$$W_{U2}: 1.40 \times 460 + 1.70 \times 250 = 1\,069 \text{ kg/m} \approx 1.07 \text{ ton/m}$$

### i. Análisis Estructural

El modelo matemático propuesto es el siguiente:

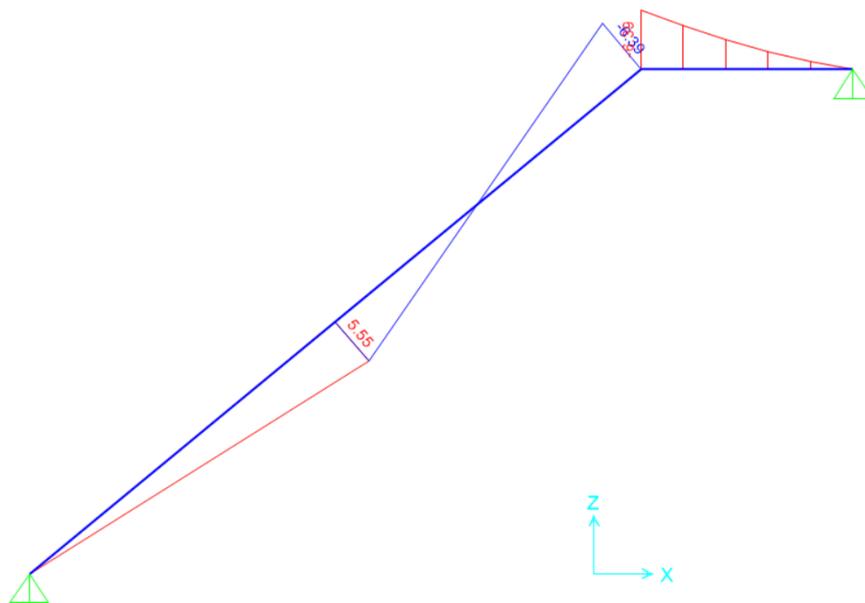
**Figura 49** Modelo estructural para la escalera



Fuente: Elaboración propia

### Cálculo del momento máximo positivo y negativo

**Figura 50** Diagrama de momento flector



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 50 podemos ver que el momento flector máximo es de 5.55 tonf.m, que se utilizará para calcular el refuerzo longitudinal.

### Cálculo de refuerzo

#### Acero positivo ( $A_s^+$ )

El momento máximo positivo es de 5 550 kg.m

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi f'_c b \cdot d^2}} = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 5550 \times 100}{0.90 \times 210 \times 100 \times 12 \times 12}}$$

$$w = 0.2370$$

$$\rho = w \frac{f'_c}{f_y} = 0.2370 \times \frac{210}{4200} = 1.18\%$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 1.18\% \times 100 \times 12 = 14.16 \text{ cm}^2$$

Así que, usamos varillas de  $\phi = 5/8''$  espaciadas a cada 0,15 m

#### Acero negativo ( $A_s^-$ )

Se elige la mayor entre las siguientes expresiones:

$$A_{s\text{min}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0.18\% \times 100 \times 12 = 2.16 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s^+}{3} = \frac{2.16}{3} = 0.72 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, úse se varillas de  $\phi = 3/8''$  espaciadas a cada 0,25 m

#### Acero transversal

$$A_{s\text{temperatura}} = \rho \cdot b \cdot d = 0.18\% \times 100 \times 12 = 2.16 \text{ cm}^2$$

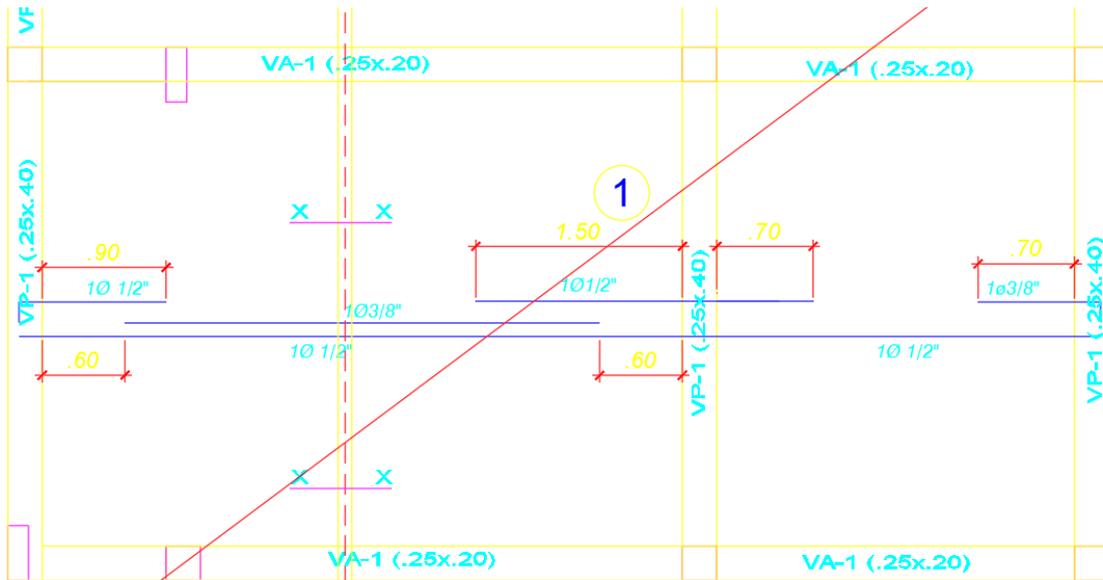
Por lo tanto, úse se varillas de  $\phi = 3/8''$  espaciadas a cada 0,25 m

### Diseño de losas aligeradas

#### De dos tramos:

Dado que este tipo de forjado es un diseño típico, se coloca el acero mínimo requerido por la norma técnica de hormigón armado E.060. La distribución de acero contraíble positivo, negativo y por temperatura es la siguiente.

**Figura 51** Diseño de losa aligerada en una dirección



Fuente: Elaboración propia

### Diseño de cimentación

La Tabla 35 se muestra el ancho mínimo de cimentación corrida para los muros que tienen la dirección "X".

**Tabla 35** Peso de cada muro que recibe la cimentación

Muro	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
P <sub>total</sub> (ton)	24.05497	13.82791	16.122546	20.944608	5.812668	8.606652	27.580962
q <sub>adm.</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4
L <sub>m</sub> (m)	4.98	3.03	1.60	3.10	1.60	1.60	3.10
A <sub>req.</sub> (m <sup>2</sup> )	0.9111731	0.5237845	0.6107025	0.7933564	0.2201768	0.3260095	1.0447334
B <sub>cim.</sub> (m)	0.1829665	0.1728662	0.3816891	0.2559214	0.1376105	0.203756	0.3370108
<b>B<sub>min.</sub> (m)</b>	<b>0.50</b>						

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 36 se muestra el ancho mínimo de cimentación corrida para los muros que tienen la dirección "Y".

**Tabla 36** Cálculo de la obtención del ancho de cimentación requerida

Muro	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
P <sub>total</sub> (ton)	10.93	16.45	6.33	9.19	15.38	22.68	24.44	10.10	9.57	17.67
Q <sub>adm.</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40	26.40
L <sub>m</sub> (m)	2.35	1.75	1.20	2.35	2.60	2.35	2.60	1.20	2.35	2.65
A <sub>req.</sub> (m <sup>2</sup> )	0.41	0.62	0.24	0.35	0.58	0.86	0.93	0.38	0.36	0.67
B <sub>cim.</sub> (m)	0.18	0.36	0.20	0.15	0.22	0.37	0.36	0.32	0.15	0.25
B <sub>min.</sub> (m)	<b>0.45</b>									

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos

La esencia de los métodos de análisis de datos radica en los métodos descriptivos y de relevancia. Es por ello que todos los elementos que constituyen la estructura de los objetivos de la investigación serán clasificados, sistematizados y caracterizados.

### 3.7. Aspectos éticos

Se tomará en cuenta las instrucciones de la Oficina de Investigación de Lima (UCV, 2016), que establece: “Los investigadores deben comprometerse a presentar los resultados con veracidad, respetar los derechos de propiedad intelectual, la responsabilidad y la ética” (pág. 12). investigación Se realiza un control de calidad detallado en todos los procesos de la obra, evitando así algún tipo de duplicación.

#### **IV. RESULTADOS**

**Indicador 1: Densidad de muros y esfuerzo axial máximo**

**Tabla 37 Esfuerzo axial máximo para los muros en dirección "X"**

N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m <sup>2</sup> )	Peso propio (ton)	Viga solera (ton)	Losa (ton)	Sobrecarga (ton)	Pesos P <sub>m</sub> del muro i	Esfuerzo o $\sigma_m$ del muro i	Observación del $\sigma_m$ por muro
<b>Piso 1</b>										
1	X1	4.98	4.70	13.63	2.87	7.14	4.70	28.34	45.52	(Cumple)
2	X2	3.03	2.56	8.29	1.75	3.89	2.56	16.49	43.53	(Cumple)
3	X3	1.60	4.05	4.38	0.92	6.16	4.05	15.51	77.53	(Cumple)
4	X4	3.10	5.14	8.48	1.79	7.81	5.14	23.22	59.92	(Cumple)
5	X5	1.60	0.70	4.38	0.92	1.06	0.70	7.06	35.32	(Cumple)
6	X6	1.60	1.48	4.38	0.92	2.25	1.48	9.03	45.14	(Cumple)
7	X7	3.10	6.04	8.48	1.79	9.18	6.04	25.49	65.78	(Cumple)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38 Esfuerzo axial máximo para los muros en dirección "Y"**

<b>Dirección "Y"</b>										
N°	Muro	Longitud (m)	Área trib. (m <sup>2</sup> )	Peso propio (ton/m)	Viga solera (ton/m)	Losa (ton/m <sup>2</sup> )	Sobrecarga (ton/m <sup>2</sup> )	Pesos P <sub>m</sub> del muro i	Esfuerzo o $\sigma_m$ del muro i	Observación del $\sigma_m$ por muro
<b>Piso 1</b>										
1	Y1	2.35	2.06	6.43	1.35	3.13	2.06	12.97	44.17	(Cumple)
2	Y2	1.75	0.00	4.79	1.01	0.00	0.00	5.80	26.50	(Cumple)
3	Y3	1.20	0.46	3.28	0.69	0.70	0.46	5.13	34.22	(Cumple)
4	Y4	2.35	1.00	6.43	1.35	1.52	1.00	10.30	35.07	(Cumple)
5	Y5	2.60	3.50	7.11	1.50	5.32	3.50	17.43	53.63	(Cumple)
6	Y6	2.35	6.00	6.43	1.35	9.12	6.00	22.90	77.97	(Cumple)
7	Y7	2.60	6.50	7.11	1.50	9.88	6.50	24.99	76.90	(Cumple)
8	Y8	1.20	2.73	3.28	0.69	4.15	2.73	10.85	72.36	(Cumple)
9	Y9	2.35	1.20	6.70	1.35	1.82	1.20	11.08	37.71	(Cumple)
10	Y10	2.65	1.56	7.25	1.53	2.37	1.56	12.71	38.36	(Cumple)

1	1	Y11	2.35	2.50	6.43	1.35	3.80	2.50	14.08	47.94	(Cumple)
1	2	Y12	2.60	3.60	7.11	1.50	5.47	3.60	17.68	54.41	(Cumple)
1	3	Y13	2.35	8.24	6.43	1.35	12.52	8.24	28.55	97.18	(Cumple)
1	4	Y14	2.60	5.30	7.11	1.50	8.06	5.30	21.97	67.59	(Cumple)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39** Densidad de muros en ambas direcciones

	Densidad de muro
$(\sum Lt)_{x-x}/A_p =$	0.0378
$(\sum Lt)_{y-y}/A_p =$	0.0551

Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

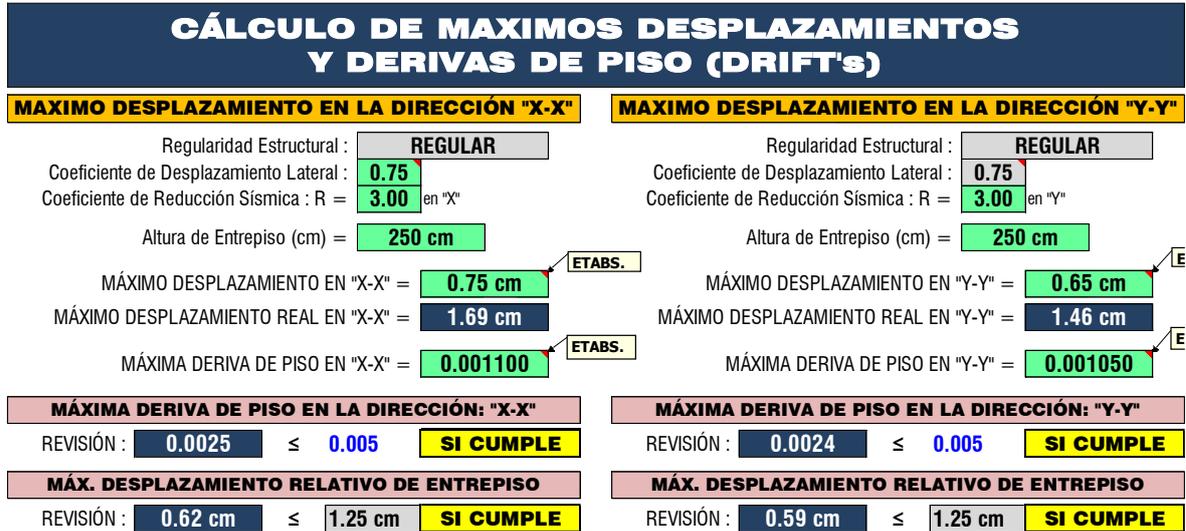
Con las Tablas 37 y 38 se determina el esfuerzo axial máximo que soportan los muros en ambas direcciones siendo menor a 165 ton/m<sup>2</sup>. Además, con la Tabla 39 se cumplen las densidades de los muros en ambas direcciones siendo en la dirección "X" un valor de 0.0378 y 0.0551 en la dirección "Y"; cuyos valores son mayores a 0.0375.

### Contrastación de hipótesis:

Se valida la hipótesis específica 1; ya que, con el diseño propuesto existe una mejora significativa al determinar la densidad de muro y esfuerzo axial máximo.

**Indicador 2: Derivada de entrepiso**

**Figura 52 Deriva de entrepiso**



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

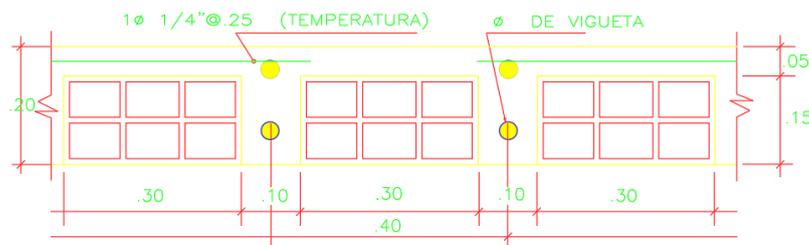
Con la Figura 52 se determina la deriva de 0.0025 en la dirección "X" y 0.0024 en la dirección "Y", siendo menor a 0.005 propuesto para estructuras de albañilería confinada propuesto por el reglamento vigente de la Norma Sismorresistente E.030.

**Contrastación de hipótesis:**

Se valida la hipótesis específica 2; ya que, existe una mejora significativa al determinar la deriva de entrepisos, que conlleva a un diseño seguro.

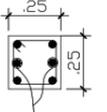
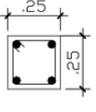
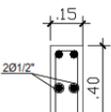
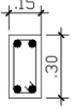
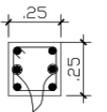
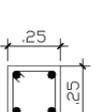
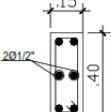
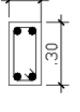
**Indicador 3: Diseño de elementos de refuerzo**

**Figura 53 Detalle de losa aligerada en una dirección**



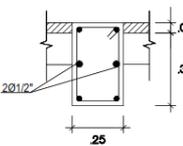
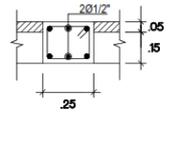
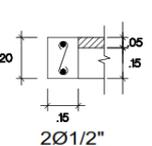
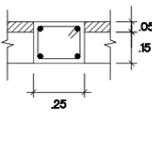
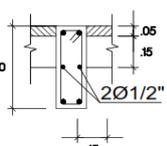
Fuente: Elaboración propia

**Figura 54** Diseño de columnas de amarre

CUADRO DE COLUMNAS				
PISOS	C-1	C-2	C-3	C-4
1 <sup>o</sup>	 4Ø5/8" + 2Ø1 1/2"	 4Ø5/8"	 4Ø5/8" + 2Ø1 1/2"	 4Ø1/2"
2 <sup>o</sup>	 4Ø5/8" + 2Ø1 1/2"	 4Ø5/8"	 4Ø5/8" + 2Ø1 1/2"	 4Ø1/2"
ESTRIBOS 1 @ .05, 5 @ .10, 2 @ .15, Rto. @ .25 C/E				
N° EST.	1 estribos 3/8"	1 estribos 3/8"	1 estribos 8mm.	1 estribos 1/4"
NIVEL	TODOS LOS NIVELES			

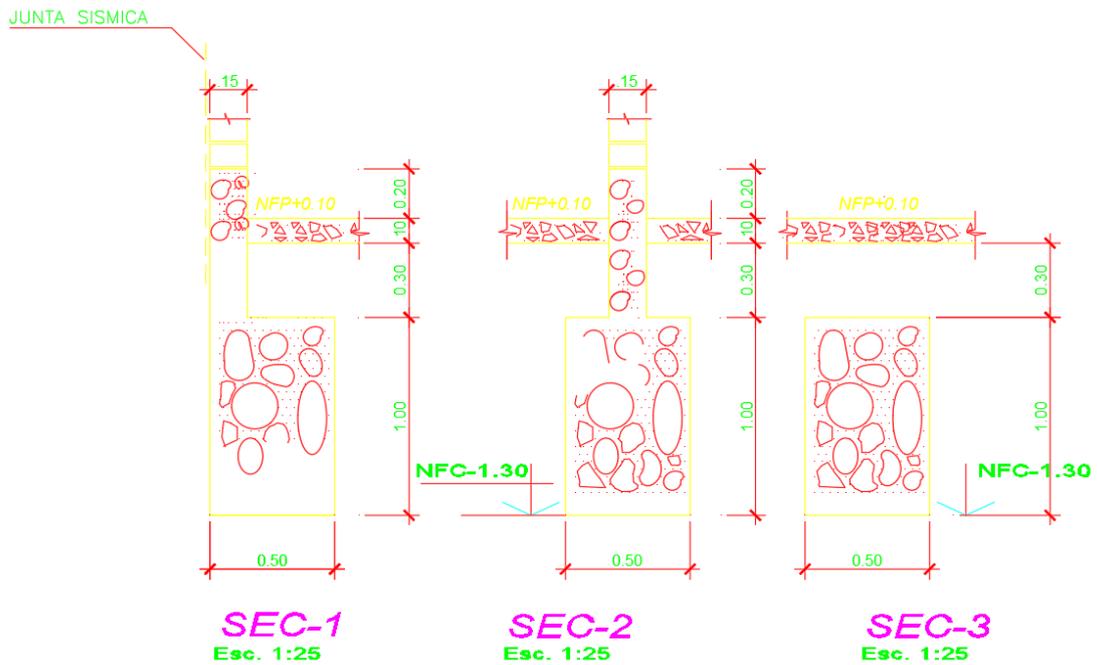
Fuente: Elaboración propia

**Figura 55** Diseño de vigas soleras

CUADRO DE VIGAS				
VP-101 (.15x.40)	VA-1 (.25x.20)	VB (.15x.20)	VA (.25x.20)	VS (.15x.40)
 4Ø 5/8" + 2Ø 1/2"	 4Ø 5/8" + 2Ø 1/2"	 2Ø1 1/2"	 4Ø 1/2"	 4Ø5/8" + 2Ø1/2"
Ø 3/8": 1 @ .05, 5 @ .10, Rto. @ .20 C/E	Ø 3/8": 1 @ .05, 5 @ .10, Rto. @ .20 C/E	Ø 6mm. 1 @ .05, Rto. @ .20 C/E	Ø 1/4": 1 @ .05; 2 @ .10 1 @ .15 Resto @ .20 c/e	Ø 3/8 2 @ .05, 5 @ .10, Rto. @ .20 C/E

Fuente: Elaboración propia

**Figura 56** Diseño de cimentación corrida



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Con la Figura 53, 54, 55 y 56 se determina un diseño racional; es decir, se obtuvieron las medidas necesarias, así como los refuerzos de aceros.

**Contrastación de hipótesis:**

Se valida la hipótesis específica 3; ya que, existe una mejora significativa al diseñar los elementos de refuerzo en el diseño de albañilería confinada.

## **V. DISCUSIÓN**

Según Cáceres Cáceres & Enriquez Ranilla (2017), en su trabajo de investigación llegaron a la siguiente conclusión: En la actualidad, la realidad de Arequipa hace que debido al crecimiento masivo de la población, exista una gran demanda de vivienda plurifamiliar, lo que ha provocado un aumento horizontal en el uso y construcción de vivienda, lo que conlleva un incremento en los gastos de pensiones. Servicios básicos, es por ello que en los últimos años la construcción de rascacielos se ha convertido en una alternativa a la mejor solución para satisfacer esta demanda. La construcción de rascacielos, debido a la necesidad de menos espacio, logra un menor impacto ambiental y un mayor desempeño económico durante la construcción, y posteriormente reduce el costo de brindar servicios básicos, como agua, alcantarillado, electricidad, teléfono y transporte. En ocasiones, el problema es que, por motivos de costes, si la mampostería estructural o los muros están hechos completamente de hormigón armado (muros de corte), no se sabe qué tipo de sistema utilizar. El propósito de esta tesis es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación de pregrado, y esforzarse por dominar plenamente la formulación del proyecto a través del proyecto desde la fundación del plano arquitectónico hasta el diseño de los elementos estructurales del edificio. En mampostería estructural y muros de cortante, debido a que el último sistema constructivo se está dando con más continuidad en nuestro entorno, da un paso importante de la teoría a la práctica.

Según Rivas Medina (2018), en su trabajo de investigación llegó a la siguiente conclusión: La mampostería estructural es una alternativa arquitectónica en edificios de mediana altura, utilizada como solución a la escasez de viviendas en Piura. Sin embargo, en algunos casos, se descuidan las buenas prácticas arquitectónicas y estructurales y la construcción de algunos edificios se vuelve informal. En este contexto, el propósito es analizar y comparar los sistemas estructurales de mampostería constreñida y mampostería reforzada para estudiar su estructura y eficiencia económica. Por tanto, este estudio considera el análisis del comportamiento de los edificios multifamiliares de 03 pisos de los dos sistemas. El estudio consideró el comportamiento estructural del edificio y los aspectos económicos relacionados con su presupuesto con el fin de analizar cuantitativamente los beneficios de cada aspecto. Primero realizar el predimensionamiento, para luego realizar el diseño de los elementos estructurales

y su respectivo comportamiento sísmico. Posteriormente, en base a los resultados de cálculo obtenidos y especificados en el plan de mampostería cerrada y mampostería armada, se elaboraron indicadores, análisis de precio unitario y presupuestos para cada sistema. Después de analizar los resultados, se concluye que la mampostería reforzada tiene un mejor desempeño estructural que la mampostería restringida, y la mampostería restringida tiene mayores beneficios económicos que la mampostería reforzada. Todo ello en el marco de los requisitos estipulados en el Código Nacional de Edificación Normativa E.070 Albañilería.

Según Alvarado Ríos (2018), en su trabajo de investigación de Posgrado llegó a la siguiente conclusión: El propósito de este trabajo de investigación es determinar los defectos de construcción de la casa de mampostería cerrada en el distrito 4 del distrito de Esperanza, Trujillo en 2018. Se trata de una encuesta descriptiva no experimental, en la que se desarrolló una ficha de observación del método de inspección mediante visión directa, aplicada a 25 casas de mampostería hermética, y se analizaron los procedimientos de construcción, recursos, manejo del propietario y mantenimiento de las casas seleccionadas; y la respuesta El dueño de la encuesta que preparó para tal efecto se coordinó para evaluar la casa, y también hizo un boceto de la casa. Interpretando los resultados obtenidos, se concluye que los defectos más destacados en la casa durante nuestro proceso de construcción: 84% se deben a la falta de juntas de dilatación, 76% se deben a la corrosión del acero en los pilares, El 24% se usa para soporte de escaleras, el 20% se usa para grietas en la pared; en términos de calidad de recursos: desperdicio de material 24%, mano de obra 20% y mampostería 16%; en términos de gestión de propietarios: la aplicación de la norma E070 representa 32 %, y el permiso de construcción representa el 32% 28%, el plan de uso representó el 24%; en términos de mantenimiento: 56% se usa para proteger el acero en los pilares, 44% se usa para limpiar el techo, 20% se usa para las grietas del techo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se propuso un procedimiento racional en el diseño de albañilería confinada de la vivienda multifamiliar de cuatro pisos en Lima-Lima-Lince, la cual cumple con los requerimientos de la normativa vigente que en este caso corresponde a la Norma Técnica de Albañilería E.0.70.
- El análisis se determina de acuerdo con el estándar expresado por la siguiente fórmula:  $(\Sigma Lt) / A_p \geq ZUSN / 56$  es igual a 0.033; la densidad mínima que satisface la dirección "Y" es 0.055, que satisface la pared original prevista de la constreñida unidad de mampostería de arcilla, también tiene un valor de 0.0378 en la dirección "X". También se respeta la continuidad de la altura del muro, y el cumplimiento fiel de la carga axial máxima de cada muro portante es menor a lo expresado como:  $\sigma_m = P_m / t < 0.15 \text{ f'm} = 165 \text{ ton} / \text{m}^2$ . Según la Norma técnica vigente E.070 garantiza la seguridad de la vivienda multifamiliar de albañilería confinada Lima-Lima-Lince.
- Se determinó la distorsión de entrepiso mediante el análisis estático, que corresponde al análisis sísmico, cuyo valor en la dirección "X" es 0,0025 y el valor en la dirección "Y" es 0,024 y ambas distorsiones son inferiores a 5/1000, lo que indica que la estructura tiene la rigidez adecuada según la norma sísmica E.030 Versión 2019.
- Los elementos de refuerzo se diseñaron en el diseño de mampostería cerrada de una vivienda multifamiliar de cuatro pisos en el distrito de Lince, donde se optimizaron las dimensiones de los muros portantes porque se usó el ancho efectivo igual a 12.50 cm lo hace compatible con las características del edificio propuesto; ya que, la altura de entrepiso fue de 2.50m. Según el diseño a tracción obtenido para elementos de refuerzo, como las vigas soleras de VA1 (0.25x0.40 m), VP-101 (0.15x0.40 m), VA (25x20). Las columnas de amarre fueron: C-1 y C-2 (0.25x0.25 m), columnas C-3 (0.40x0.15 m) y C-4 (0.30x0.15 m), C-4 (0.15x0.30 m). La losa aligerada en una dirección fue de 20 cm tiene un excelente refuerzos positivos y negativos de  $1\phi 1/2"$  y para los aceros de

temperatura se usaron  $1\phi 1/4'' @ 0.25 \text{ m}$  en la dirección transversal a las viguetas. En el diseño de cimentación es una cimentación corrida con un ancho de 50 cm y altura 80 cm.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que, para mejorar el diseño de mampostería cerrada de viviendas multifamiliar, las normas técnicas de Albañilería E.070., Sismorresistente E.030, Concreto Armado E.060 y E0.50 Suelos y Cimentaciones deben obtener un diseño razonable. de todos los elementos estructurales.
- Se recomienda que el muro de mampostería tenga distribución suficiente en dos direcciones, debe cumplir la condición de  $(L_t) XX / A_p < ZUSN / 56$  la densidad mínima del muro, y la tensión axial máxima del muro en X y y direcciones. Son menores que la tensión axial teórica de  $0.15xf'm$ .
- Para la estructura de mampostería indicada por la norma sísmica E.0.30, se recomienda que el desplazamiento entre capas para el análisis sísmico en dos direcciones usando el método estático sea menor a 5/1000 para obtener una estructura con suficiente desempeño sísmico. Además, el coeficiente de amortiguación de la mampostería debe considerarse como 3. Además, se recomienda diseñar elementos de refuerzo en el diseño de mampostería cerrada de casas multifamiliares, y el muro de carga debe cumplir con los requisitos de la estructura del edificio. De acuerdo con la norma E 070, los otros elementos son losas macizas que deben tener dos direcciones, que se pueden utilizar para losas pequeñas y losas de aligeramiento en una dirección, y deben ser reforzadas con barras de acero positivas y negativas; también se pueden usar con viguetas prefabricadas y ladrillos Tecnopor. Para el área de Jesús María, se recomienda que la cimentación de una casa plurifamiliar de cuatro pisos sea continua, porque su suelo es rígido; además, debe cumplir con los requisitos de la Norma E 0.50 para suelo y cimentación.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, T. F. (2017). *Análisis y Diseño de edificaciones de Albañilería*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Aceros Arequipa. (2015). *Manual del Maestro Constructor*. Lima, Perú.
- Alvarado Ríos, M. I. (2018). *Evaluación de los defectos constructivos en Viviendas de Albañilería confinada según NTP-E070 Sector 4 Distrito de la Esperanza 2018*. Obtenido de Repositorio UCV: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34033/alvarado\\_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34033/alvarado_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arenas Vilca, F. (2021). ENTREGA FINAL- Proceso constructivo de albañilería confinada. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=nnWJfYbUHrl>
- AROQUIPA VELASQUEZ , H. (2012). Estructuración y Predimensionamiento. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .
- Ayala Moya, C. A. (2016). *Comportamiento cíclico de albañilería armada de bloques de hormigón parcialmente relleno : análisis experimental y numérico (Tesis de Pregrado)*. Santiago de Chile: PUCP de Chile.
- Barrueto Zamora , J. B. (2019). *Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo (Tesis de Pregrado)*. Lima, Perú: Repositorio PUCP.
- Beer, F. P., Russel Johnston, E., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2012). *Mecánica de Materiales*. Mc Garw Hill.
- Blanco, M. (2012). Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27(3), 071-084. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652012000300008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000300008&lng=es&tlng=es).
- Borja Suarez, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica*. Chiclayo, Perú.
- Cáceres Cáceres, A. E., & Enriquez Ranilla, L. A. (2017). "ANALISIS DE COSTOS, DISEÑO SISMORESISTENTE- ESTRUCTURAL COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR. Obtenido de Repositorio Unsa:

- <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2436/ICcaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carcausto, M. (2018). *Análisis y Diseño Estructural de la IES Agropecuario N° 125 de Chupa, distrito de Chupa- Azángaro- Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .
- Carrillo, J., Echeverri, F., & Aperador, W. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 479-490. doi:doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
- Charleson, A. (2012). *Seismic Design For Architects*. MacMillan.
- CIVIL ENGINEERING TUTORIALES. (2016). FLEXIÓN EN VIGAS-Calculo de esfuerzos normales(1/2). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Y5MMYvBJ2SI>
- Comité ACI 318. (14 de Abril de 2015). *Requisitos del Reglamento para Concreto estructural (ACI 318S-14) y Comentario (ACI 318SR-14)*. Obtenido de Civil-Share : [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)
- Comité de la Norma E.070. (2006). *Albañilería*. Lima, Perú.
- Comite de la Norma Técnica E 020. (2006). *Norma Técnica de edificación E. 020 Cargas*. Lima, Perú.
- Comité Técnico especializado E.60. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Obtenido de Ministerio de Vivienda: [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)
- Constructivo. (2020). *Edificios multifamiliares de gran altura marcan tendencia en el mercado de vivienda*. Obtenido de Constructivo: <https://constructivo.com/noticia/edificios-multifamiliares-de-gran-altura-marcan-tendencia-en-el-mercado-de-vivienda-1576071959>
- Delgado Contreras, G. (2014). *Diseño de Estructuras Aperticadas de Concreto Armado*. Lima: EDICIVIL.
- García Giraldo, J. M. (2018). *Comportamiento a flexión de elementos de albañilería postensada sin relleno de grouting (Tesis de Pregrado)*. Santiago de Chile: Repositorio PUCP de Chile.

- Hernández Pinedo, L. M. (2012). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA (Tesis de Pregrado)*. Lima, Perú: Repositorio PUCP.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta Edición)*. México D.F.: Mac Graw Hill Education.
- Loayza León, J. L., & Chavez Porras, R. F. (2015). *Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles (Tesis de pregrado)*. Obtenido de Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6106>
- Mc Cormac, J. (2012). *Diseño de Estructuras Metálicas* . México: Alfa Omega.
- Montalbetti, A. (2020). *Diseño Sismorresistente. Diplomatura en Diseño Estructural* . PUCP.
- Morales Morales, R. (2014). *Diseño de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Muñoz, A. (19 de Mayo de 2011). *Investigaciones experimentales en placas delgadas de concreto armado con ductibilidad limitada*. Obtenido de Textos PUCP: <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/740.pdf>
- Oposición Bombero Online. (2015). *ESFUERZOS DE TRACCION EN LA EDIFICACION*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=xEjakCn0Kwc>
- Otazzi Pasino, G. (2014). *Apuntes del Curso de Análisis Estructural I*. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.
- Oviedo Sarmiento, R. (2016). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones de Concreto Armado*. Servicios Gráficos DAKYNA.
- Paulay, T., & Priestley, M. (Marzo de 1991). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. Obtenido de Scrib: <https://es.scribd.com/doc/15100180/Seismic-Design-of-Reinforced-Concrete-and-Masonry-Buildings-T-paulay-M-priestley-1992>

- Piqué del Pozo, J. (2014). Análisis Sísmico de Edificios. UNI. Obtenido de Academia.edu:  
[https://www.academia.edu/37237620/An%C3%A1lisis\\_S%C3%ADsmico\\_de\\_Edificios\\_-\\_J.\\_Pique\\_Del\\_Pozo\\_H.\\_Scaletti\\_Farina.pdf](https://www.academia.edu/37237620/An%C3%A1lisis_S%C3%ADsmico_de_Edificios_-_J._Pique_Del_Pozo_H._Scaletti_Farina.pdf)
- Piqué del Pozo, J. R. (2010). *Análisis Sísmico de Edificios*. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Quagliarini, E., D’Orazio, M., & Lenci, S. (2015). The properties and durability of adobe earth-based masonry blocks. *Eco-Efficient Masonry Bricks and Blocks*, 361–378. doi:doi:10.1016/b978-1-78242-305-8.00016-4
- Rivas Medina, M. F. (2018). *Análisis Técnico-Económico- Comparativo Entre Sistemas Estructurales de Albañilería Confinada y Albañillería Armada en un Vivienda de 03 Niveles en la Ciudad de Piura (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de piura.
- Rivero, E. (2017). Curso de Albañil: Armado de castillos. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=ZLBu2qrMJ1w>
- Ruiz, S. E., Santos-Santiago, M. A., Bojórquez, E., Orellana, M. A., & Valenzuela-Beltrán, F. (2020). BRB Retrofit of mid-rise soft-first-story RC moment-frame buildings with masonry infill in upper stories. *Journal of Building Engineering*, 101783. doi:doi:10.1016/j.jobbe.2020.101783
- Valledor Barrientos, R. I. (2016). *Análisis sísmico lineal y simulación numérica del daño sísmico acumulado de una estructura patrimonial de albañilería simple : el caso del Palacio Pereira (Tesis de Pregrado)*. Santiago de Chile: Repositorio PUCP de Chile.
- Villarreal Castro, G. (2015). *VÍDEO 7: PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=NRf13aCxhGY&t=578s>
- Wicht, J. K., & Mac Gregor, J. G. (2012). *Reinforced Concrete Mechanics & Design*. New Jersey: Perason.
- Yepez Moya, F., & Abuja, A. (2015). *Guía Práctica para el Diseño de Estructuras de Madera de Conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-4-MADERA.pdf>

## **ANEXOS**

## INFORME TÉCNICO

### CONTENIDO

- 1.0 INTRODUCCIÓN
- 2.0 UBICACIÓN Y OBJETIVO
- 3.0 PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS
- 4.0 GEOLOGÍA LOCAL
- 5.0 SISMICIDAD
- 6.0 TRABAJOS EFECTUADOS
- 7.0 PERFIL ESTRATIGRÁFICO
- 8.0 TRABAJO DE LABORATORIO
- 9.0 CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA
- 10.0 CALCULO DE ASENTAMIENTO
- 11.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 12.0 ANEXO
  - PANEL FOTOGRÁFICO
  - REGISTRO DE PERFORACIONES
  - ENSAYOS DE LABORATORIO

  
GHOVANNY AGUILAR PUMA  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

Anexo 1 Matriz de consistencia

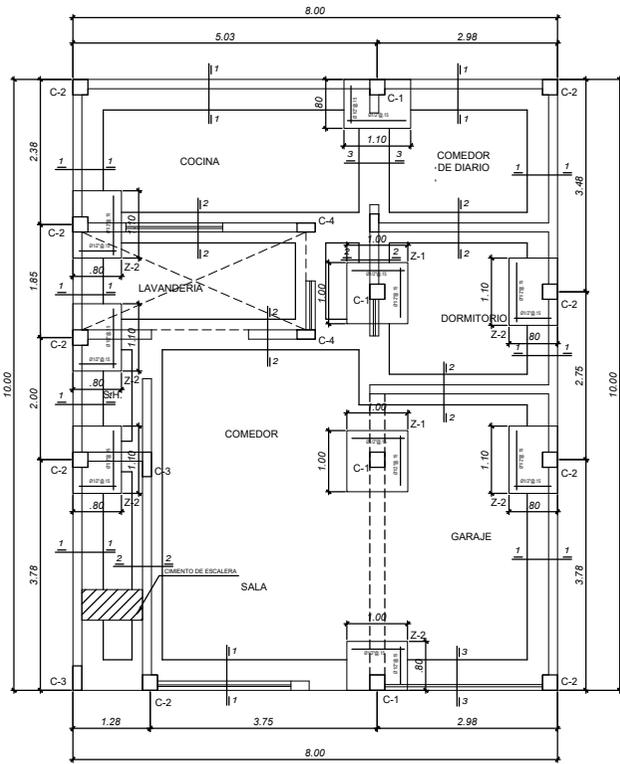
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE : Diseño de albañilería confinada</b>	Densidad de muros y el esfuerzo axial máximo	Dirección X	Software ETABS 2019	<p><b>Método:</b> Científico  <b>Tipo:</b> Aplicada  <b>Nivel:</b> Explicativo  <b>Diseño:</b> No experimental  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> Todas las viviendas multifamiliares de concreto armado de la Av. Francisco Lazo del distrito de Lince</p> <p><b>Muestra:</b> Vivienda multifamiliar de cuatro niveles en</p>
¿Por qué es necesario una propuesta de mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?	Proponer la mejora en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince			Dirección Y		
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>		Derivas de entrepiso	Relación desplazamiento relativo y altura de entrepiso		
¿Por qué es necesario verificar densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?	Determinar la densidad de muros y el esfuerzo axial máximo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince	Existe una mejora significativa al determinar la densidad de muro y esfuerzo axial en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince		Desplazamiento máximo	Viga Solera		
				Diseño de elementos de refuerzo	Columna de amarre		

<p>¿Por qué es necesario verificar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?</p>	<p>Determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince</p>	<p>Existe una mejora significativa al determinar la deriva de entrepisos en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince</p>		<p>Diseño de la cimentación</p>	<p>Cimientos corridos</p>		<p>la Av Francisco Lazo N°1837 en el distrito de Lince</p>
<p>¿Por qué es necesario diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince?</p>	<p>Diseñar los elementos de refuerzo del diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince</p>	<p>Existe una mejora significativa al diseñar los elementos de refuerzo en el diseño de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lima- Lince</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Vivienda multifamiliar</p>	<p>Construcción horizontal</p>	<p>Área de terreno (m2)</p>		<p><b>Técnica:</b> Observación</p>
				<p>Construcción vertical</p>	<p>Altura de la edificación (m)</p>		

**Anexo 2** Matriz de operacionalización de variables

<b>VARIABLE (S)</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Variable Independiente:</b> Diseño de alabñilería confinada	Análisis y diseño estructural Debe ser cuidado y protegido. Integridad de los residentes, por ejemplo Y esos elementos En el edificio antes de la carga Actúa al respecto. Debería prestar atención Lo importante es el respeto Estructura y otros estándares Profesional, hacer Estructuralmente seguro y Económico. Morocho (2016)	Se medirá mediante software de computadora para extraer la información necesaria para el diseño de mampostería restringida de la estructura. Del mismo modo, el análisis sísmico se llevará a cabo de acuerdo con las normativas nacionales de construcción.	Densidad de muros y el esfuerzo axial máximo	Dirección X	De razón
				Dirección Y	
			Derivas de entrepiso	Relación desplazamiento relativo y altura de entrepiso	
				Desplazamiento máximo	
			Diseño de elementos de refuerzo	Viga Solera	
				Columna de amarre	
			Diseño de la cimentación	Cimientos corridos	
				Zapatas	
<b>Variable dependiente:</b> Vivienda multifamiliar	Es una especie de edificación vertical u horizontal dividida en múltiples unidades habitacionales integradas, y el terreno se comparte	Se respetarán los parámetros urbanísticos del distrito de Lince. Y las recomendaciones del código de	Construcción horizontal	Área de terreno (m <sup>2</sup> )	De razón
			Construcción vertical	Altura de la edificación (m)	

	como bienes públicos (Juan de Dios 2020)	edificación peruano vigente.		
--	---	---------------------------------	--	--



CUADRO DE COLUMNAS				
PISOS	C-1	C-2	C-3	C-4
1º				
2º				
ESTRIBOS 1 @ .05, .5 @ .10, 2 @ .15, Rto. @ .25 C/E				
Nº EST.	1 estribos 3/8"	1 estribos 3/8"	1 estribos 8mm.	1 estribos 1/4"
NIVEL	TODOS LOS NIVELES			

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO SIMPLE**  
 En Cimientos Corridos CH - 1/10 con 30% piedra grande ( 6" max. )  
 En Sobrecimientos CH - 1/8 con 25% piedra mediana ( 3" max. )

**CONCRETO ARMADO**  
 Zapatas, Columnas, Vigas  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 Losas, Cisternas, Tques, Esc.  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Acero  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$  (grado 60)

**RECUBRIMIENTOS LIBRES (l)**  
 2 cms. en Losas, vigas chatas y escaleras  
 4 cms. en Vigas peraltadas y columnas  
 7 cms. en Superficies en contacto con tierra y/o agua

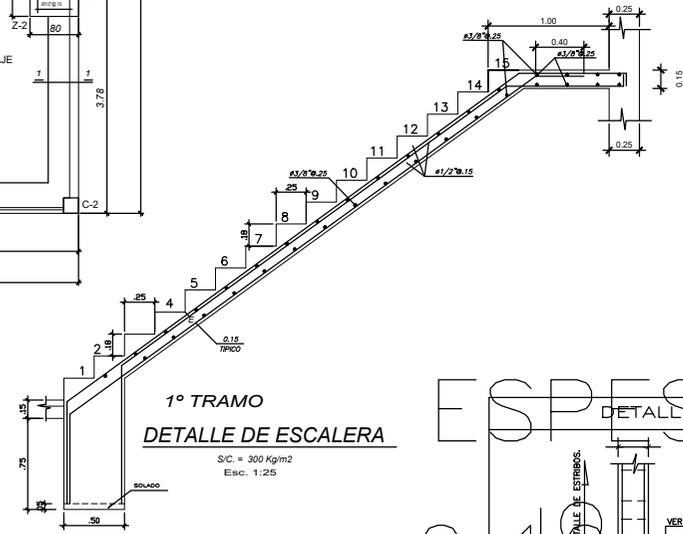
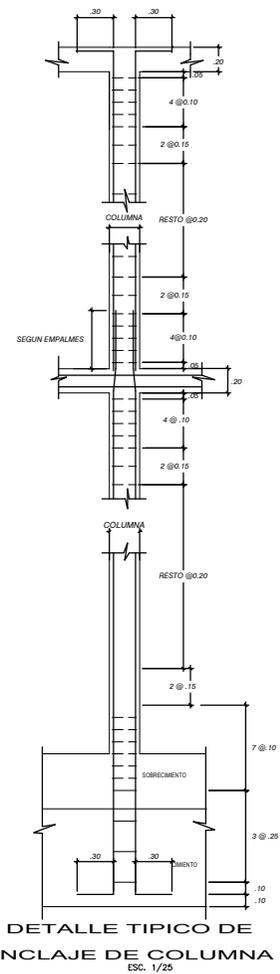
**ALBAÑILERIA DE LADRILLO**  
 $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$  (unidades solidas) Tipo IV  
 Mortero cemento - arena 1:4 Tipo PI

**SOBRECARGAS**  
 LOSA ALIGERADA 1er y 2do PISO = 200 Kg/m<sup>2</sup>  
 LOSA ALIGERADA 3er PISO = 200 Kg/m<sup>2</sup>

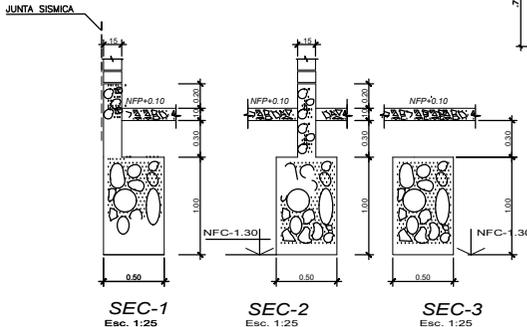
ESCALERA = 300 Kg/m<sup>2</sup>  
 PRESION ADMISIBLE DEL TERRENO  
 $\sigma' = 1.5 \text{ Kg/cm}^2$

**PARAMETROS DE SISMICIDAD N.T.E. E-030**  
 $Z = \text{FACTOR DE ZONA}$  ZONA 3  $\Rightarrow 2 \times 0.40$   
 $U = \text{COEF. DE USO E IMPORTANCIA}$  (CATEGORIA C: EDIFICACIONES COMUNES)  $\Rightarrow U = 1.00$   
 $R = \text{COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZA SISMICA}$   $\Rightarrow R = 6.00$  (LIMITE  $h = 15m$ )  
 $T_p, S = \text{PARAMETROS DE SUELO}$  (SUELOS INTERMEDIOS)  $\Rightarrow T_p = 0.60, S = 1.20$

**NOTAS:**  
 - Para el trazo ver arquitectura  
 - El concreto del muro de la cisterna, llevara aditivo impermeabilizante tipo Sika y/o similar



CIMIENTO CORRIDO AMPLIACION

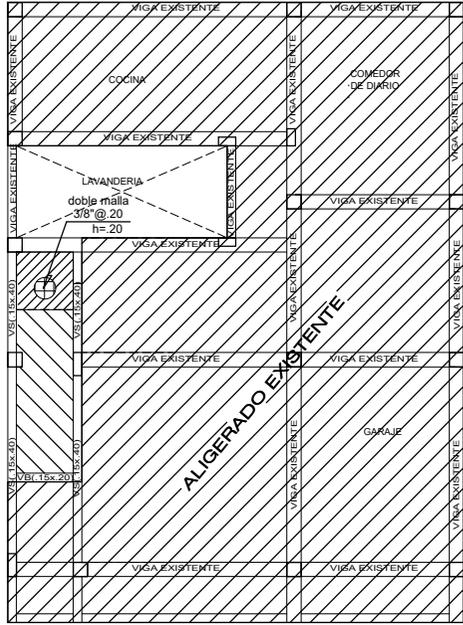


### ESPESOR DE ZAPATAS

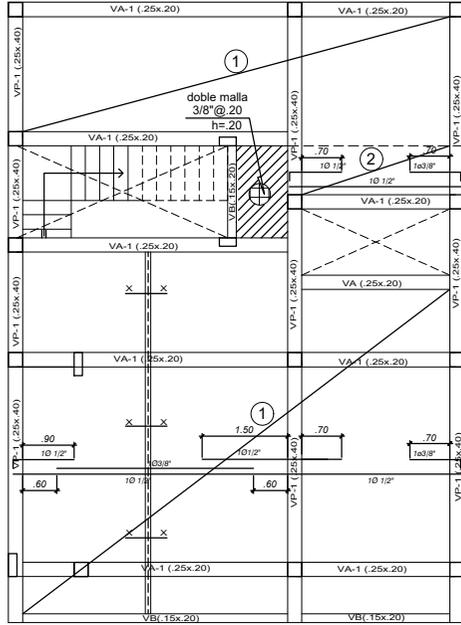
CUADRO DE ZAPATAS			
TIPO	a	b	PARRILLA
Z-1	1.00	1.00	#1/2 @ 0.15
Z-2	0.80	1.10	#1/2 @ 0.15
Z-3	1.10	0.80	#1/2 @ 0.15

PROFESIONAL: <b>MOSTACEROS ESTEVES SAMUEL ALEJANDRO</b> <b>VIOLETA ROMANI WILLIAM ANTONIO</b> Bach.en Ingeniería civil			
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR			
PROPIETARIO:	LÁMINA:		
UBICACION: AV. Francisco Loza 1837- Lince	<b>E-1</b>		
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS			PLANO: CIMENTACION
ESCALA: 1/50			FECHA: FEBRERO 2021

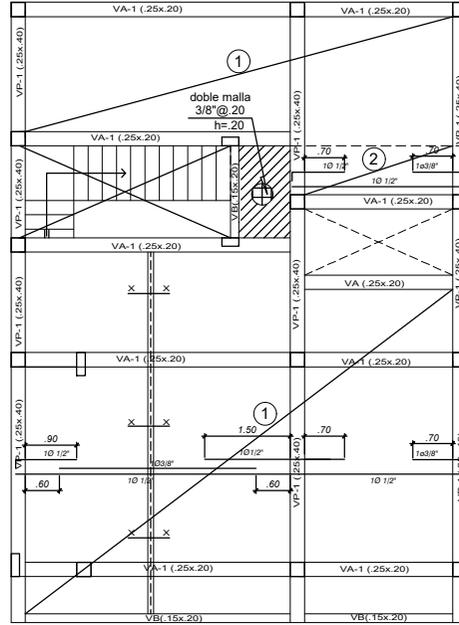
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



**ALIGERADO 1° PISO**  
existente-ampliacion  
S/C: 200Kg/m2, h=0.20m.



**ALIGERADO 2° PISO**  
S/C: 200Kg/m2, h=0.20m.



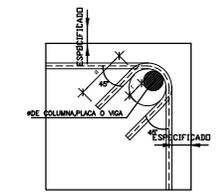
**ALIGERADO 3° y 4° PISO**  
S/C: 200Kg/m2, h=0.20m.

VP-101(.15x.40)	VA-1 (.25x.20)	VB(.15x.20)	VA(.25x.20)	VS(.15x.40)
4Ø 5/8" + 2Ø 1/2"	4Ø 5/8" + 2Ø 1/2"	2Ø 1/2"	4Ø 1/2"	4Ø 5/8" + 2Ø 1/2"
Ø 3/8" 1@.05.5@.10, Rto @ 20 C/E	Ø 3/8" 1@.05.5@.10, Rto @ 20 C/E	Ø 6mm 1@.05, Rto @ 20 C/E	Ø 1/4" 1@.05; 2@.10 1@.15 Resto @ 20 c/e	Ø 3/8" 2@.05.5@.10, Rto @ 20 C/E

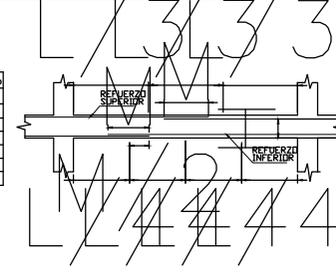
VARILLAS	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
#	H<=30 m	H>30 m
3/8"	50	60
1/2"	55	80
5/8"	70	95
3/4"	85	120
1"	150	215

(\*) EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 60%

**DETALLES DE EMPALMES DE VIGAS**



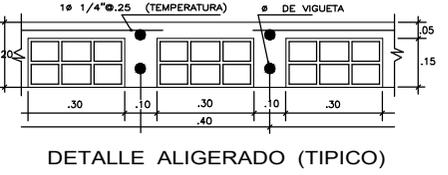
DETALLE DE DOBLADO DE ESTIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS



Ø	s (cm)	Ø (cm)
1/4"	2.0	10
3/8"	3.0	15
1/2"	4.0	20
5/8"	5.0	25

	ALIGERADO EXISTENTE
	ALIGERADO A DEMOLER
	ALIGERADO NUEVO

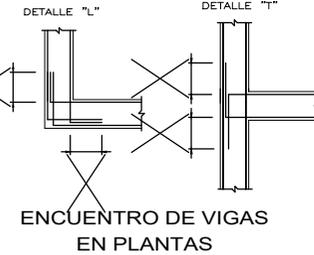
NOTA 1: -  
APUNTALAR CONVENIENTEMENTE Y PICAR HASTA LOGRAR EL ANCLAJE ENTRE ACERO NUEVO Y EXISTENTE, LUEGO AL MOMENTO DEL VACADO UNIR CONCRETO NUEVO Y EXISTENTE USANDO RESINA EPOXICA.



a	G (cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

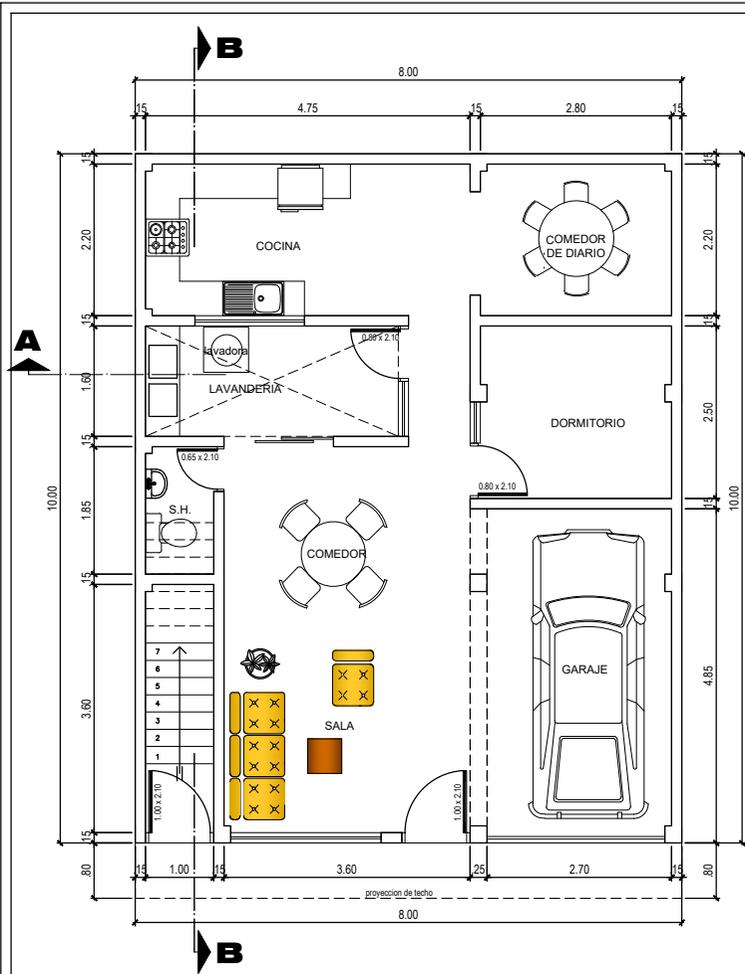
RECUBRIMIENTOS LIBRES (l)  
2 cms. en Losas y vigas chatas  
3 cms. en Vigas peraltadas y columnas  
5 cms. en Superficies en contacto con tierra y/o agua

NOTA:  
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACION, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

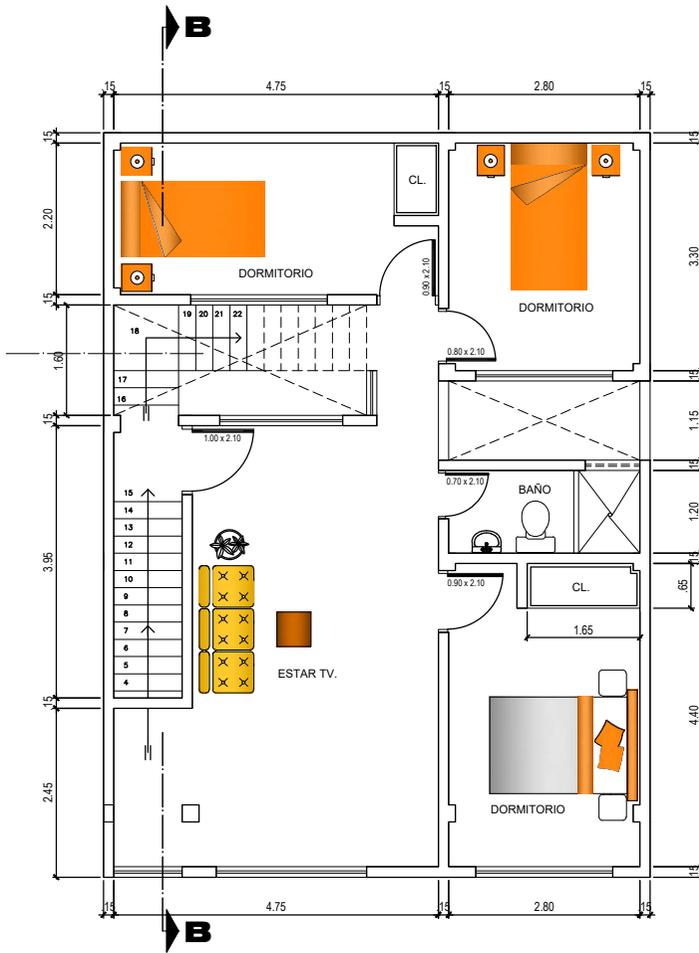


PROFESIONAL:	<b>MOSTACEROS ESTEVES SAMUEL ALEJANDRO</b> <b>VIOLETA ROMANI WILLIAM ANTONIO</b> Bach.en Ingeniería civil	
PROYECTO:	VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
PROPIETARIO:	AV. Francisco Lazo 1837- Lince	
UBICACION:	ESTRUCTURAS	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
ESCALA:	1/50	FECHA: FEBRERO 2021

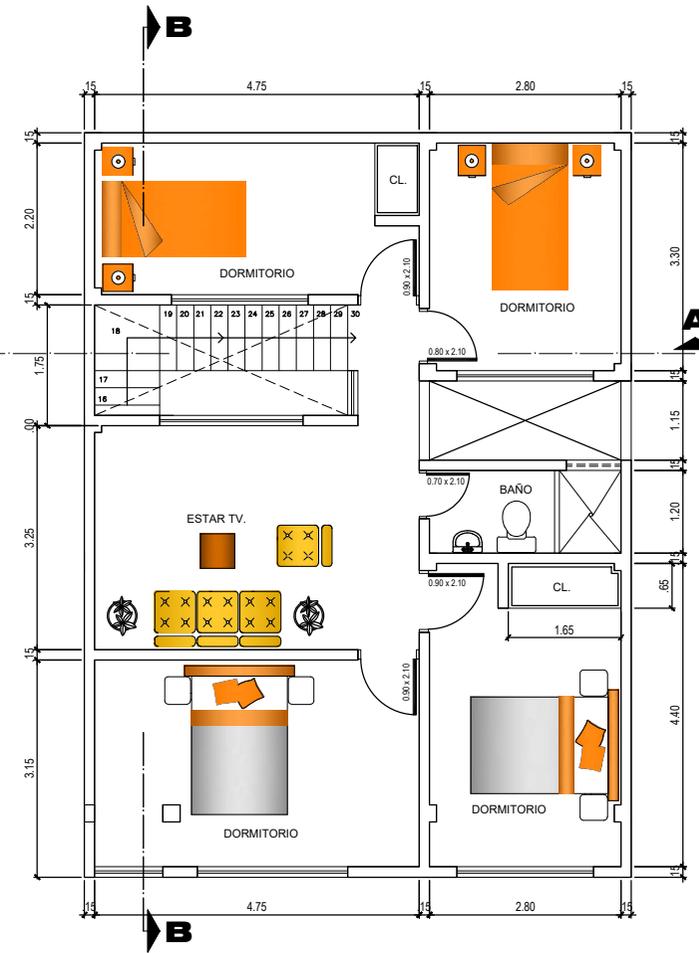
LAMINA: **E-2**



PRIMER PISO

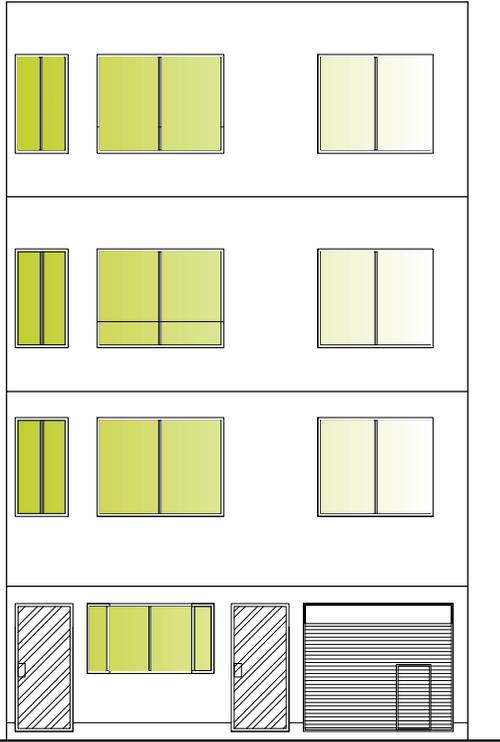


SEGUNDO PISO

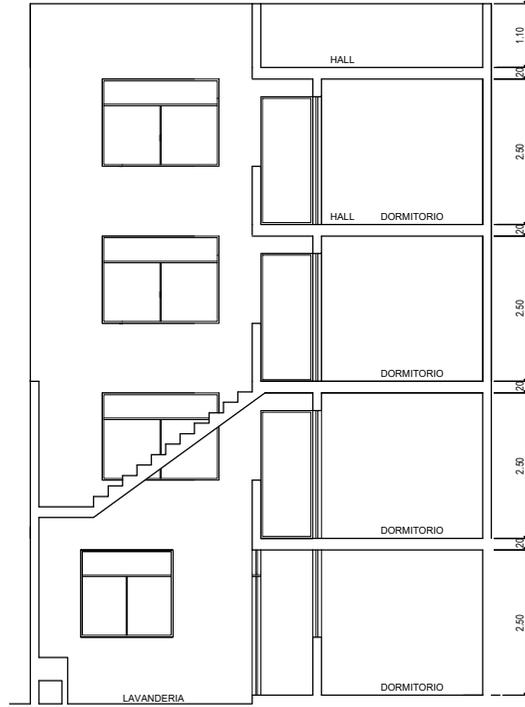


TERCER PISO

PROFESIONAL : <b>MOSTACEROS ESTEVES SAMUEL ALEJANDRO</b> <b>VIOLETA ROMANI WILLIAM ANTONIO</b> Bach.en Ingeniería civil		
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR		
PROPIETARIO :		LAMINA :
UBICACION : AV. Francisco Lazo 1837- Lince		
ESPECIALIDAD : ARQUITECTURA	PLANO : DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES	<b>A-1</b>
ESCALA : 1/50	FECHA : FEBRERO 2021	



ELEVACION PRINCIPAL



CORTE A-A



CORTE B-B

PROFESIONAL :		
<b>MOSTACEROS ESTEVES SAMUEL ALEJANDRO</b> <b>VIOLETA ROMANI WILLIAM ANTONIO</b> Bach.en Ingeniería civil		
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR		
PROPIETARIO :		LAMINA :
UBICACION : AV. Francisco Lazo 1837- Lince		<b>A-2</b>
ESPECIALIDAD : ARQUITECTURA	PLANO : CORTES Y ELEVACIONES	
ESCALA : 1/50	FECHA : FEBRERO 2021	

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION DEL EDIFICIO INSTITUCIONAL PETROPERU

**OBRA** : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CREDITO PETROPERU LINCE – LIMA-LIMA

**SOLICITA** : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHEM

**DISTRITO** : LINCE



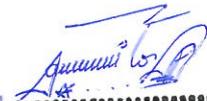
**JUNIO DEL 2013**

  
GIOVANNY AGUILAR PUMA  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

## **INFORME TÉCNICO**

### **CONTENIDO**

- 1.0 INTRODUCCIÓN
- 2.0 UBICACIÓN Y OBJETIVO
- 3.0 PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS
- 4.0 GEOLOGÍA LOCAL
- 5.0 SISMICIDAD
- 6.0 TRABAJOS EFECTUADOS
- 7.0 PERFIL ESTRATIGRÁFICO
- 8.0 TRABAJO DE LABORATORIO
- 9.0 CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA
- 10.0 CALCULO DE ASENTAMIENTO
- 11.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 12.0 ANEXO
  - PANEL FOTOGRÁFICO
  - REGISTRO DE PERFORACIONES
  - ENSAYOS DE LABORATORIO

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
**INGENIERA GEOLOGA**  
**Reg. CIP N° 111277**

## **INFORME TÉCNICO**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El presente informe de estudio de suelos con fines de cimentación corresponde al proyecto EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AORROS Y CREDITOS PETROPERU LINCE - LIMA-LIMA

### **2.- UBICACIÓN Y OBJETIVO**

La zona del estudio realizado está ubicada en el distrito de Lince, provincia y departamento de Lima, como se aprecia en el plano de ubicación adjunto.

El objetivo general del estudio de suelos es investigar el subsuelo del terreno sobre el que se desarrollará el proyecto EDIFICIO INSTITUCIONAL DE COOPERATIVA DE AORROS Y CREDITOS PETROPERU LINCE - LIMA-LIMA. En el distrito de Lince por medio de la aplicación de la mecánica de suelos, una ciencia que indica los ensayos fundamentales y necesarias para producir el comportamiento de un suelo bajo la acción de un sistema de cargas y que con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio y ensayos de campo.

### **3.- PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJOS**

El programa de trabajo consistió en:

- Recopilación y evaluación de la información existente.
- Excavación de calicatas
- Descripción de calicatas y muestreo de suelo
- Ensayo de laboratorio para caracterizar los parámetros físico-mecánicos de las muestras.
- Determinación de perfiles estratigráficos.
- Análisis y evaluación de la información recopilada.
- Elaboración del Informe.

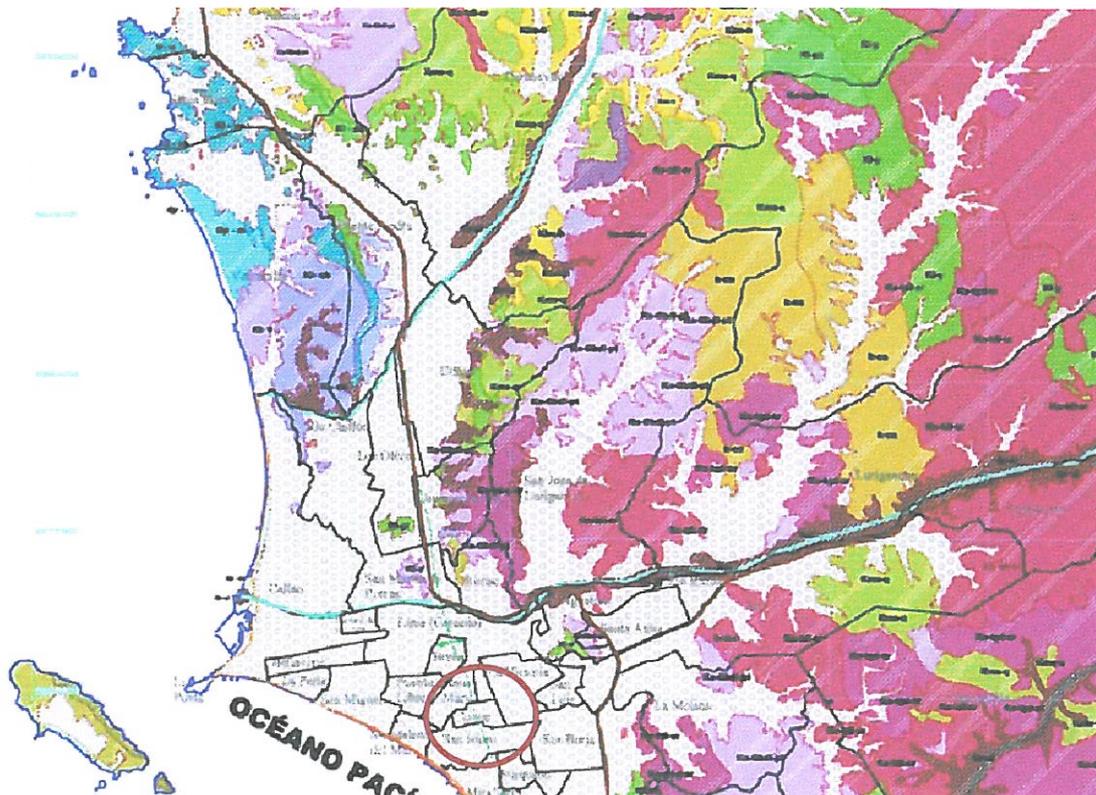
### **4.- GEOLOGÍA LOCAL**

Se ha podido determinar dos unidades de depósitos cuaternarios conformados por suelos gravosos con matriz arenosa.

Los depósitos Cuaternarios comprenden los materiales detríticos aluviales, de playa y eólicos. Su distribución es amplia, en especial los depósitos aluviales. Puede afirmarse que la gran mayoría del área Metropolitana está edificada sobre

estos últimos. Los depósitos aluviales formados particularmente por el régimen aluvional de los ríos Rímac y Chillón, se remontan hasta fines del Terciario (Plioceno). La composición de estos depósitos es heterogénea y no guarda una sistemática razonable, vertical ni horizontal, debido a la superposición de diversos abanicos de deyección y distancias variables al ápice, inclusive en relación a los diferentes regímenes de descarga de los dos ríos, la capacidad de transporte variable, tanto estacional como de cambios climáticos grandes, y las variaciones en el nivel del mar. Los depósitos aluviales consisten en gravas, con bolones de 20 cm en el centro de la ciudad y de 60 cm hacia el Este

En el caso de Lince el tipo de suelo lo conforma por depósitos aluviales conformada por depósitos de grava arenosa color gris claro con presencia de boloneras, clasificada en laboratorio como grava pobremente graduada medianamente suelta, de tipo GP en la Clasificación SUCS. Estos depósitos conforman el lecho del río Rímac. Con espesores medidos en estudios referenciales, de 220 a 350 metros.



Fuente: Ing. A. Martínez Vargas (1975)(8)

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

## **5.- SISMISIDAD**

La zona de estudio se halla en una región de elevada actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil del proyecto. La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana. Subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen. Así tenemos las normas sismo resistentes del reglamento nacional de construcciones divide al país en tres zonas.

### **ZONA I**

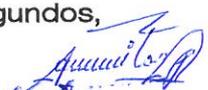
Zona que incluye afloramientos rocosos, estratos potentes de grava que conforman los conos de deyección de los ríos Rímac y Chillón y los estratos de grava coluvial –eluvial de los pies de las laderas. Comportamiento rígido, con periodos de vibración natural entre 0.1 y 0.3 segundos. El factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es  $S = 1.0$  y el periodo natural del suelo es  $T_p = 0.4$  segundos, correspondiendo a un suelo tipo 1 de la norma sismo resistente peruana.

### **ZONA II**

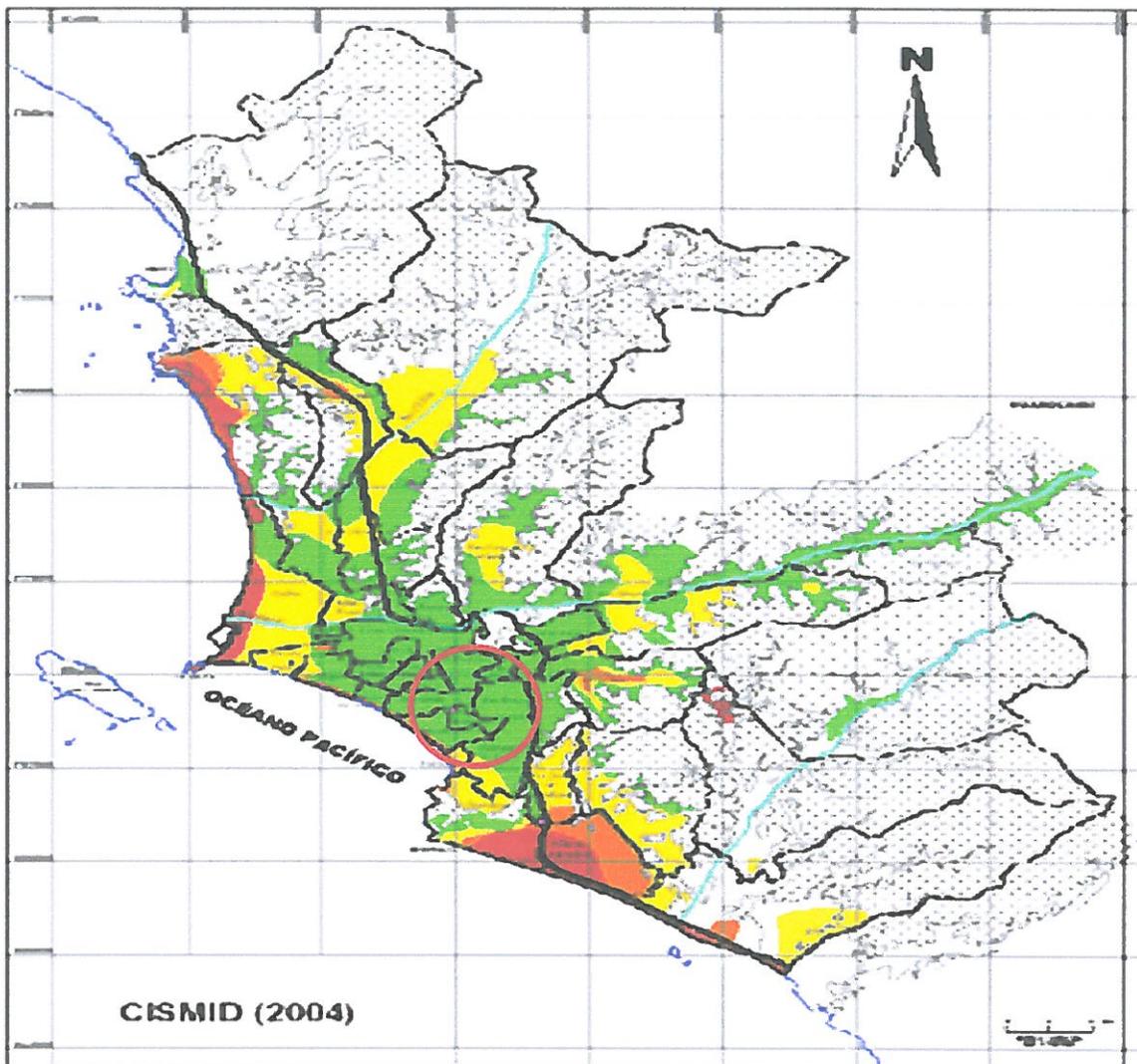
Zona conformada por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, con potencias que varían entre 3.0 y 10.0 m. Subyaciendo a estos estratos existe grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes varían entre 0.3 y 0.5 segundos. El factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es  $S = 1.2$  y el periodo natural del suelo es  $T_p = 0.6$  segundos, correspondiendo a un suelo tipo 2 de la norma sismo resistente peruana.

### **ZONA III**

Zona conformada en su mayor parte por depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor en estado suelto. Se presentan en algunos sectores de los distritos de Puente Piedra, La Molina y Lurín, y en los depósitos de arenas eólicas que cubren parte de los distritos de Ventanilla y Villa El Salvador. Los periodos predominantes varían entre 0.5 y 0.7 segundos. El factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo es  $S = 1.4$  y un periodo natural de  $T_p = 0.9$  segundos, correspondiendo a un suelo tipo 3 de la norma sismo resistente.

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

**ZONAS SÍSMICAS EN EL TERRITORIO NACIONAL Y ÁREA DE INFLUENCIA**



LEYENDA		
ZONAS	TIPO DE SUELO	SIMBOLO
ZONA I	S1	
ZONA II	S2	
ZONA III	S3	
ZONA IV	S4	
ZONA V	Rellenos de desmonte basura ubicados	 1

Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres-CISMID 2004

  
 GHIOVANNY AGUILAR PUMA  
 INGENIERA GEOLOGA  
 Reg. CIP N° 111277

La zona de estudio se halla en la Zona I en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que hayan influido en la estructura geológica de la zona.

## **6.- TRABAJOS EFECTUADOS**

### **6.6.- EXCAVACIONES**

Para definir el perfil estratigráfico del terreno en estudio y las características físicas y mecánicas del suelo existente, se realizaron tres calicatas a una profundidad de 6.00m “a cielo abierto” en el sector destinado para la cimentación del EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CREDITOS PETROPERU. En las excavaciones realizadas no se detectó la presencia del nivel freático. Cuyo detalle se muestra en el cuadro siguiente:

#### **CUADRO DE CALICATAS**

<b>CALICATA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>
C-1	AREA DE INGRESO 2	6.00
C-2	PASADISO	5.80
C-3	JARDIN	6.00

## **7.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

De acuerdo a la exploración efectuada mediante las calicatas tal como se observa en el record del estudio de suelos presenta las siguientes características.

#### **CALICATA N° 1:**

De 0.00 – 0.40m material de relleno compuesto por piedras, ladrillos, etc.

De 0.40 - 0.90m en este estrato podemos apreciar la presencia de arena limosa de baja plasticidad.

De 0.90 - 6.00m en este estrato podemos apreciar la presencia de grava bien graduada con limo y arena, compacta con presencia de bolonería de 0.10m a 0.30m de diámetro.

#### **CALICATA N° 2:**

De 0.00 – 0.20m material de relleno compuesto por piedras, ladrillos, etc.

De 0.20 - 0.70m en este estrato podemos apreciar la presencia de arena limosa de baja plasticidad.

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

De 0.70 - 5.80m en este estrato podemos apreciar la presencia de grava bien graduada con limo y arena, compacta con presencia de boloneras de 0.10m a 0.30m de diámetro.

**CALICATA N° 3:**

De 0.00 - 0.13m material compuesto por tierra orgánica.

De 0.13 - 1.00m material de relleno compuesto por piedras, ladrillos, etc.

De 1.00 - 1.20m en este estrato podemos apreciar la presencia de arena limosa de baja plasticidad.

De 1.20 - 6.00m en este estrato podemos apreciar la presencia de grava bien graduada con limo y arena, compacta con presencia de boloneras de 0.10m a 0.30m de diámetro.

**8.- TRABAJO DE LABORATORIO**

- Análisis granulométrico (ASTM - D - 422)
- Contenido de humedad (ASTM - D - 2216)
- Límites de consistencia (ASTM - D - 4318)
- Densidades naturales (ASTM - T191-61)
- Ensayo de corte directo (ASTM - D - 3080 - 72)

**9.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA**

Se trata de una cimentación sobre grava bien graduada con limo y arena, el contenido de humedad de los materiales nos permite realizar las excavaciones a tajo abierto, no se observó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada.

La capacidad de carga, se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1971)

$$q_{adm} = \frac{CNc + \frac{1}{2} \gamma BN \gamma + \gamma D_f Nq}{FS}$$

**DONDE:**

$q_{adm}$  = Capacidad admisible del terreno (kg/cm<sup>2</sup>)

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

C = Cohesión del suelo

$\gamma$  = peso volumétrico del suelo 1.61 gr/cm<sup>3</sup>

Df = profundidad de desplante de la estructura (1.50m) sobre las gravas

B = Ancho menor de cimentación (1.00m) (estimado)

N<sub>q</sub> = factor unidimensional de capacidad de carga dependiente del ancho y de la zona de empuje pasivo función del Angulo de fricción interna ( $\phi$ ) considera la influencia del peso del suelo

N<sub>γ</sub> = factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna.

N<sub>c</sub> = Coeficiente a dimensional que depende del valor de  $\phi$  (Angulo de fricción interna)

FS = factor de seguridad = 3

A continuación se muestra una tabla de factores de capacidad de carga N<sub>γ</sub>, N<sub>c</sub>, y N<sub>q</sub> para zapatas en suelos no cohesivos presentada por (VESIC 1973)

Tabla 1

ANGULO DE FRICCIÓN ( $\phi$ )	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		
	N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>
28	13.7	17.81	31.61
29	16.18	19.98	34.24
30	19.13	22.46	37.16
31	22.65	25.28	40.41
32	26.87	28.52	44.04
33	31.94	32.23	48.09
34	38.04	36.5	52.64
35	45.41	41.44	57.75

De acuerdo a esta referencia podemos asumir parámetros con valores de acuerdo a la inspección de campo

C = 0.00

$\phi$  = 31

$\gamma$  = 0.00161 Kg/cm<sup>3</sup>

B = 100cm

Df = 150cm

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277

$N_c = 40.41$   
 $N_q = 25.28$   
 $N_\gamma = 22.65$

Entonces tendríamos que:

**Capacidad de carga  $q_{adm} = 2.64 \text{ kg/cm}^2$**

## 10.- CALCULO DE ASENTAMIENTO

El análisis de los asentamientos en una cimentación debe comprender a los llamados asentamientos totales y a los asentamientos diferenciales. En especial los asentamientos diferenciales deben ser precisados, debido a que son los que pueden comprometer más seriamente la seguridad de la estructura.

Es por ello que el asentamiento diferencial máximo para las estructuras convencionales, que es el caso del presente estudio, no debe ser mayor de una pulgada.

El asentamiento de una cimentación, según Lambe y Whitman, puede ser calculado mediante la siguiente expresión:

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

**Para:**

$S_i$  = asentamiento (cm)

$B$  = ancho menor de cimentación = 100cm

$\mu$  = relación de poisson = 0.15

$q$  = presión de trabajo =  $2.64 \text{ kg/cm}^2$

$I_f$  = es el factor de influencia que depende de la forma y rigidez de la estructura

$I_f$  cimentación flexible = 195 (cm/m)

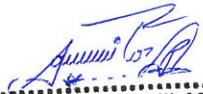
$I_f$  cimentación rígida = 180 (cm/m)

$E_s$  = Modulo de elasticidad = 15000000 kg/m

Reemplazando datos se obtiene  $S_i = 0.0031 \text{ cm}$  (cimentación flexible) y  $S_i = 0.0028 \text{ cm}$  (cimentación rígida), con lo cual se establece que los asentamientos diferenciales son inferiores a los máximos permisibles.

# **ANEXO N° 1**

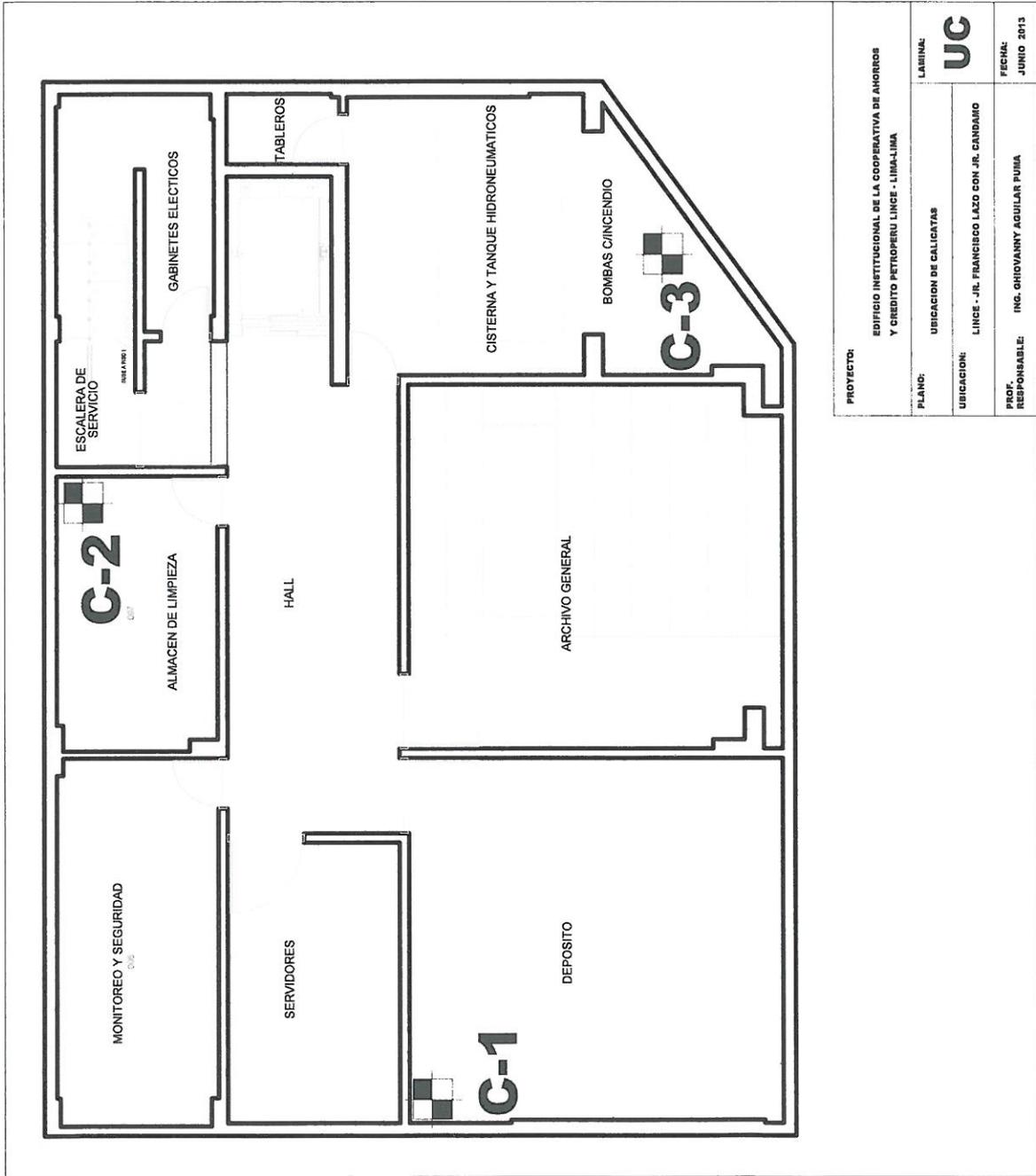
## **PANEL FOTOGRAFICO**

  
.....  
**GHIOVANNY AGUILAR PUMA**  
**INGENIERA GEOLOGA**  
**Reg. CIP N° 111277**

### PANEL FOTOGRAFICO

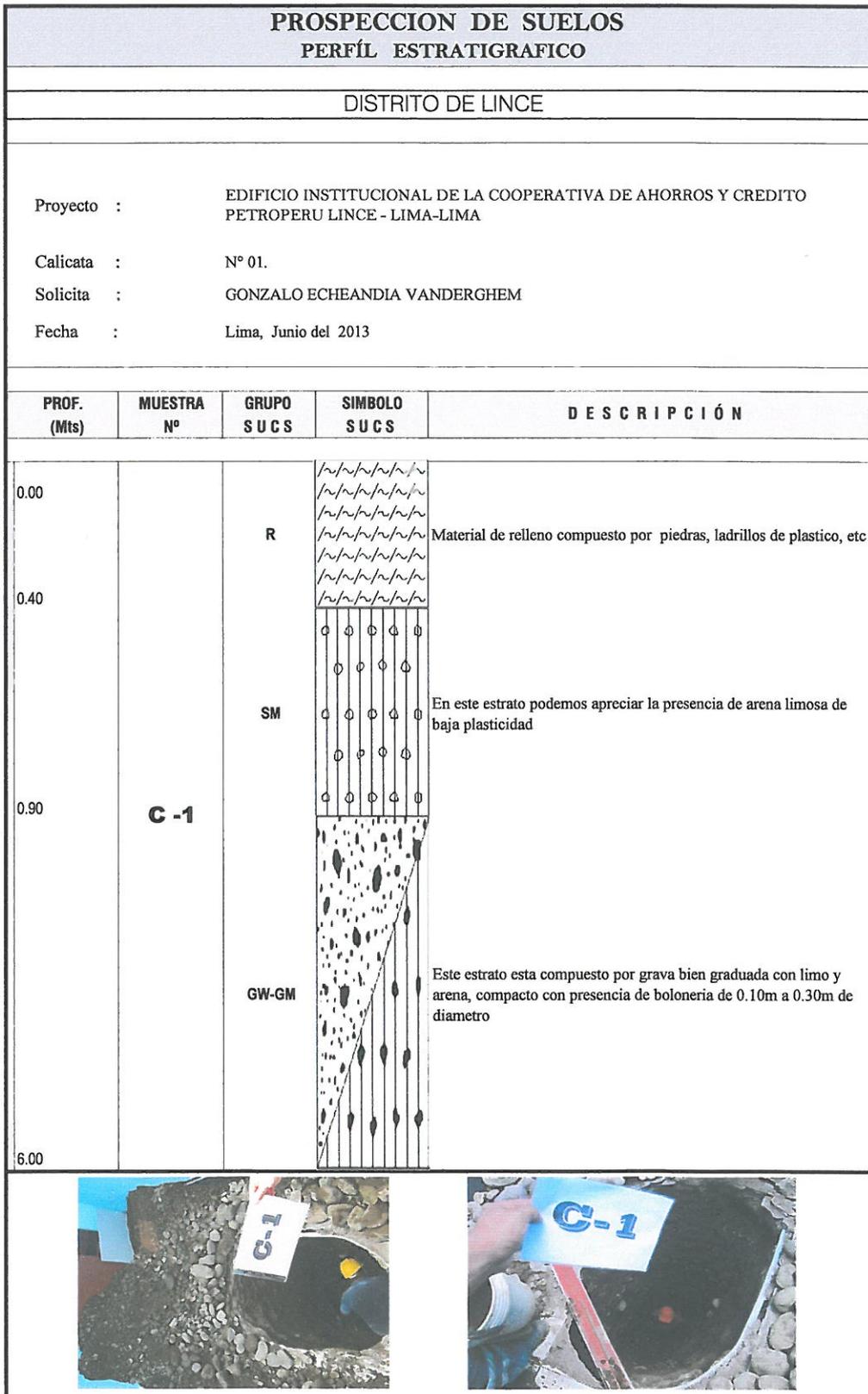


**CALICATA N° 01** Material Compuesta Por grava bien graduada con limo y arena y presencia de bolonerías

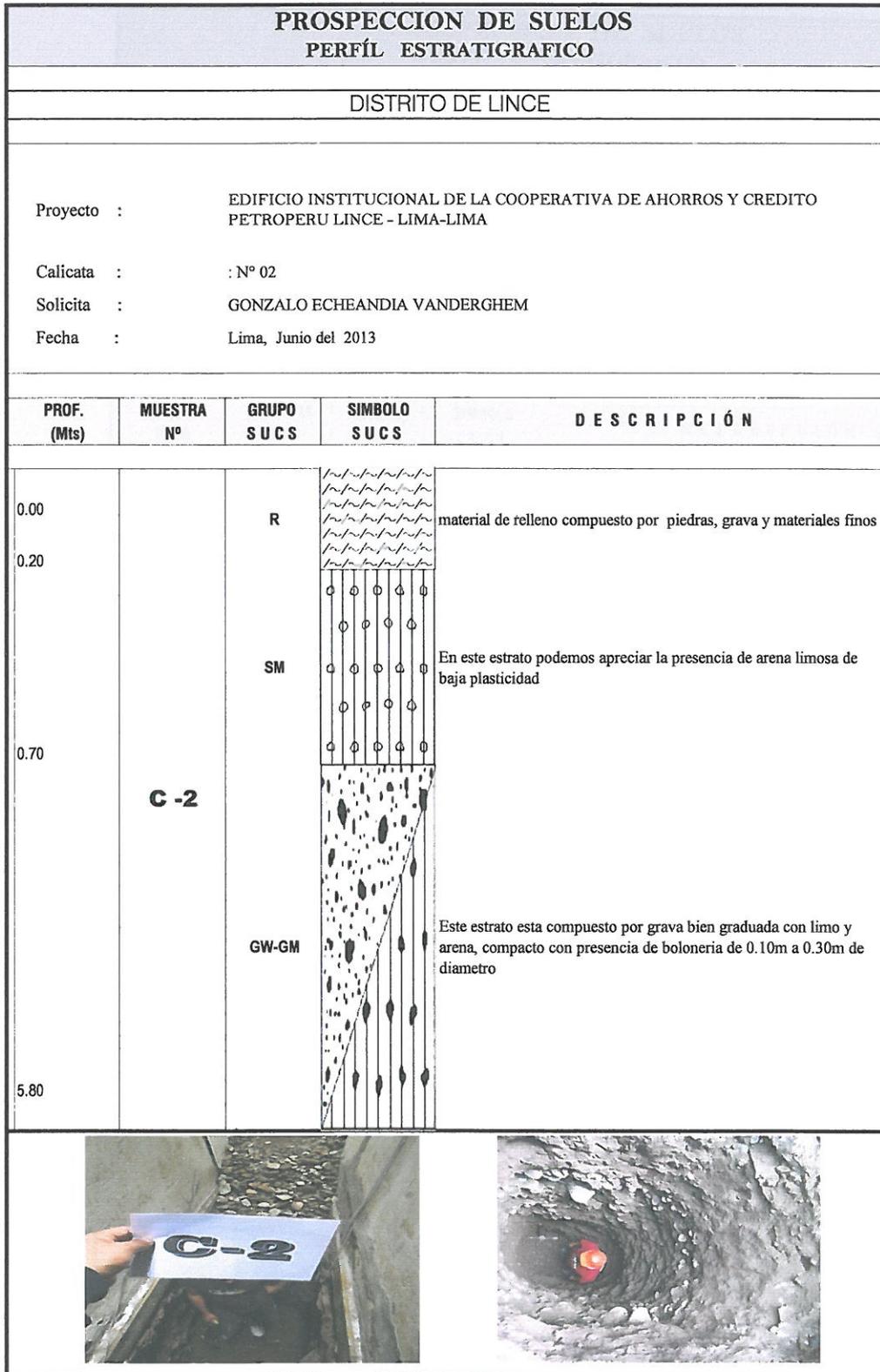


PROYECTO:	EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CREDITO PETROPERU LINCE - LIMA-LIMA
PLANO:	UBICACION DE CALIGATAS
UBICACION:	LINCE - JR. FRANCISCO LAZO CON JR. CANDAMO
PROF. RESPONSABLE:	ING. GIOVANNY AGUILAR PUMA
LABINAL:	<b>UC</b>
FECHA:	JUNIO 2013

  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
 INGENIERA GEOLOGA  
 Reg. CIP N° 111277



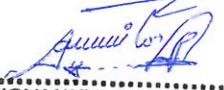
  
**GHIOVANNY AGUILAR PUMA**  
**INGENIERA GEOLOGA**  
 Reg. CIP N° 111277



**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
**INGENIERA GEOLOGA**  
 Reg. CIP N° 111277

**ANEXO N° 3**

**ENSAYOS DE  
LABORATORIO**

  
.....  
**GIOVANNY AGUILAR PUMA**  
INGENIERA GEOLOGA  
Reg. CIP N° 111277



INFORME N° S13-0461-1

SOLICITANTE : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHM  
 PROYECTO : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
 PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
 UBICACIÓN : JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
 FECHA : 19 DE JUNIO, 2013

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m.) : 6.00

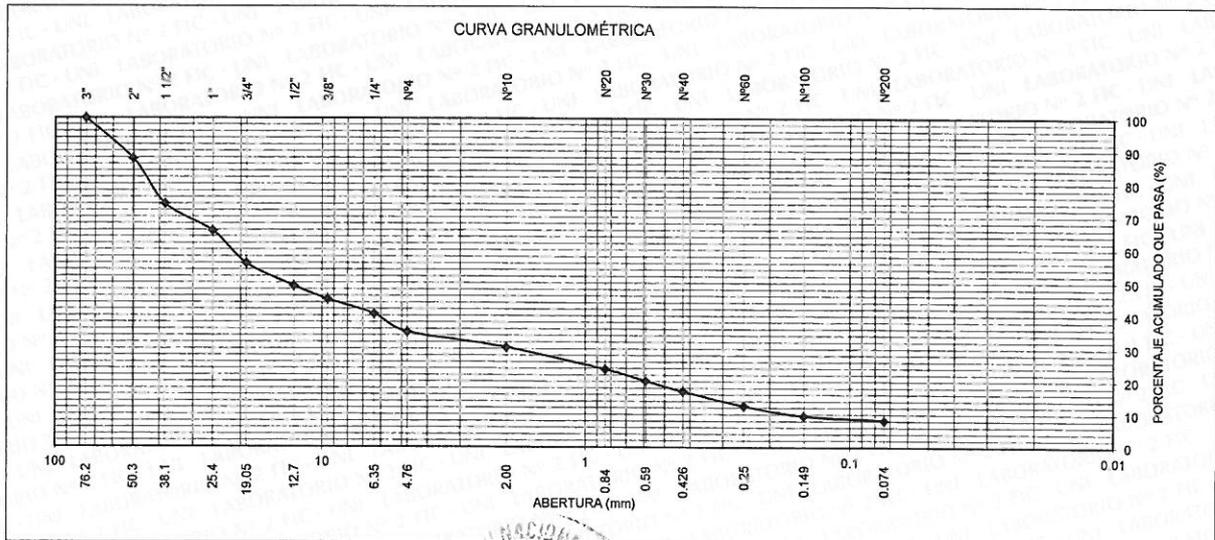
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial	(% Acumulado	
			Reteni	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	12.3	12.3	87.7
1 1/2"	38.100	13.8	26.0	74.0
1"	25.400	8.2	34.2	65.8
3/4"	19.050	9.9	44.1	55.9
1/2"	12.700	6.8	50.9	49.1
3/8"	9.525	4.1	55.0	45.0
1/4"	6.350	4.4	59.4	40.6
N°4	4.760	5.4	64.9	35.1
N°10	2.000	4.7	69.5	30.5
N°20	0.840	6.7	76.2	23.8
N°30	0.590	3.5	79.8	20.2
N°40	0.426	3.2	83.0	17.0
N°60	0.250	4.4	87.4	12.6
N°100	0.149	3.0	90.4	9.6
N°200	0.074	1.4	91.8	8.2
- N°200		8.2		

% grava	:	64.9
% arena	:	26.9
% finos	:	8.2

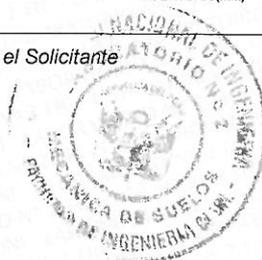
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%)	:	NP
Límite plástico (%)	:	NP
Índice Plástico (%)	:	NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GW-GM



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. J. Lindo C.  
 Revisión : Ing. D. López P.



*[Signature]*  
 Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa del Laboratorio N°2  
 Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax 381-3842 Central Telefónica 481-1070 Anexo 308

### INFORME N° S13-0461-1

**SOLICITANTE** : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHEM  
**PROYECTO** : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
**UBICACIÓN** : JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
**FECHA** : 19 DE JUNIO, 2013

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

**Estado** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 6.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.710	1.710	1.710
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.615	1.615	1.615
Cont. de humedad inicial (%)	5.9	5.9	5.9
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.135	2.119	2.102
Altura final de muestra (cm)	2.089	2.084	2.079
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.989	2.021	2.046
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.670	1.674	1.678
Cont. de humedad final (%)	19.1	20.8	21.9
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.306	0.577	0.907

Angulo de fricción interna : **31.0 °**  
Cohesion (Kg/cm<sup>2</sup>) : **0.00**

Muestra remitida e identificada por el solicitante

Realizado por: Téc. J. Lindo C.

Revisado por: Ing. D. López P.



  
Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa del Laboratorio N°2  
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



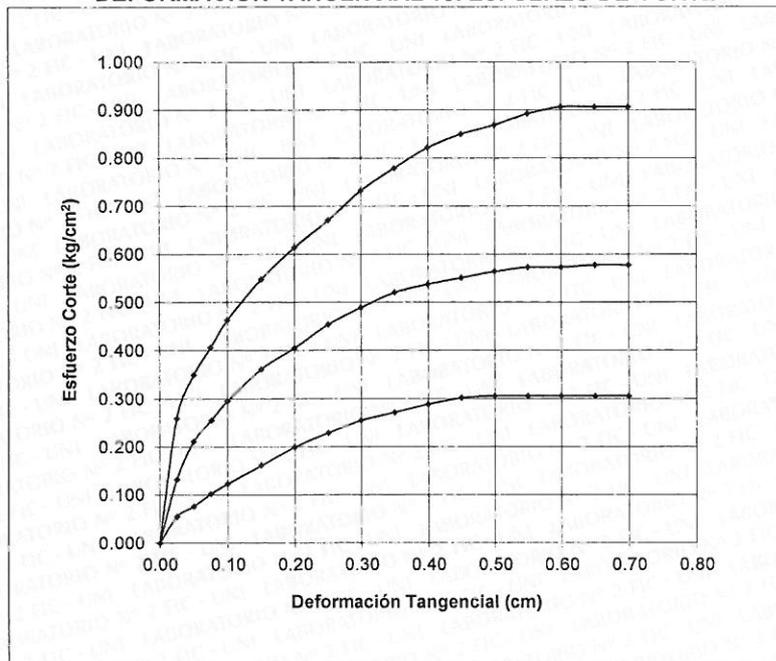
### INFORME N° S13-0461-1

SOLICITANTE : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHEN  
 PROYECTO : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
 PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
 UBICACIÓN : JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
 FECHA : 19 DE JUNIO, 2013

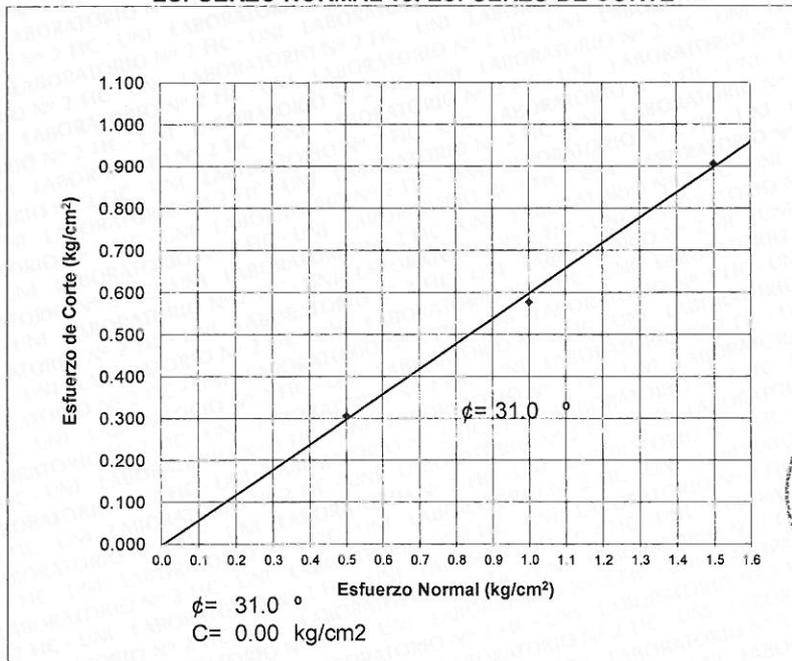
### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-1  
 Muestra : M-1  
 Prof.(m) : 6.00

#### DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



#### ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





### INFORME N° S13-0462

**SOLICITANTE :** GONZALO ECHEANDIA VANDERGHM  
**PROYECTO :** EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
 PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
**UBICACIÓN :** JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
**FECHA :** 19 DE JUNIO, 2013

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3  
 Muestra : -  
 Prof.(m.) : 6.00

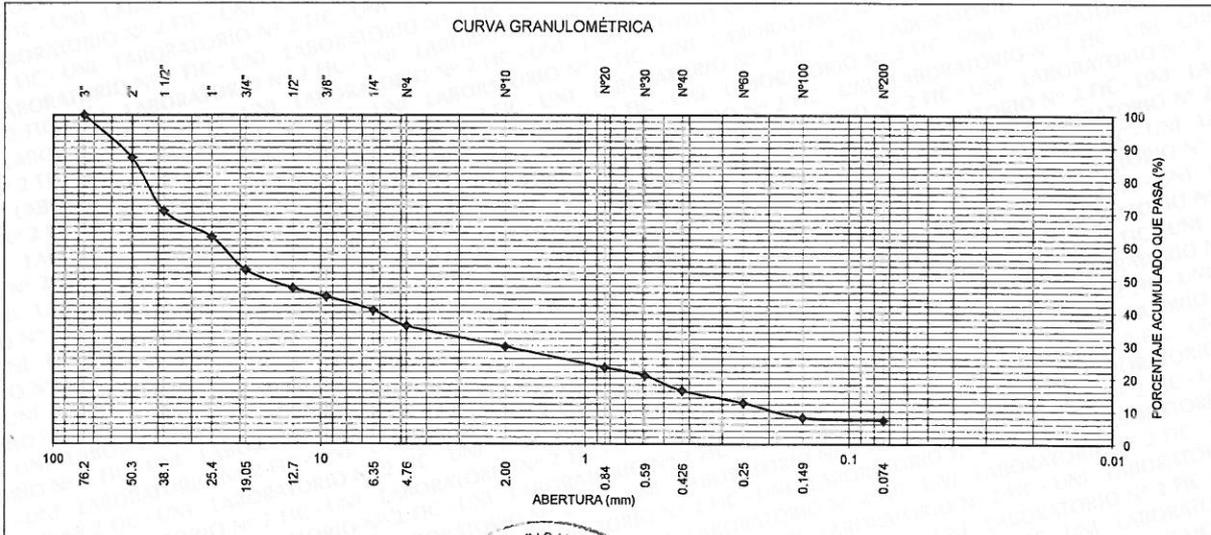
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Reteni	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	13.0	13.0	87.0
1 1/2"	38.100	16.2	29.2	70.8
1"	25.400	7.9	37.1	62.9
3/4"	19.050	10.0	47.0	53.0
1/2"	12.700	5.5	52.5	47.5
3/8"	9.525	2.6	55.1	44.9
1/4"	6.350	4.1	59.2	40.8
N°4	4.760	4.8	64.0	36.0
N°10	2.000	6.3	70.4	29.6
N°20	0.840	6.3	76.6	23.4
N°30	0.590	2.4	79.1	20.9
N°40	0.426	4.6	83.7	16.3
N°60	0.250	3.7	87.4	12.6
N°100	0.149	4.5	91.9	8.1
N°200	0.074	0.8	92.7	7.3
- N°200		7.3		

% grava :	64.0
% arena :	28.7
% finos :	7.3

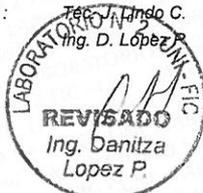
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%) :	NP
Límite plástico (%) :	NP
Índice Plástico (%) :	NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GW-GM



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Tercero C.  
 Revisión : Ing. D. López P.



*[Signature]*  
 Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa del Laboratorio N°2  
 Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax 381-3842 Central Telefónica 481-1070 Anexo 308

### INFORME N° S13-0462

**SOLICITANTE** : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHM  
**PROYECTO** : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
**UBICACIÓN** : JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
**FECHA** : 19 DE JUNIO, 2013

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

**Estado** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**Calicata** : C-3  
**Muestra** : -  
**Prof.(m)** : 6.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.709	1.709	1.709
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.615	1.615	1.615
Cont. de humedad inicial (%)	5.8	5.8	5.8
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.117	2.102	2.081
Altura final de muestra (cm)	2.079	2.071	2.058
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	2.020	2.006	2.002
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.678	1.684	1.695
Cont. de humedad final (%)	20.4	19.1	18.1
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.308	0.601	0.917

**Angulo de friccion interna :** 31.3 °  
**Cohesion (Kg/cm<sup>2</sup>) :** 0.00

Muestra remitida e identificada por el solicitante

Realizado por: Téc. J. Lindo C

Revisado por: Ing. D. Lopez P.



Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa del Laboratorio N°2  
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



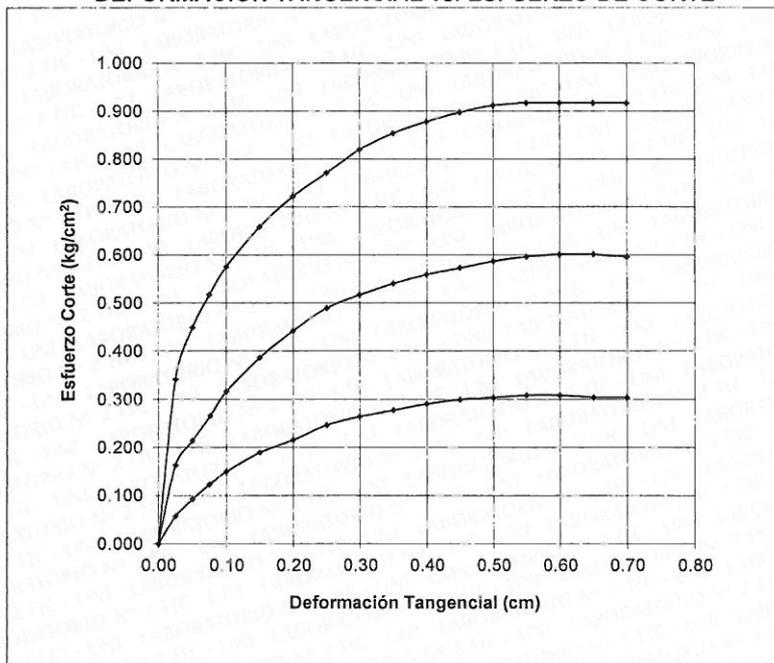
### INFORME N° S13-0462

SOLICITANTE : GONZALO ECHEANDIA VANDERGHM  
 PROYECTO : EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
 PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
 UBICACIÓN : JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
 FECHA : 19 DE JUNIO, 2013

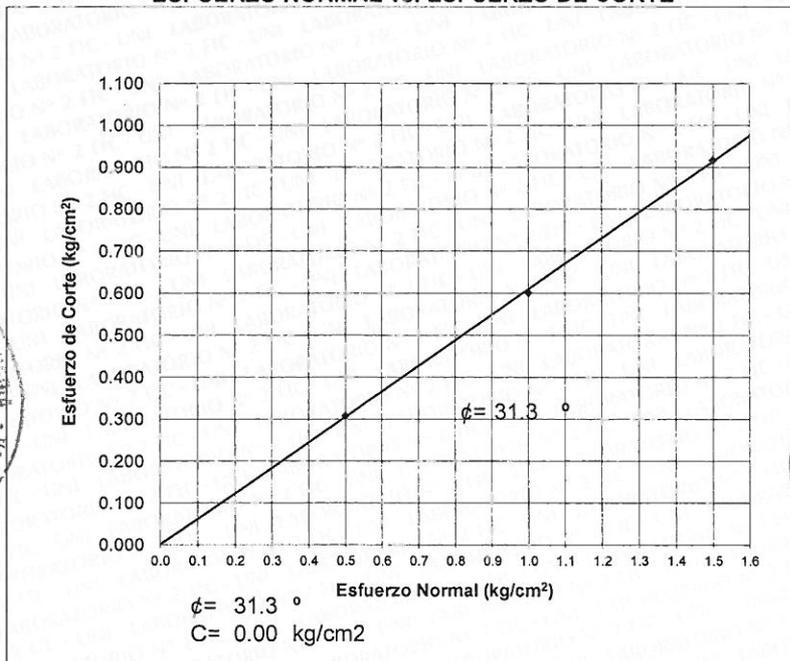
### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-3  
 Muestra : -  
 Prof.(m) : 6.00

#### DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



#### ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Tupac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú    Telefax 381-3842    Central Telefónica 481-1070    Anexo 308

### INFORME S13-0461-2

**SOLICITANTE :** GONZALO ECHEANDIA VANDERGHM  
**PROYECTO :** EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORROS Y CRÉDITO  
PETROPERÚ LINCE - LIMA - LIMA  
**UBICACIÓN :** JR. FRANCISCO LAZO CON CANDAMO  
**FECHA :** 19 DE JUNIO, 2013

### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
Muestra : M-1  
Prof. (m.) : 6.00  
Material : Menor que tamíz N°4

#### DENSIDAD MAXIMA ASTM D-4253

Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.760

#### DENSIDAD MINIMA ASTM D-4254

Densidad mínima (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.475

Nota.- La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución : Téc. J. Lindo C.

Revisión : Ing. D. López P.



  
Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa del Laboratorio N°2  
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: GONZALO ECHEANDIA VAN DERGHEN

REGISTRO: S13-461

OBRA: "EDIFICIO INSTITUCIONAL DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO PETROPERU LINCE - LIMA - LIMA"

UBICACIÓN: JR FRANCISCO LAZO CON CANDAMO

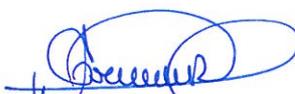
TIPO DE MUESTRA: CALICATA: C-1

PROFUNDIDAD (m):6.00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 18- 06-13

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl <sup>-</sup>	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM D 3370:1999	ASTM E 275:2001	MTC E 219:2000
	AASTHO T-291	AASTHO T-290	ASTMD 1888
	ppm	ppm	ppm
TIPO DE MUESTRA:			
CALICATA:			
C-1	53	1 526	1 628
PROFUNDIDAD(m):			
6.00			

Lima, 19 de Junio del 2,013

  
CARMEN M. REYES CUBAS  
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

  
ROSA ALTA MIRANO MEDINA  
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Peru  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru Telefax: (511) 481-9845  
Central Telefonica: 481-1070 Anexo: 295



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: GONZALO ECHEANDIA VAN DERGHEN

REGISTRO: S13-462

OBRA: "MEJORAMIENTO DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO - PETROPERU"

UBICACIÓN: LINCE - LIMA - LIMA

TIPO DE MUESTRA: CALICATA: C-3

PROFUNDIDAD (m):6.00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 18- 06-13

ANALISIS DE:	CLORUROS Cl <sup>-</sup> ASTM D 3370:1999 AASTHO T-291 ppm	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>=</sup> ASTM E 275:2001 AASTHO T-290 ppm
TIPO DE MUESTRA:  CALICATA: C-3  PROFUNDIDAD(m): 6.00	596	1 018

Lima, 19 de Junio del 2,013

CARMEN M. REYES CUBAS  
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI



ROSA ALTAMIRANO MEDINA  
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Peru  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru Telefax: (511) 481-9845  
Central Telefonica: 481-1070 Anexo: 295

## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **AREVALO VIDAL, Samir Augusto** docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Este, asesor del Informe de Investigación titulada:

**“Diseño de Albañilería Confinada Para Una Vivienda Multifamiliar de Cuatro Niveles en Lima- Lima- Lince, 2021”** de los autores **MOSTACEROS ESTEVES, Samuel Alejandro y VIOLETA ROMANI, William Antonio** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima 21 de julio de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor <b>AREVALO VIDAL, Samir Augusto</b>	
DNI: 46000342	Firma 
ORCID: 0000-0002-6559-0334	