



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas  
en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cervera Sanchez, Jose Luis ([orcid.org/0000-0003-2228-9020](https://orcid.org/0000-0003-2228-9020))

Moy Galarza, Henry Alonso ([orcid.org/0000-0002-6587-6295](https://orcid.org/0000-0002-6587-6295))

**ASESOR:**

Mg. Casso Valdivia, Hugo ([orcid.org/0000-0002-7891-0819](https://orcid.org/0000-0002-7891-0819))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**ATE VITARTE - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de investigación lo dedicamos a DIOS, por guiarnos durante nuestra carrera universitaria, por darnos sabiduría, perseverancia y sobre todo fuerzas en los momentos más complicados y poder concluir de manera satisfactoria nuestra carrera de Ingeniería Civil.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestros padres y abuelos, ya que nos motivaron a seguir para poder terminar satisfactoriamente nuestra carrera universitaria.

Además, queremos agradecer a la UCV (Universidad César Vallejo), al programa PFA, a los directivos y profesores, en especial a nuestro asesor por los conocimientos y el apoyo brindado, pues nos ayudó a desarrollar nuestro proyecto de investigación.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3. 1 Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización .....	13
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5 Procedimientos .....	16
3.6 Método de análisis de datos .....	18
3.7 Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN .....	53
VI. CONCLUSIONES .....	55
VII. RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.. .....	63

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de técnicas e instrumentos que se realizó para cumplir con los objetivos específicos planteados .....	15
<b>Tabla 2.</b> Cuadro resumen de capacidad admisible del suelo.....	20
<b>Tabla 3.</b> Determinación del ángulo de fricción .....	21
<b>Tabla 4.</b> Reporte de ensayo de corte directo .....	21
<b>Tabla 5.</b> Ensayo de contenido de humedad.....	22
<b>Tabla 6.</b> Ensayo de compactación, proctor modificado.....	22
<b>Tabla 7.</b> Parámetros de diseño de la estructura .....	24
<b>Tabla 8.</b> Sistema estructural .....	24
<b>Tabla 9.</b> Predimensionamiento de vigas peraltadas .....	25
<b>Tabla 10.</b> Cálculo de predimensionamiento de vigas.....	25
<b>Tabla 11.</b> De acuerdo a la norma E.060 .....	26
<b>Tabla 12.</b> Cargas de gravedad por servicio .....	30
<b>Tabla 13.</b> Parámetros utilizados de acuerdo al proyecto .....	30
<b>Tabla 14.</b> Fuerza Sísmica serán iguales en cada bloque (X-Y).....	32
<b>Tabla 15.</b> Modos de vibración de la estructura de la vivienda multifamiliar .....	35
<b>Tabla 16.</b> Basal dinámico: $V_x=93.13$ toneladas.....	37
<b>Tabla 17.</b> Basal dinámico: $V_y=91.86$ toneladas.....	37
<b>Tabla 18.</b> Distorsión entre pisos en el eje X.....	38
<b>Tabla 19.</b> Distorsión entre pisos en el eje Y.....	38
<b>Tabla 20.</b> Cálculo de distorsión del entrepiso .....	38
<b>Tabla 21.</b> Cálculo de cuantía de acero longitudinal en la vigueta VC-01 .....	44
<b>Tabla 22.</b> Cálculo de cuantía de acero longitudinal en la vigueta VC-02 .....	47
<b>Tabla 23.</b> Cálculo de cuantía de acero en flexión de losa $h=0.30$ .....	51
<b>Tabla 24.</b> Metrado comparativo de concreto de losa de transferencia de cargas con viguetas y sin viguetas .....	52
<b>Tabla 25.</b> Cuadro resumen del tipo de cimentación.....	52

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Procedimientos a seguir para cumplir con los objetivos planteados.....	16
<b>Figura 2.</b> Calle las rocas, lote 13, donde se tomaron las muestras. ....	16
<b>Figura 3.</b> Visita al laboratorio, para participar de las actividades de los ensayos.	17
<b>Figura 4.</b> Trabajo en gabinete, modelado de la estructura en ETABS.....	17
<b>Figura 5.</b> Trabajo en gabinete, modelando la cimentación. ....	18
<b>Figura 6.</b> Pasos para desarrollar el objetivo N°2. ....	23
<b>Figura 7.</b> Plano de vivienda multifamiliar (5 pisos). ....	23
<b>Figura 8.</b> Resistencia a la compresión del concreto. ....	26
<b>Figura 9.</b> Dimensiones de la columna 30x30cm. ....	27
<b>Figura 10.</b> Dimensiones de Viga 25x40cm. ....	27
<b>Figura 11.</b> Dimensiones de la viga 25x50cm. ....	28
<b>Figura 12.</b> Se considera una viga chata de 40x20cm. ....	28
<b>Figura 13.</b> El proyecto requiere el uso de placa de 25cm de ancho. ....	29
<b>Figura 14.</b> Se considera una losa aligerada 20cm. ....	29
<b>Figura 15.</b> Definición de masas para el análisis sísmico (100%CM y 25%CV- Art.16.3 E.030). ....	30
<b>Figura 16.</b> Espectro en X-X ....	31
<b>Figura 17.</b> Espectro en Y-Y. ....	31
<b>Figura 18.</b> El proyecto de estudio se ubica en la zona sísmica 4. ....	32
<b>Figura 19.</b> Se consideran 15 modales, ya que son 3 por cada piso. ....	33
<b>Figura 20.</b> Se añaden las combinaciones de carga (Norma E.060). ....	33
<b>Figura 21.</b> Modelo numérico de la estructura 3D.....	34
<b>Figura 22.</b> Modelo numérico de la estructura en planta.....	34
<b>Figura 23.</b> Modo de vibración 1, resultado 0.45.....	35
<b>Figura 24.</b> Modo de vibración 2, resultado 0.412.....	36
<b>Figura 25.</b> Modo de vibración 3, resultado 0.368.....	36
<b>Figura 26.</b> Distribución de viguetas en planta de cimentación.....	39
<b>Figura 27.</b> Módulos de reacción del suelo, usamos 3.28kg/cm3. ....	40
<b>Figura 28.</b> Asignación de coeficiente de balasto para losa h=30cm. ....	41
<b>Figura 29.</b> Asignación de coeficiente de balasto en viguetas. ....	41
<b>Figura 30.</b> Diagrama de momentos en viguetas. ....	42
<b>Figura 31.</b> Diagrama de momentos y cortante en el eje 1. ....	42
<b>Figura 32.</b> Sección de la viga en el eje 1.....	45
<b>Figura 33.</b> Sección de la viga en el eje 1 en ETABS. ....	45
<b>Figura 34.</b> Diagrama de momentos y cortantes en el eje 3. ....	46
<b>Figura 35.</b> Sección de la viga del eje 3.....	48
<b>Figura 36.</b> Sección de la viga en el eje 3 en ETABS. ....	48
<b>Figura 37.</b> Diagrama de esfuerzos sobre la losa. ....	49
<b>Figura 38.</b> Diagrama 3D de momentos máximos y mínimos sobre la losa.....	50
<b>Figura 39.</b> Detalle de losa de transferencia de cargas. ....	51

## RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación se enfoca en realizar el diseño estructural de una losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar de cinco (05) pisos en el distrito de San Bartolo – Lima.

El presente trabajo de investigación se considera según el tipo de datos es de enfoque cuantitativo, en referencia al grado de manipulación de variables es de diseño no experimental, de alcance transversal y/o transeccional y de tipo descriptivo, ya que la variable no ha sido manipulada.

Para el diseño de la losa de transferencia de cargas se considera la capacidad admisible del suelo de 1.6 kg/cm<sup>2</sup>, según lo indicado en el estudio de mecánicas de suelo. Finalmente, se propone un diseño de cimentación con losa de transferencia de cargas con viguetas de 30x60cm (con 6 aceros de refuerzo de Ø 5/8”) a lo largo de los ejes donde se ubican las columnas para una vivienda multifamiliar de cinco (5) pisos según los parámetros urbanísticos, además, en las zonas libres de columnas se diseñó una losa de transferencia de cargas de 30 cm de espesor con doble malla de fierro Ø1/2” @.15m. El diseño se realizó utilizando el software ETABS.

**Palabras clave:** Suelos arenosos, cimentación, edificaciones.

## ABSTRACT

The main objective of this research work is focused on carrying out the structural design of a load transfer slab with beams in sandy soil for a multi-family building with five (05) floors in the district of San Bartolo - Lima.

The present research work is considered according to the type of data, it is of quantitative approach, in reference to the degree of manipulation of variables, it is of non-experimental design, of transversal and/or transectional scope and of descriptive type, since the variable has not been manipulated.

For the design of the load transfer slab, the admissible soil capacity of 1.6 kg/cm<sup>2</sup> is considered, as indicated in the soil mechanic's study. Finally, a foundation design is proposed with a load transfer slab with 30x60cm joists (with 6 reinforcing steels of Ø 5/8") along the axes where the columns are located for a multifamily dwelling of five (5) floors according to urban parameters, in addition, in the areas free of columns, a 30 cm thick load transfer slab with double iron mesh Ø1/2" @.15m was designed. The design was carried out using the ETABS software.

Keywords: Sandy soils, foundations, building.

## I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática en el Perú, específicamente en el departamento de Lima, en el distrito de San Bartolo, es la baja capacidad portante de los suelos a la hora de construir edificios multifamiliares, ya que según la norma E.030 de Diseño Sismorresistente, Lima se encuentra en zona de riesgo sísmico (zona 4), esto genera la necesidad de investigar desde el área de la ingeniería civil alternativas que puedan mejorar las formas en que se construyen las viviendas, por lo que, es importante el diseño estructural de la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar, lo cual permitirá que los edificios o viviendas tengan un comportamiento estructural resistente ante un evento sísmico.

Para detallar la definición del planteamiento del problema de investigación, Arias y Covinos sostienen lo siguiente:

El planteamiento del problema se da en la etapa inicial de todo proyecto de investigación, en el cual se centra la idea principal, esta idea es el motivo que lleva a los investigadores a elegir investigar el tema propuesto. Plantear el problema es uno de los aspectos más importantes que se realiza en un trabajo de investigación, ya que ello lleva describir los objetivos e hipótesis (2021, p. 3).

Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación plantea a continuación el siguiente problema general: ¿Cuál sería el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar San Bartolo - Lima? A continuación, se detallan los problemas específicos:

- ¿Cómo determinar la capacidad portante del suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?
- ¿Cómo determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?
- ¿Cuáles son las características del diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?

“La justificación de una investigación se detalla en párrafos separados de acuerdo a cada tipo de justificación, es importante que al desarrollar la justificación no se trate de otros temas que no sean las variables del proyecto de investigación” (Arias y Covinos, 2021, p. 63).

El presente trabajo de investigación se justificó socialmente ya que la finalidad de este es desarrollar el diseño estructural adecuado de la cimentación para un edificio multifamiliar en suelo arenoso utilizando losa de transferencia de cargas con viguetas, el cual será seguro para sus habitantes, también es un referente para futuras edificaciones en zonas similares donde se realiza la presente investigación, siendo de beneficio para la comunidad de San Bartolo ya que tendrán investigaciones previas que servirán para construcciones.

El trabajo de investigación se justificó de forma práctica porque se requiere un diseño estructural que cumpla con la normativa vigente y dé seguridad a los habitantes de las viviendas; este diseño servirá para poder mejorar la capacidad portante del suelo arenoso, lo cual permitirá ejecutar edificaciones de mayor altura.

El trabajo de investigación se justificó teóricamente ya que las cimentaciones conformadas por losas de transferencia de cargas con viguetas distribuyen de una forma más adecuada las cargas producidas por edificaciones, mejorando la capacidad resistente del suelo.

El trabajo de investigación se justificó metodológicamente ya que se utilizó la recopilación de datos obtenidos del EMS (Estudio de Mecánica de Suelos) para determinar el diseño estructural más adecuado, además ayuda a establecer una relación entre la resistencia del suelo y el diseño estructural de la cimentación.

Los objetivos de un proyecto de investigación definen lo que se desea cumplir, ya que inicialmente se plantea un problema el cual debe ser atendido, por lo que los objetivos tienen la finalidad de dar solución al problema, ello lleva también a indagar e investigar acerca del problema, sin embargo, no busca resolverlos (Arias y Covinos, 2021, p. 32).

Teniendo en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior se plantea el objetivo general del presente trabajo de investigación el cual se enfoca en realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar de cinco (05) pisos en el distrito de San Bartolo – Lima.

A continuación, se describen los siguientes objetivos específicos establecidos del presente trabajo de investigación:

- Realizar el estudio geotécnico para determinar los parámetros de resistencia, evaluar las características y la capacidad portante del suelo.
- Determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo – Lima.
- Realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima.

Para definir el uso de las hipótesis en los trabajos de investigación, Hernández sostiene lo siguiente:

No todas las investigaciones cuantitativas requieren de hipótesis. El que se formule hipótesis o no depende esencialmente del alcance del estudio. Toda investigación cuantitativa que involucre una hipótesis son las que en su alcance es explicativo o correlacional, o las de alcance descriptivo en las cuales se pronostican hechos o cifras (2018, p. 356).

“La formulación de hipótesis son explicaciones tentativas de la relación entre dos o más variables” (Hernández, 2014, p. 103).

El presente trabajo de investigación no considera hipótesis, por ser de alcance descriptivo, no se pretende pronosticar hechos o cifras concretas, además porque se considera una variable de estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico es un proceso que trata principalmente de buscar y revisar información, como por ejemplo los artículos científicos, tesis, libros, textos, entre otros, los cuales deben estar relacionados con el tema de estudio, además es importante mencionar que la información debe ser válida y confiable (Arias y Covinos, 2021, p. 21).

Para desarrollar el proyecto de investigación se analizaron estudios o tesis las cuales se relacionan con la variable de investigación objeto del presente trabajo que es “Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima”, a continuación, citamos trabajos de investigación que tienen relación con nuestro objeto de estudio, se detalla una síntesis de cada antecedente nacional analizado:

Tenemos el trabajo de investigación realizado por Padilla (2019), cuyo objetivo era diseñar la estructura de una platea de cimentación para una vivienda, para ello realizó un EMS con lo cual posteriormente pudo definir el diseño de cimentación más apropiado. Esta investigación fue experimental, la población del presente trabajo fue el diseño estructural de la cimentación y la muestra es la platea de cimentación; la técnica e instrumentos de evaluación fueron: evaluar la capacidad resistente del terreno, estudio y diseño de elementos estructurales, además de desarrollar los planos de diseño. Para el análisis de cargas de gravedad realizó mediante el metrado de cargas según el peso unitario establecido en la Norma E.020. Obtuvo como principal resultado determinar un diseño estructural adecuado de acuerdo a las condiciones del terreno. Concluye que la resistencia del suelo es de  $1.17 \text{ kg/cm}^2$  considerando una profundidad de desplante de  $1.20\text{m}$  para la cual diseñó una platea de cimentación de  $0.65\text{m}$  de altura y una profundidad de desplante de  $1.20 \text{ m}$ .

El trabajo de investigación realizado por Chalco y Olivos (2019), referente al estudio de suelos para el diseño de cimentaciones en suelo arenoso, en el distrito de Paracas - Ica, tuvo como resultado un suelo de características granulares mal graduado, con una resistencia portante del suelo de  $1.67 \text{ kg/cm}^2$ , con presencia

de minerales o sales (no perjudicial), para lo cual proponen el diseño de una cimentación considerando zapatas las cuales van conectadas con viguetas de cimentación, además de cimiento corrido y losa de cimentación.

Luego tenemos a Carhuapoma y Zapata (2019), realizaron una investigación la cual trata referente al diseño estructural de una vivienda de cuatro pisos en el departamento de Piura, donde el objetivo principal es diseñar la estructura de una vivienda, para ello inicialmente realizaron un estudio de suelos con la finalidad de verificar sus características y su resistencia; obteniendo los siguientes resultados: encontraron un suelo arenoso y limoso pobremente mal graduado, con una capacidad resistente de 1.84 kg/cm<sup>2</sup> mejorando las condiciones de la sub rasante, la cual será un parámetro de diseño para la estructura. Diseñó la de cimentación con capiteles de espesor 0.35m, para el reforzamiento utilizó  $\varnothing$  5/8" @ 0.15m para ambas mallas superior e inferior y en los capiteles con profundidad de 0.70m utilizó  $\varnothing$  5/8" @ 0.20m en cada sentido.

Se suma la investigación de Velásquez (2018), realizó una investigación la cual tuvo como principal objetivo determinar el tipo de cimentación más eficiente para un centro educativo. Obtuvo como resultado que el menor esfuerzo ejercido sobre el suelo es el de la losa de cimentación de 0.00004kg/cm<sup>2</sup>, muy por debajo del que se obtuvo de las zapatas aisladas con un valor de 0.179 kg/cm<sup>2</sup>. Dados estos resultados concluye que la losa de cimentación es la que tiene un mejor comportamiento estructural. Previamente al desarrollo del cálculo de cimentación, realizó un estudio de suelos el cual dio como resultado que la resistencia del suelo es de 1.05 kg/cm<sup>2</sup>.

Luego tenemos a Olarte (2019), realizó una investigación la cual tuvo como objetivo determinar cómo influyen los suelos parcialmente saturados en cimentaciones superficiales. La investigación se realizó en Huancavelica, la muestra considera el estudio de tres (03) calicatas. Mediante estudios de suelos se obtuvo el valor de la capacidad portante en tres puntos del terreno los cuales varían en un rango de 0.8 kg/cm<sup>2</sup> y 3.00 kg/cm<sup>2</sup>, los cuales se evaluaron con los cuatro casos del nivel freático contemplados, se pudo determinar que los diferentes valores de capacidad portante influyen en las cimentaciones

superficiales, por lo cual es de importancia que las cimentaciones sean diseñadas estructuralmente de acuerdo a las características del terreno.

Se suma la investigación de Lías y Pascual (2020), donde el objetivo principal era el de diseñar la estructura de una vivienda de diez (10) pisos, como resultados del tipo de suelo, obtuvieron las siguientes características: suelo arenoso (S-P) y limoso (S-M), y una capacidad de carga de  $1.95 \text{ kg/cm}^2$ , considerando la resistencia de suelo evaluaron utilizar el sistema estructural que incluye placas, losas, columnas y las viguetas, además diseñaron una platea de cimentación de 0.80 m. con el software SAFE el cual generalmente es utilizado para el diseño cimentaciones.

Luego tenemos a Roa y Vidal (2019), realizaron un estudio técnico-económico referente al tipo de cimentación a considerar en terrenos de baja capacidad portante, el proyecto estudiado se ubica en la provincia del Callao. El objetivo principal es proponer una solución considerando diseñar cimentaciones que sean económicas para viviendas multifamiliares, que vayan a construirse en suelos blandos de baja resistencia ( $1.00 \text{ kg/cm}^2$ ), propusieron dos alternativas de solución, zapatas aisladas conectadas entre sí y combinadas y como segunda opción considerar una platea de cimentación. Finalmente, realizaron un presupuesto estimado de ambas alternativas para evaluar la elección de una de ellas, obteniendo como resultado la alternativa de la platea de cimentación la más económica para este tipo de suelos.

Se suma la investigación de Escriba (2016), el cual tenía la finalidad de obtener información necesaria de las características del suelo para las cimentaciones de futuras construcciones de uso vivienda y proponer formalizar el conjunto vecinal. Calcularon la capacidad portante del terreno lo cual define la profundidad de cimentación, mencionada líneas arriba, y para cada tipo de cimentación superficial, teniendo en cuenta el asentamiento de cada estructura, teniendo como resultado los siguientes valores: para cimiento corrido un ancho de 1m y una longitud de 3.65m con una  $q_{adm} = 1.71 \text{ kg/cm}^2$  y para las zapatas un ancho = 1.50m y una longitud = 1.50m con una  $q_{adm} = 1.91 \text{ kg/cm}^2$ .

Luego tenemos a Vargas e Ybañez (2020), cuyo objetivo era realizar el diseño de las estructuras de una vivienda de (03) pisos. Realizaron estudios básicos, como el levantamiento topográfico cuyos resultados se procesaron en el programa Civil 3D observando un terreno de topografía plana, el segundo estudio fue el de suelos obteniendo arena mal graduada con una capacidad resistente de  $1.19 \text{ kg/cm}^2$ . Los trabajos realizados en la segunda etapa fueron de gabinete, comprendía el diseño de la arquitectura de la vivienda y el análisis sísmico en el programa ETABS, además realizaron el diseño de las estructuras de los elementos verticales y horizontales (columnas, placas, viguetas), muros de confinamiento, muros portantes, siendo los muros portantes los que soportan más las cargas aportando mayor rigidez a la estructura.

Como último antecedente nacional tenemos el de Villanueva (2018), investigó referente a cómo influyen los suelos arenosos en el comportamiento de la estructura en una vivienda con albañilería en confinamiento de cinco (05) niveles, el resultado del suelo arenoso da un incremento en los periodos fundamentales de vibración en 33% con respecto al suelo indeformable y rígido del eje X, y en un 8% del eje Y. Obteniendo una capacidad resistente del terreno de  $1.05 \text{ kg/cm}^2$ .

Continuando con el desarrollo del marco teórico, se detalla una síntesis de cada antecedente internacional estudiado, los cuales tienen relación con el presente trabajo de investigación:

Tenemos la investigación de Torre, Perrilliat, Gavilán y Lizárraga (2012), cuyo objetivo era realizar las consideraciones de diseño y construcción en sistemas de mampostería con losa de transferencia, el trabajo realizado por los investigadores se ubica en la ciudad de Acapulco - México, el cual considera una descripción detallada de los principales aspectos a tener en cuenta durante las diferentes etapas del proyecto, además de garantizar el desempeño más adecuado del sistema, como el incremento de la rigidez lateral y la reducción de la capacidad de deformación vertical de la losa de transferencia. Finalmente, el trabajo incluye recomendaciones para evitar agrietamientos en las áreas comunes.

Se suma la investigación internacional de Cruz (2019), el cual tiene como objetivo diseñar la estructura de un edificio de un semisótano y cinco pisos para el desarrollo del presente trabajo utilizó las normas vigentes mexicanas, para el diseño estructural consideraron como herramienta el programa ETABS con la finalidad de verificar que los elementos estructurales aportan una correcta rigidez ante un evento sísmico.

Luego tenemos a Mosquera (2018), realizó el análisis de una platea de cimentación para una edificación de cinco (05) plantas utilizando el programa SAP2000, cuyo objetivo es dar a conocer el alcance que se debe tener en cuenta para diseñar correctamente una platea de cimentación donde se detallan las deformaciones y desplazamientos, teniendo en cuenta posibles variaciones del nivel freático y su resultado de la capacidad resistente del suelo.

Por otro lado, tenemos la investigación de Moreira (2018), cuyo objetivo era realizar una comparación de una cimentación realizada en suelos blandos con platea y así disminuir asentamientos diferenciales versus una cimentación con pilotes reforzados con acero para un edificio de 10 pisos, con la finalidad de reducir o eliminar asentamientos provocados por el peso de la estructura. Como parte del desarrollo del trabajo se realizaron estudios de suelos lo cual permite conocer sus características y su resistencia.

Finalmente, se detalla la tesis internacional de López (2020), realizó el diseño de una losa de cimentación con geometría en planta irregular, empleando interacción suelo, análisis de la estructura, además de estimar las deformaciones que puedan ser ocasionadas por el suelo. La interacción entre suelo y estructura estudia las deformaciones del terreno de la cimentación afectadas por la rigidez de la estructura.

Por otro lado, tenemos las teorías relacionadas a la variable del presente trabajo de investigación "Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima":

Para definir la capacidad de carga de suelos, Braja sostiene lo siguiente:

Son aquellos esfuerzos que se aplica al suelo, las teorías que permiten calcular la capacidad portante del suelo, la más utilizada es la teoría de Terzaghi, quien determinó la capacidad de carga de los suelos teniendo en consideración: la cota de fundación, forma de cimentación, tipo de suelo, tipo de aplicación de la carga (2016, p. 7).

El suelo es un material de granos minerales y materia orgánica descompuesta con líquido y gas en sus espacios vacíos entre las partículas sólidas; además, indica que los ingenieros civiles deben estudiar mediante la aplicación de la mecánica de suelos las propiedades del mismo, como su origen, el tamaño de la granulometría, resistencia al corte, el drenado de agua, compresión, y la capacidad de soportar carga (Braja, 2016, p. 1).

“El diseño estructural de cimentaciones tiene que basarse en el mapa geotécnico, ya que allí se define el comportamiento de un suelo, puesto que este estará en contacto con la estructura a ejecutar” (Rodríguez, 2016, p. 2).

Por otro lado, menciona que el tipo de suelo, la consistencia, las propiedades físicas y mecánicas, nivel freático, la profundidad de la cimentación, la capacidad resistente, entre otros que afectan en el diseño de cimentaciones (Rodríguez, 2016, p. 2).

El diseño estructural es un conjunto de sistemas que se combinan de forma ordenada para cumplir con una función específica. Además, indica que la cimentación es un elemento estructural cuya función es transmitir las cargas de columnas, muros y placas que soportan al terreno de la (Oviedo, 2016, p. 1).

“La losa de cimentación está conformada por una losa de concreto reforzado con acero sobre un área grande la cual soporta el peso de muros y columnas, que es utilizada cuando el suelo tiene baja resistencia o la carga de las columnas es muy alta” (Oviedo, 2016, p. 259).

Finalmente, tenemos los enfoques conceptuales relacionados a la variable del presente trabajo de investigación:

El asentamiento admisible es el límite máximo que se puede asentar una estructura para que no se vean afectada su funcionalidad y no den esfuerzos muy grandes que perjudiquen la estructura (Braja, 2016, p. 512).

El diseño estructural sísmo resistente tiene como finalidad proteger la vida humana, que los servicios básicos sean continuos, evitar daños mayores a la propiedad y que estos se minimicen, las edificaciones deben estar preparadas para posibles eventos sísmicos (Norma E. 030, 2020, p. 3).

Para definir las losas o plateas de cimentación, la Norma E. 050 sostiene lo siguiente:

Las losas o plateas de cimentación son cimentaciones superficiales, las cuales deben tener una forma regular, pueden ser cuadradas, rectangulares, continuas o circulares. Además, la relación entre la profundidad ( $Df$ ) y el ancho ( $B$ ) es menor o igual a cinco (05), la norma define a las losas de cimentación como una losa rígida sobre la cual están apoyadas las columnas y los muros (placas) (2020, p. 46).

Referente a la capacidad de carga y los tipos, la Norma E. 020 sostiene lo siguiente:

Las edificaciones deben tener la capacidad resistir las cargas que se les impongan de acuerdo al uso considerado. Las cargas son las fuerzas que resulten del peso de los materiales, ocupantes, mobiliario, efectos del medio ambiente como el viento, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. Existen dos tipos de cargas: las vivas y las muertas, la primera se refiere al peso de los usuarios, equipos, mobiliario y otros objetos móviles, las cargas muertas se refiere al peso propio de la estructura, es decir al peso de los materiales de construcción (2020, p. 11).

“Se define como una vivienda multifamiliar cuando el proyecto sea de dos (02) o más viviendas en una sola edificación y donde el terreno tiene varios propietarios” (Norma A. 020, 2021, p. 3).

Según la Norma E. 050 (2020) no está permitido apoyar cimentaciones en suelos orgánicos, tierra vegetal, rellenos, por lo que este tipo de materiales no permitidos deben ser removidos en su totalidad para ser reemplazados por materiales que cumplan con lo indicado en la presente norma antes de construir cualquier tipo de obra.

La Norma E. 030 (2020), clasifica cinco (05) tipos de perfiles de suelos: Roca dura (S0), Roca o suelos muy rígidos (S1), Suelos intermedios (S2), Suelos Blandos (S3) y Condiciones excepcionales (S4).

### III. METODOLOGÍA

#### 3. 1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

“El tipo de investigación se refiere a un contexto o situación de expresar distintos modelos del conocimiento, tenemos según la fuente y según su finalidad que dentro de esta última se ubica la investigación de tipo aplicada” (Arias y Covinos, 2021, p. 67).

“La investigación de tipo aplicada se abastece del tipo básico, puesto que se encarga de dar solución a problemas que son prácticos, y se basa en el descubrimiento, soluciones y hallazgos que se plantearon en los objetivos” (Arias y Covinos, 2021, p. 68).

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo realizado considera el tipo de esta investigación considerando el nivel de profundización **es una investigación de tipo aplicada**, porque busca dar solución a una situación concreta que es la construcción de viviendas multifamiliares en suelos de baja capacidad portante, utilizando un diseño con losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

“El enfoque cuantitativo tiene la finalidad de especificar propiedades variables o hechos en un contexto determinado, se definen y miden las variables, además utiliza la recolección de datos” (Hernández, 2018, p. 4).

“El diseño de una investigación se refiere a las estrategias, pasos o procedimientos a tener en cuenta durante el desarrollo del estudio los cuales tienen la finalidad de encontrar la solución de la problemática general” (Arias y Covinos, 2021, p. 73).

El diseño no experimental no hay condiciones experimentales a las que las variables puedan ser sometidas, son evaluadas según su contexto natural, sin alterar ninguna situación, además este tipo de diseño abarcaba dos tipos: El

longitudinal y el transversal, que se les distingue por que se realizan en distintos momentos (Arias y Covinos, 2021, p. 78).

Se conocen cuatro tipos de alcances de investigación, los cuales son: descriptivo, exploratorio, explicativo y correlacional. Estudios descriptivos especifican propiedades y características importantes de fenómenos que son objeto de estudio. Explica tendencias de un grupo o población (Hernández, 2018, p. 88).

Considerando los alcances definidos en los párrafos líneas arriba, en este trabajo de investigación se considera según el tipo de datos es de enfoque cuantitativo, en referencia al grado de manipulación de variables **es de diseño no experimental, de alcance transversal y/o transeccional y de tipo descriptivo**, ya que la variable no ha sido manipulada.

En este trabajo de investigación determinamos que es de enfoque cuantitativo debido a que se realizará con datos obtenidos por ensayos de laboratorio, estudio de la mecánica de suelos, softwares de diseño, para tener un respaldo confiable para diseñar la estructura correspondiente a la cimentación.

“La investigación no experimental se refiere a estudios que no manipulan las variables objeto de estudio y solo se observan los fenómenos para luego analizar su comportamiento” (Hernández, 2018, p. 152).

En nuestro trabajo de investigación es no experimental porque nuestra variable de estudio, diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, no pretende cambiar las características generales del terreno en que trabajamos, sino a partir de estos valores, mejoramos la capacidad portante del terreno, con un diseño estructural adecuado.

El diseño de investigación de tipo transeccional (o transversal) tiene el objetivo de recolectar datos en solo un tiempo, la finalidad es el de analizar las variables involucradas y ver como estas se relacionan y afectan. En otras palabras, es como tomar una foto instantánea de un suceso (Hernández, 2014, p.154).

En nuestro trabajo de investigación la recolección de datos será tomada una sola vez y servirán para el diseño propuesto de la losa de transferencia, se analizarán cómo es que influyen estos datos obtenidos en nuestras variables de investigación.

“Estos estudios tienen como principal función especificar las propiedades, características, perfiles, grupos, comunidades, objetos o cualquier fenómeno. Se recolectan datos de la variable de estudio y se miden” (Arias y Covinos, 2021, p.70).

### **3.2 Variables y operacionalización**

“Las variables se refieren al objeto estudio, medición, manipulación, controlar, pueden ser de forma conceptual lo cual nos da una definición teórica de las variables; u operacional que es básicamente la separación de lo más general a lo específico” (Arias y Covinos, 2021, p. 43).

“Las investigaciones de diseño no experimental, de alcance transeccionales descriptivos indagan la incidencia de las modalidades, de una o más variables en una población” (Hernández, 2014, p. 155).

Teniendo en cuenta nuestro tipo de investigación, nuestro trabajo considera una variable a estudiar:

Variable: Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar.

En el ANEXO N° 01 se adjunta el detalle de la matriz de operacionalización de variables.

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población:**

“La población está formada por todos los elementos (unidades que son parte del análisis) que forman parte del mismo ámbito espacial donde se realizará el trabajo de investigación” (Arias y Covinos, 2021, p. 113).

De acuerdo al lugar donde desarrollamos nuestro trabajo de investigación, la población objeto de estudio está conformada por todo el diseño estructural de una

vivienda multifamiliar de 5 pisos ubicada en calle las rocas, lote 13, en el distrito de San Bartolo.

**Muestra:**

“Es un fragmento o parte que tiene representatividad en la población, la cual posee características importantes que la hacen ser objetiva y reflejan fielmente a la población, pudiéndose generalizar los resultados obtenidos de la muestra a la población” (Arias y Covinos, 2021, p. 118).

El tipo de muestreo no probabilístico se usa cuando se quiere elegir a una población teniendo en cuenta sus características en común o por criterio asumido por el investigador. Por lo tanto, no se requiere método de muestreo estadístico, y no todos los miembros de la población tienen la misma oportunidad de ser seleccionados, además se utiliza cuando la población es pequeña (Arias y Covinos, 2021, p. 116).

Teniendo cuenta lo indicado líneas arriba, el presente trabajo de investigación considera muestreo no probabilístico, por lo que no se requieren cálculos estadísticos y la muestra está conformada por la losa de transferencia de cargas del edificio multifamiliar ubicado en calle las Rocas, lote 13, San Bartolo.

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

El presente trabajo de investigación tuvo como técnica de recolección de datos el análisis documental y la observación directa, la cual permite determinar las características físicas y la ubicación de los puntos más desfavorables del terreno objeto del presente estudio. También, se utilizaron pruebas de laboratorio para recabar información acerca de las características del suelo.

“La observación directa, se define una técnica la cual permite la recolección de datos basados en la percepción del investigador” (Rodríguez, 2005, p. 98).

“Los instrumentos para la recolección de datos son importantes para recabar información relevante para la investigación” (Rodríguez, 2005, p. 98).

Los instrumentos que se utilizaron en el área de estudio fueron el GPS, cámaras fotográficas, hojas de datos y equipos de excavación; en el laboratorio se utilizó los formatos excel, las mallas de tamices, la balanza, la copa casagrande, las tara, el horno se; y los instrumentos utilizados en gabinete fueron, las computadoras con los programas de diseño como AutoCAD y ETABS.

Para el desarrollo del diseño estructural de la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso será de acuerdo a lo siguiente:

- Evaluación geotécnica del terreno según la Norma E. 050
- Diseño arquitectónico del edificio
- Predimensionamiento de elementos estructurales.
- Determinación de las cargas actúan sobre la cimentación.
- Diseño de losa de transferencia de cargas con viguetas.
- Verificación del diseño de la losa de losa de transferencia de cargas con viguetas de acuerdo a la norma sismoresistente E.030.

**Tabla 1.** Descripción de técnicas e instrumentos que se realizó para cumplir con los objetivos específicos planteados

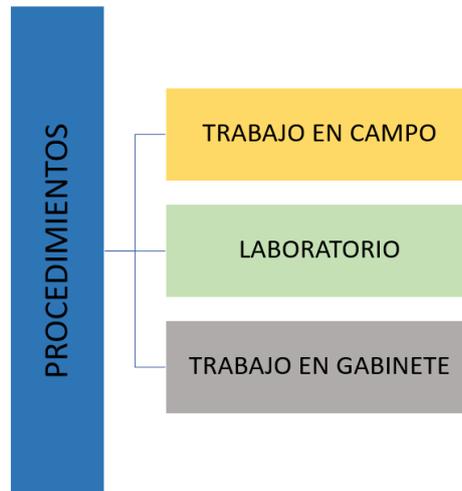
ETAPA DE INVESTIGACIÓN	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
CAMPO	Calicatas (Norma E.050 Suelos y Cimentaciones).	Observación y análisis documental	Cámara fotográfica, fichas de recolección de datos.
LABORATORIO	Ensayo para determinar la capacidad admisible del suelo	Observación y análisis documental	Equipos, taras y vasijas, horno, balanza y Formato Excel
GABINETE	Diseño de losa de transferencia de cargas	Capacidad admisible del suelo	Cuadro de correlación.
		Elaboración de Plano de arquitectura	Computadora y el software de AutoCAD.
		Diseño de Cimentación	Computadora y los software de ETABS.
		Elaboración de Planos de Cimentación	Computadora y el software de AutoCAD.

Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO N° 05 se adjunta los formatos validados por los expertos.

### 3.5 Procedimientos

A Continuación, se muestra el grafico de todos los procedimientos de metodología a seguir para cumplir con los objetivos planteados:



**Figura 1.** Procedimientos a seguir para cumplir con los objetivos planteados.

**Trabajo en campo:** se realizó la visita al terreno para toma de muestra del suelo realizando la excavación de tres (03) calicatas, el lote de terreno se ubica en la calle las Rocas, lote 13, San Bartolo - Lima.



**Figura 2.** Calle las rocas, lote 13, donde se tomaron las muestras del suelo.

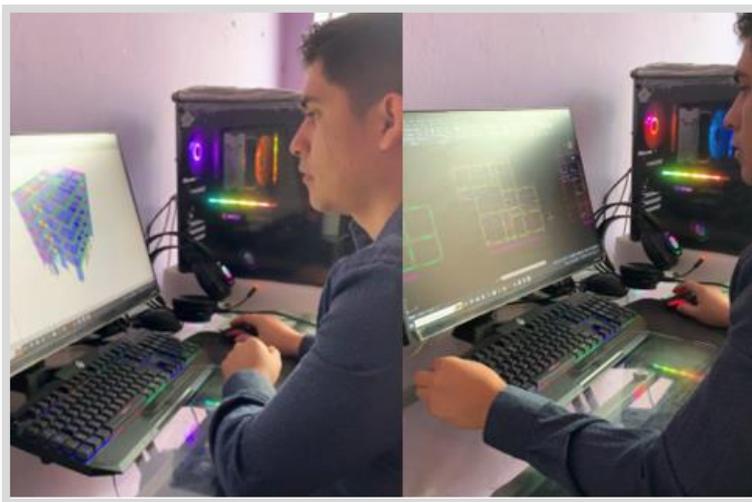
**Laboratorio:** Posteriormente las muestras del suelo fueron llevadas al laboratorio donde se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos para determinar la cohesión, el ángulo de fricción, peso específico del suelo y su resistencia.



**Figura 3.** Visita al laboratorio, para participar de las actividades de los ensayos.

**Trabajo de gabinete:** En este paso se procesa la información recolectada con anterioridad y se trabajará con el programa ETABS para el diseño y el análisis sísmico, además se utiliza el programa AutoCAD para el diseño de los planos de la losa de transferencia de cargas.

- Revisar los resultados del EMS.
- Realizar el diseño de la losa de transferencia de cargas con viguetas.



**Figura 4.** Trabajo en gabinete, modelado de la estructura en ETABS.



**Figura 5.** Trabajo en gabinete, modelando la cimentación.

Exposición de resultados: Esta sección estará compuesta por el reporte de los resultados, detallando las conclusiones, recomendaciones y sugerencias, usando los datos trabajados de manera descriptiva e inferencial.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Las muestras de las calicatas que fueron obtenidas en campo se remitieron al laboratorio de "OBRAINSA" para el desarrollo del Estudio de Mecánica de Suelos, el cual se realizó considerando los procedimientos estipulados por la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, con la finalidad de determinar la resistencia del suelo.

El diseño de la losa de transferencia de cargas con viguetas para un edificio multifamiliar se realizó considerando la capacidad admisible del suelo, además, en esta etapa se realizó el modelamiento del edificio multifamiliar utilizando y el diseño de cimentación usando el software ETABS, el análisis y diseño fue desarrollado teniendo en cuenta los parámetros del RNE.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para garantizar la calidad ética correspondiente al estudio desarrollado se consideraron los siguientes criterios:

Respecto a la beneficencia, esta investigación tiene la finalidad de desarrollar el diseño estructural adecuado de la losa de transferencia de cargas con viguetas para

un edificio multifamiliar de cinco (05) pisos en suelo arenoso, el cual será seguro para sus habitantes, también es un referente para futuras edificaciones en zonas similares donde se realiza la presente investigación, siendo de beneficio para la comunidad de San Bartolo ya que tendrán investigaciones previas que servirán para construcciones.

Respecto a la no maleficencia, la información trabajada y procesada tiene como único fin el de la investigación científica.

Respecto a la autonomía, el autor ha trabajado e interpretado de mano de la información de las fuentes indicadas en la referencia al estilo ISO.

Respecto a la justicia, esta investigación se realizará con la población de la zona de acuerdo a lo que es moralmente correcto y apropiado.

El presente trabajo de investigación paso por un estricto proceso de anti plagio y grado de similitud con el Software TURNITIN, además hemos cumplido con establecido en el código de ética de investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

El trabajo de investigación se desarrolló teniendo en cuenta la norma E.030 Diseño Sismo resistente, la cual permite verificar derivas y desplazamientos; también usamos la norma E.010 y E.020 Arquitectura, la cual nos sirvió para tener en cuenta los parámetros de edificación y por último la E.020 Cargas, para obtener las cargas requeridas para realizar el metrado y la norma E.060 para el diseño de los elementos correspondientes a la estructura de la edificación.

Estudio de Mecánicas de Suelos el cual incluye los ensayos, serán realizados en el laboratorio de "OBRAINSA", garantizando honestidad y confiabilidad en los resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan los resultados los cuales se obtuvieron con el fin de cumplir con los objetivos específicos. A continuación, se describen de forma ordenada:

**Objetivo específico N°1:** Realizar el estudio geotécnico para determinar los parámetros de resistencia, evaluar las características y la capacidad portante del suelo.

En primer lugar, se realizó una visita al terreno para hacer un reconocimiento del entorno; posteriormente se realizaron tres calicatas (en el lote 13, calle las Rocas, San Bartolo) para la toma de muestra del suelo, finalmente se llevaron las muestras del suelo al laboratorio para determinar la capacidad admisible en suelo.

De acuerdo a lo indicado en el EMS, las características suelo son una arena pobremente graduada con limo (SP) según clasificación SUCS, se obtuvo humedad de 13.7% a 16.1%, es decir, el suelo es ligeramente húmedo, el ángulo de fricción varía de 33° a 45°, al no presentar cohesión el índice de plasticidad del suelo es 0.

Considerando la teoría de Karl Terzagui, la capacidad portante admisible del suelo se puede calcular mediante la siguiente relación:

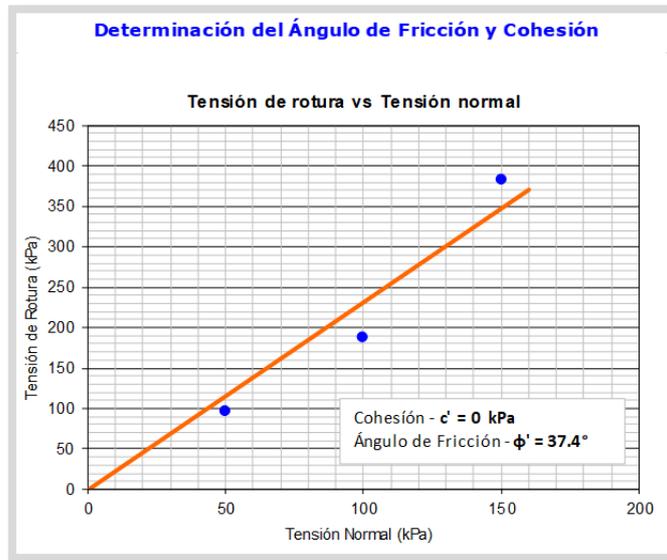
**Tabla 2.** Cuadro resumen de capacidad admisible del suelo

Peso volumétrico del suelo	$\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
Ancho del cimiento	$\beta = 1.40 \text{ m}$
Profundidad de cimentación	$D_f = 1.50 \text{ m.}$
Factor de seguridad	$FS = 3.00$
Factores adimensionales, función de $\phi$	$N_q, N'_y$
$q_{ad} =$	<b>1.6 Kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia.

**Descripción:** Para el diseño de la losa de transferencia de cargas con viguetas, la capacidad admisible del suelo es de 1.6 kg/cm<sup>2</sup>, según lo indicado en el estudio de mecánicas de suelo.

**Tabla 3.** Determinación del ángulo de fricción



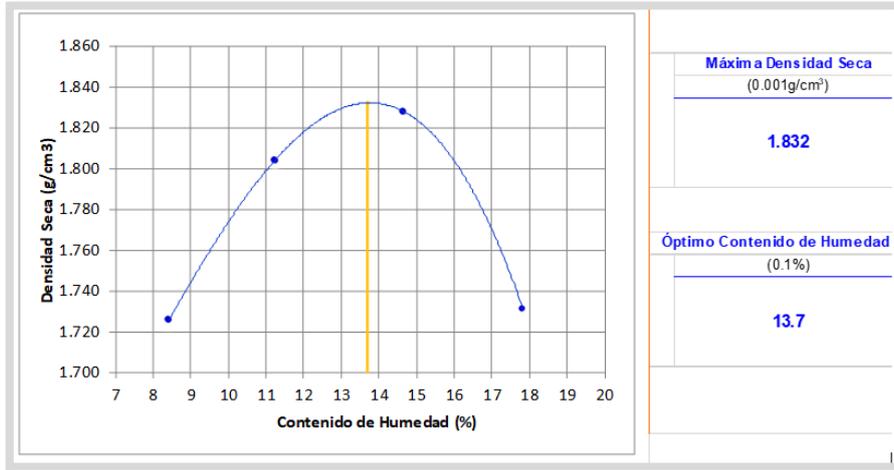
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.** Reporte de ensayo de corte directo

REPORTE DE ENSAYO		CALICATA 01		
Corte Directo ASTM D3080				
		Probeta N.º		
Características Generales		1	2	3
Tensión Aplicada	kPa	50	100	150
Velocidad de Corte	mm/min	0.10	0.10	0.10
Masa húmeda Inicial de la Muestra	g	145.79	145.79	145.79
Masa Seca Final de la Muestra	g	108.52	108.21	106.52
Volumen de la Muestra	cm <sup>3</sup>	70.02	70.02	70.02
Densidad húmeda	Mg/m <sup>3</sup>	2.08	2.08	2.08
Contenido de Agua	%	13.7	13.7	13.7
Densidad seca	Mg/m <sup>3</sup>	1.83	1.83	1.83
Peso esp. part. sólidas	Mg/m <sup>3</sup>	2.66	2.66	2.66
Índice de vacíos	%	0.45	0.45	0.45

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5. Ensayo de contenido de humedad**



Fuente: elaboración propia.

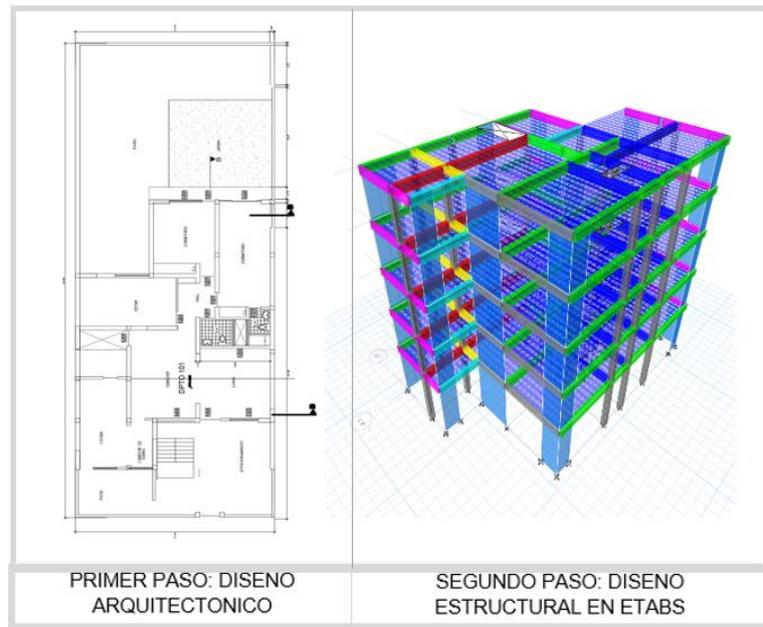
**Tabla 6. Ensayo de compactación, proctor modificado**

Ensayo de Compactación Proctor Modificado ASTM D1557											
Tipo de Compactación		Peso del Pisón (g)		Altura de Caída (mm)				Volumen del molde - V (cm³)			
Pesado en Molde Pequeño		Pesado: 4540		Pisón Pesado: 457				940			
Método Utilizado		N.º de Capas		N.º de Golpes/Capa				Peso del Molde - P <sub>m</sub> (g)			
A		5		25				3403			
Peso del Molde + Suelo Húmedo	P <sub>1</sub>	g	5162	5289	5373	5320	---	---	---	---	---
Peso del Suelo Húmedo	P = P <sub>1</sub> - P <sub>m</sub>	g	1759	1886	1970	1917	---	---	---	---	---
Densidad Húmeda	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0.001g/cm³	1.871	2.006	2.096	2.039	---	---	---	---	---
N.º de la cápsula			16	11	2	4	6	5	20	15	---
Peso de la Cápsula	m <sub>1</sub>	0.01g	81.46	82.06	85.23	78.56	68.31	92.16	106.16	105.50	---
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo	m <sub>2</sub>	0.01g	502.16	499.52	492.99	456.22	556.97	518.22	518.72	575.52	---
Peso de la Cápsula + Suelo Seco	m <sub>3</sub>	0.01g	469.25	467.25	451.66	418.21	493.64	464.42	456.33	504.32	---
Peso del Suelo Seco	P <sub>s</sub> = m <sub>2</sub> - m <sub>3</sub>	0.01g	387.79	385.19	366.43	339.65	425.33	372.26	350.17	398.82	---
Peso del Agua	P <sub>w</sub> = m <sub>2</sub> - m <sub>3</sub>	0.01g	32.91	32.27	41.33	38.01	63.33	53.80	62.39	71.20	---
Contenido de Humedad Promedio	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0.1%	8.5	8.4	11.3	11.2	14.9	14.5	17.8	17.9	---
Contenido de Humedad Promedio	w	0.1%	8.4		11.2		14.7		17.8		---
Densidad Seca	$\gamma_s = \frac{P_s}{V} \times \frac{100}{w + 100}$	0.001g/cm³	1.726	1.804	1.828	1.731	---	---	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO N° 06 se adjunta el Estudio de Mecánica de Suelos.

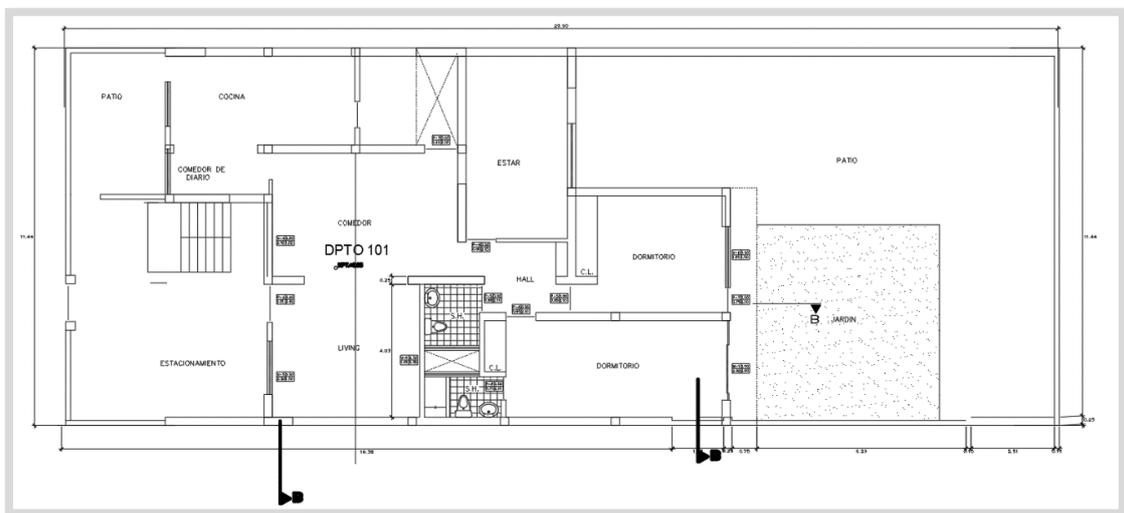
**Objetivo específico N°2:** Determinar las cargas que actúan sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo – Lima.



**Figura 6.** Pasos para desarrollar el objetivo N°2.

### **PRIMER PASO: Elaboración de plano Arquitectónico**

Previo al diseño de la losa de transferencia de cargas, requerimos del diseño de la arquitectura del inmueble que será objeto de nuestro trabajo de investigación, para lo cual se considera una edificación de 5 pisos típicos, de área techada por piso de 154.71m<sup>2</sup>.



**Figura 7.** Plano de vivienda multifamiliar (5 pisos).

## SEGUNDO PASO: Diseño estructural en el software ETABS

Se realizó los cálculos para determinar un diseño de losa de transferencia de cargas con viguetas para una vivienda multifamiliar de cinco niveles más azotea.

En el uso del software ETABS Versión 16.2.1; para el diseño estructural se toman en cuenta los criterios establecidos en norma E.060 y para el análisis sísmico en sistemas estructurales se consideran los criterios que establecen en las normas E.020 y E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### A) Modelamiento Numérico

**Tabla 7.** *Parámetros de diseño de la estructura*

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Número de pisos	5
Uso	Vivienda multifamiliar
Tipo de suelo	SP (Arena pobremente graduada con limo)
Zona sísmica	4

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8.** *Sistema estructural*

DESCRIPCIÓN	VIVIENDA MULTIFAMILIAR
Sistema estructural en X-X	Dual
Sistema estructural en Y-Y	Dual
Carga viva	200 kg/m <sup>2</sup> (pisos típicos), 100 kg/m <sup>2</sup> (Techo).

Fuente: elaboración propia.

### B) Predimensionamiento

Se ha considerado el diseño arquitectónico para la disposición de los elementos estructurales, columnas y viguetas, y así interferir lo menos posible en los ambientes del inmueble.

## Vigas Peraltadas

Según la norma E.060 el ancho mínimo de una viga debe ser 25cm, el peralte de una viga se obtiene dividiendo la longitud entre apoyos (L) entre el valor de 10 y/o 12 dependiendo del uso de la Edificación.

**Tabla 9.** *Predimensionamiento de vigas peraltadas*

Base de viga	PV/2	
Peralte de viga (PV)	L/10	L/12
L:	Mayor luz entre apoyos	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10.** *Cálculo de predimensionamiento de vigas*

		H (m)				B (m)
NOMBRE	DIMENSIÓN	L (m)	L/10	L/12	ELEGIDO	B =P/2
V-1	(25x40)	4.4	0.44	0.37	0.40	0.25
V-2	(25x50)	5.58	0.55	0.465	0.50	0.25
VCH	(40x20)	2.70	0.27	0.225	0.20	0.40

Fuente: elaboración propia.

## Columnas

Para determinar las cargas que actúan en losa de transferencia de cargas se tomaron en cuenta los criterios establecidos en norma E.060 de concreto armado. Para calcular la carga de servicio se considera el proyecto de categoría C por ser una vivienda multifamiliar de cinco pisos (N).

Posteriormente, se realizó la distribución de las columnas para poder calcular el área tributaria de las columnas centradas, excéntricas y esquinadas.

**Tabla 11.** De acuerdo a la norma E.060

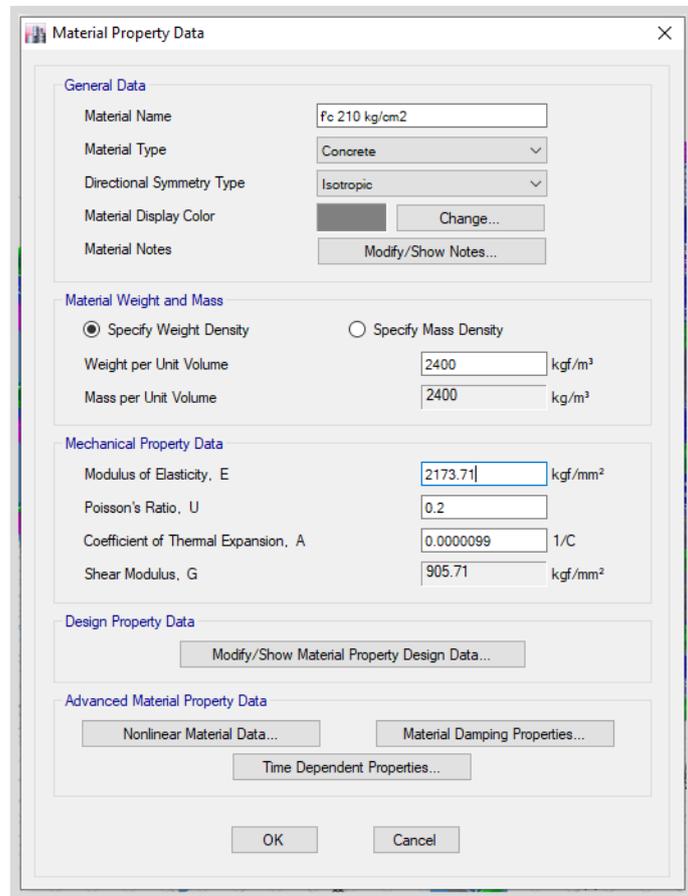
Columnas centradas	Área de columna=	$P \text{ (servicio)}/0.45x f'c$
Columnas excéntricas y esquinadas	Área de columna=	$P \text{ (servicio)}/0.35x f'c$
Siendo:	$P \text{ (servicio)} =$	$P \times A \times N$
Edificio de categoría C	$P=$	1000 kgf/m <sup>2</sup>
A:	Área tributaria	
N:	Número de pisos	

Fuente: elaboración propia.

### C) Modelamiento Estructural

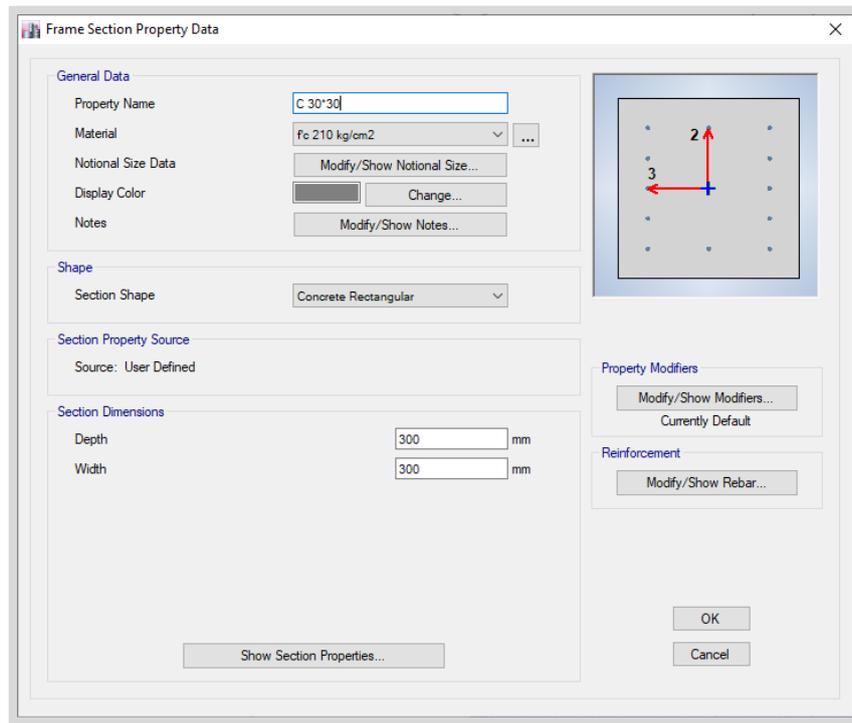
El análisis sísmico de la estructura se realiza utilizando el programa ETABS, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la Norma E.030.

Los materiales del modelo estructural se representan numéricamente de la siguiente manera:

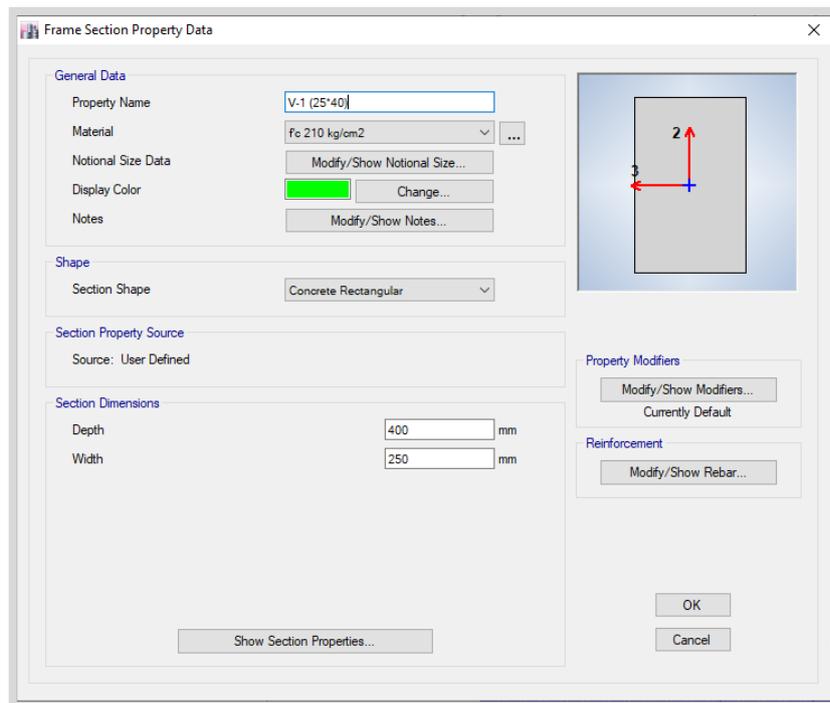


**Figura 8.** Resistencia a la compresión del concreto.

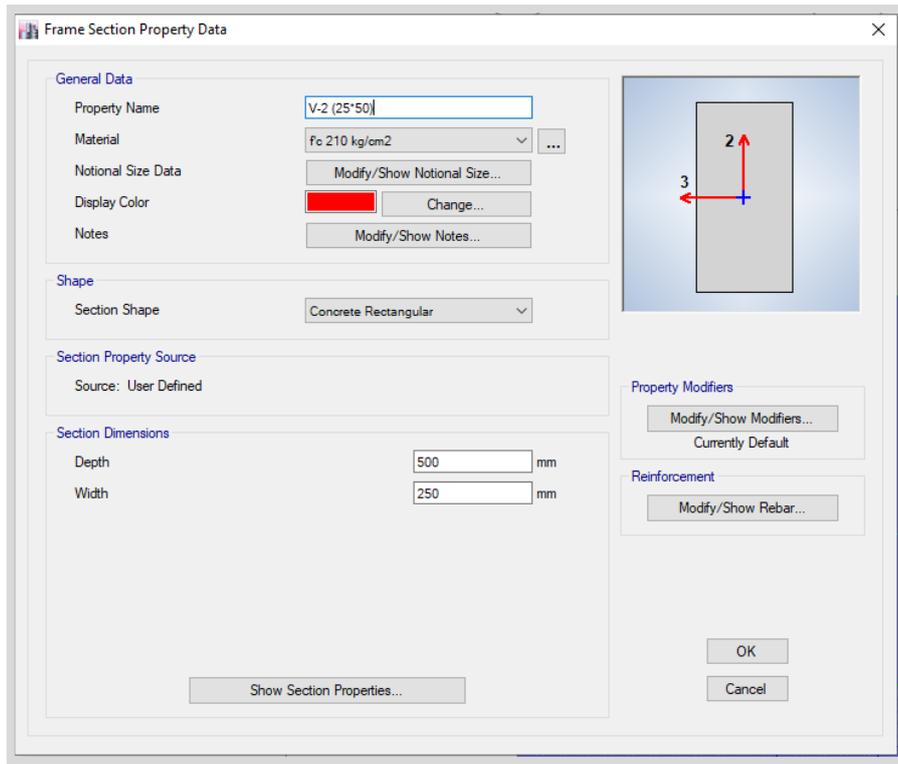
A continuación, se detallan los valores de las secciones de los elementos que se utilizaron en el modelo estructural:



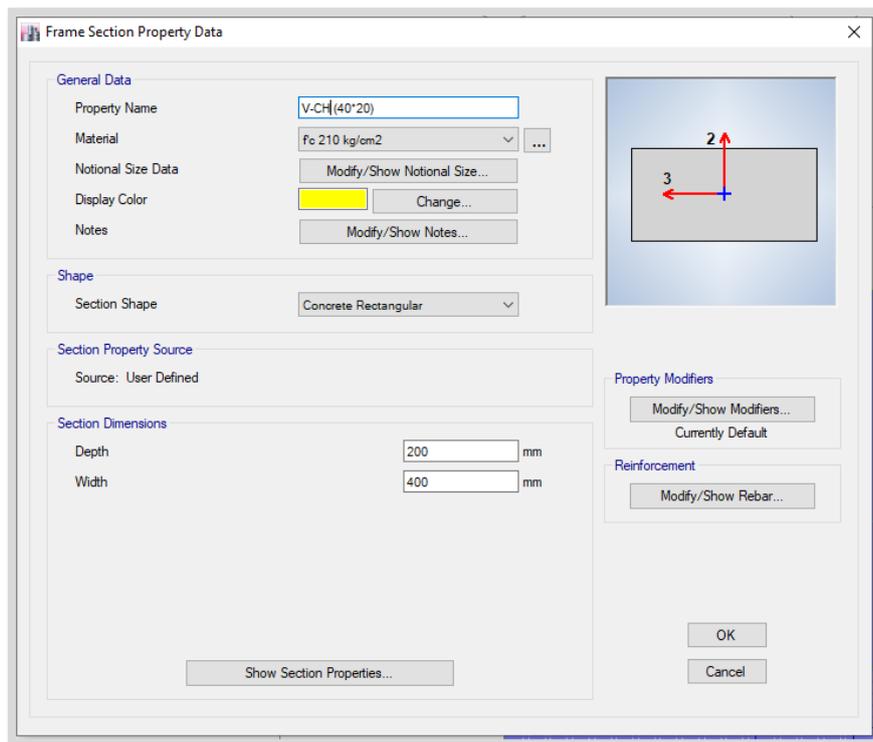
**Figura 9.** Dimensiones de la columna 30x30cm.



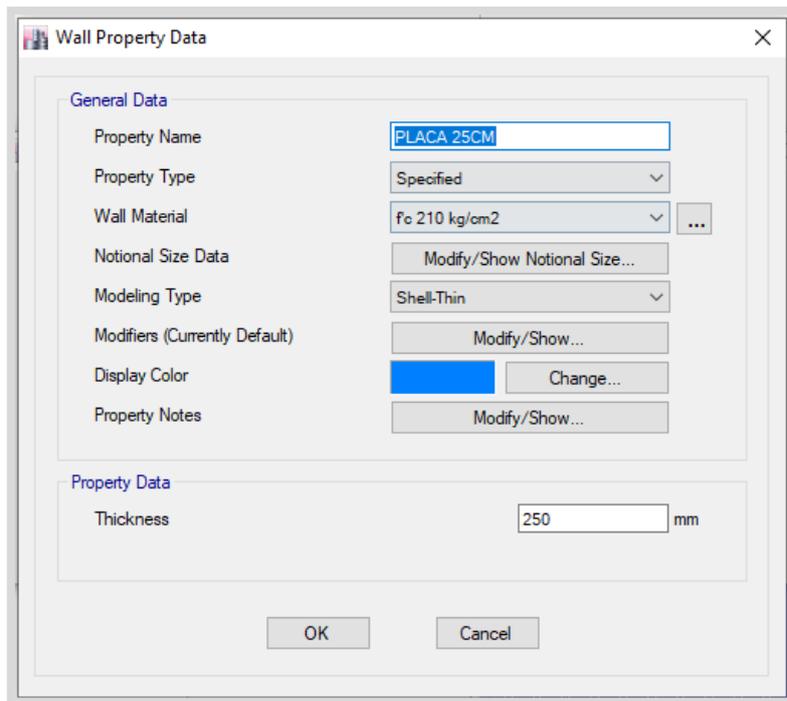
**Figura 10.** Dimensiones de Viga 25x40cm.



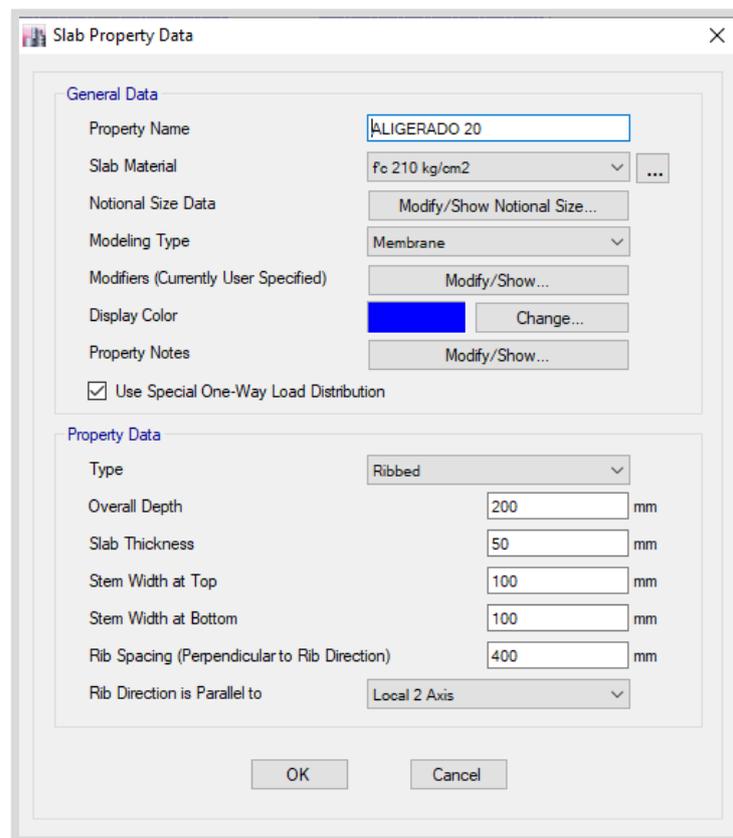
**Figura 11.** Dimensiones de la viga 25x50cm.



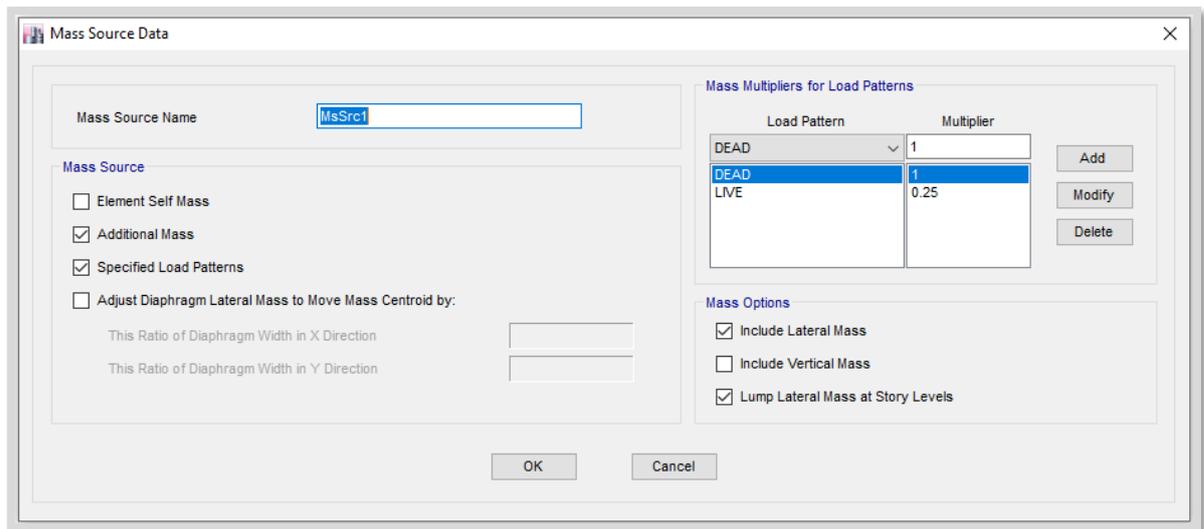
**Figura 12.** Se considera una viga chata de 40x20cm.



**Figura 13.** El proyecto requiere el uso de placa de 25cm de ancho.



**Figura 14.** Se considera una losa aligerada 20cm.



**Figura 15.** Definición de masas para el análisis sísmico (100%CM y 25%CV-Art.16.3 E.030).

## Cargas de gravedad

**Tabla 12.** Cargas de gravedad por servicio

CARGAS EN ANÁLISIS POR GRAVEDAD (SOBRE LA LOSA)	
Losa Aligerada 20cm	300 kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería	150 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	100 kg/m <sup>2</sup>

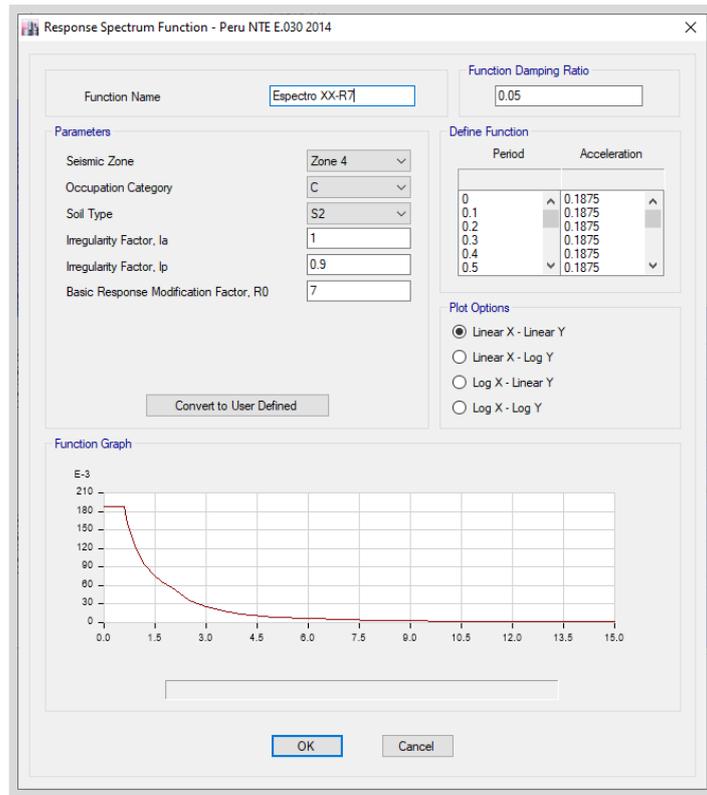
Fuente: elaboración propia.

El peso propio de los elementos estructurales es considerado por el programa ETABS.

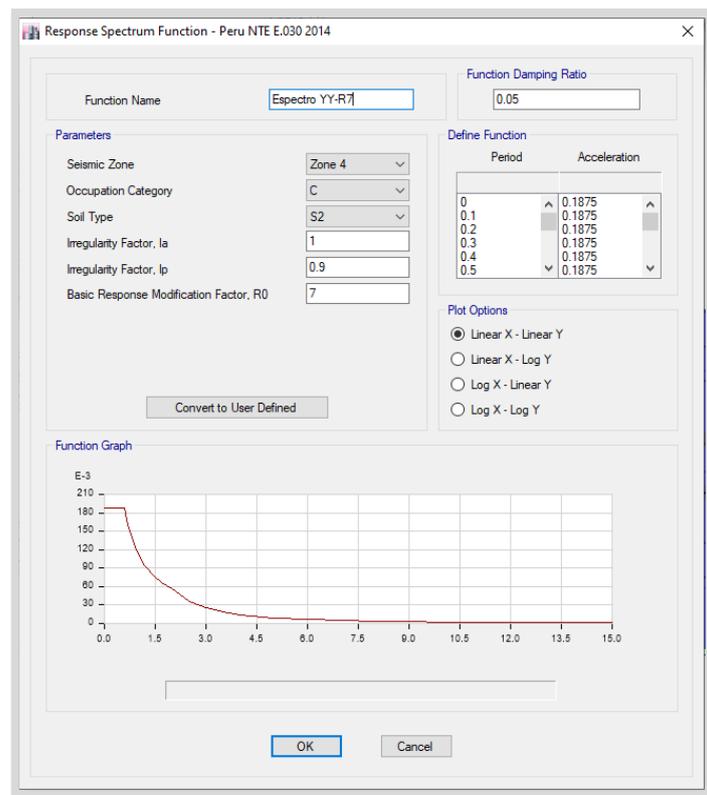
**Tabla 13.** Parámetros utilizados de acuerdo al proyecto

PARÁMETROS PARA ESPECTRO EN ETABS (X-Y)	
Factor Zona	Z= 0.45 (zona 4)
Factor de Uso	U= 1.0 (categoría C)
Factor de suelo	S2
Periodo del espectro	T <sub>p</sub> = 0.6

Fuente: elaboración propia.



**Figura 16.** Espectro en X-X



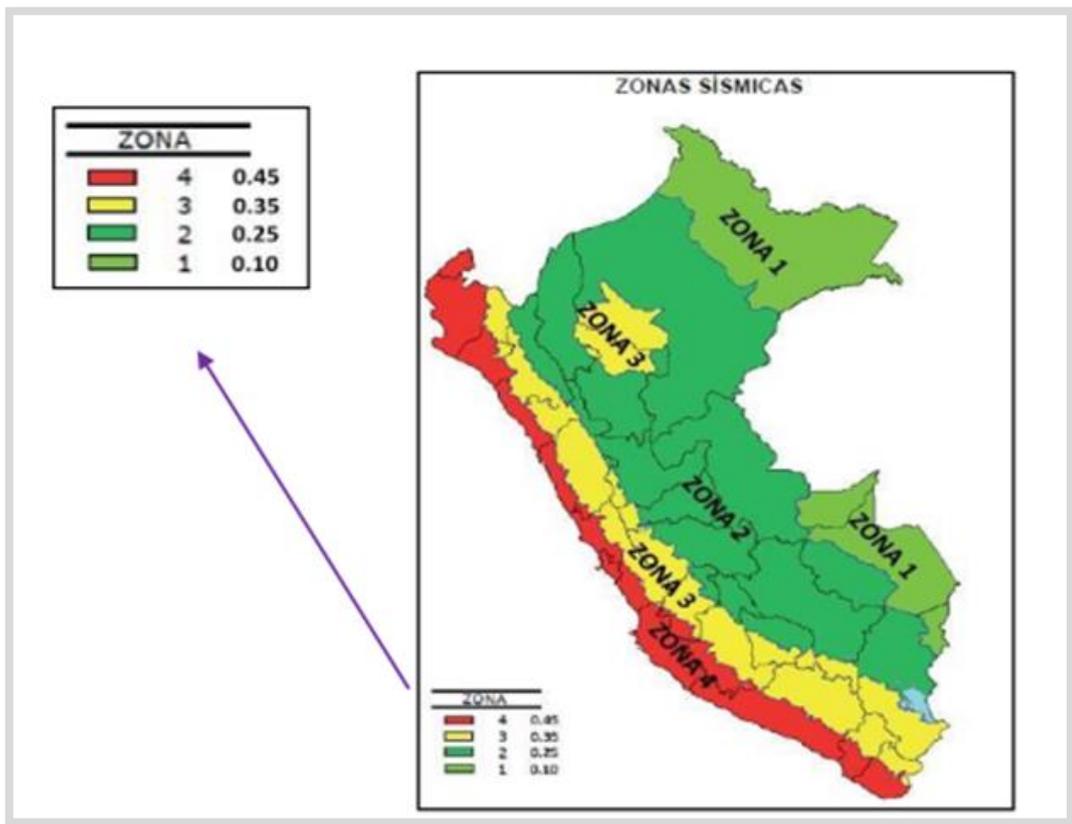
**Figura 17.** Espectro en Y-Y.

**Tabla 14.** Fuerza Sísmica serán iguales en cada bloque (X-Y)

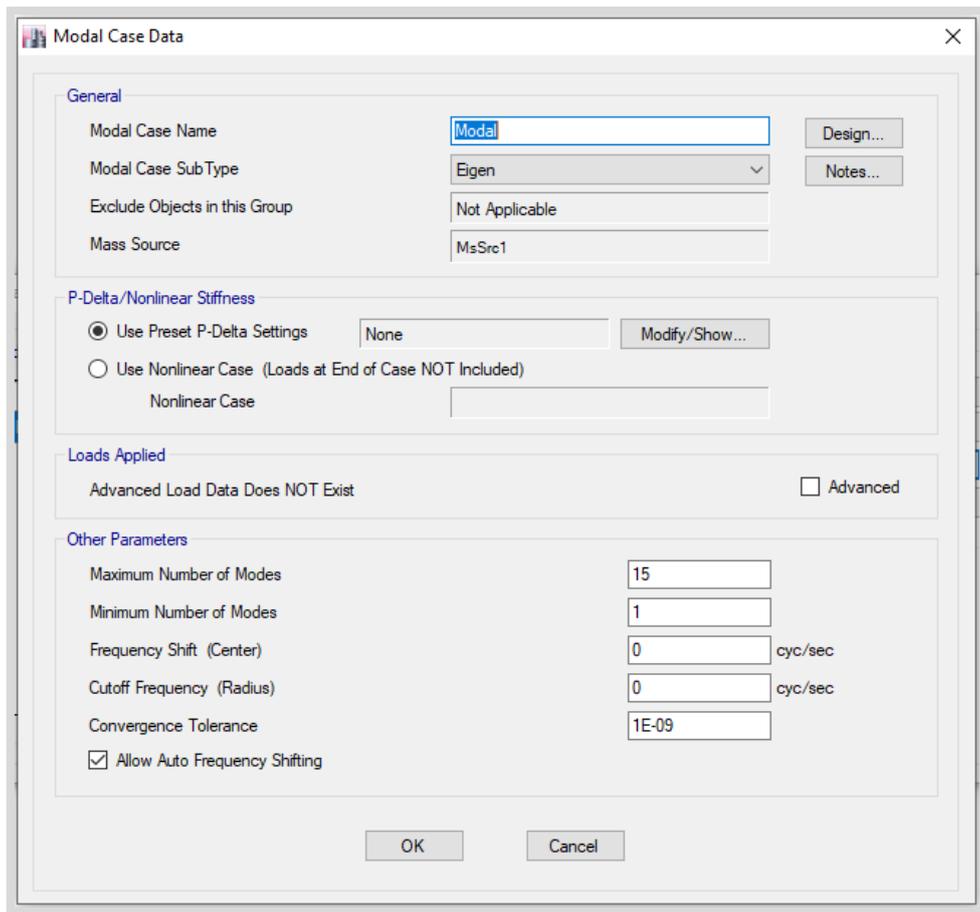
	Factor de Reducción X-X	Factor de Reducción Y-Y
Vivienda	R = 7 (sistema dual)	R = 7 (sistema dual)
Multifamiliar		

Fuente: Norma E.030.

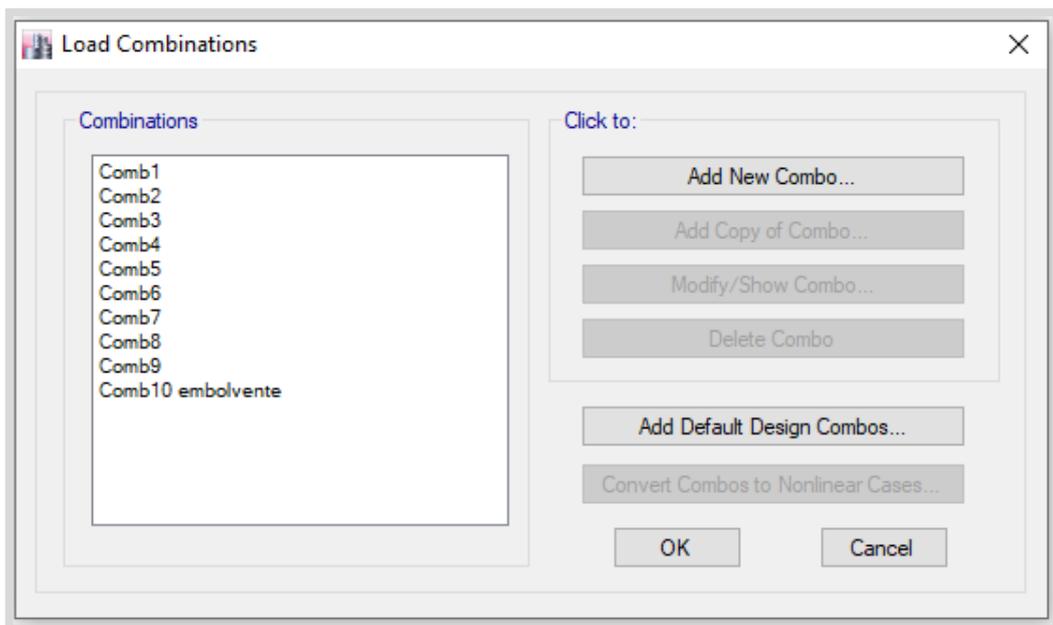
**Descripción:** Los parámetros mencionados anteriormente serán los mismos para los bloques analizados en esta memoria de cálculo.



**Figura 18.** El proyecto de estudio se ubica en la zona sísmica 4.



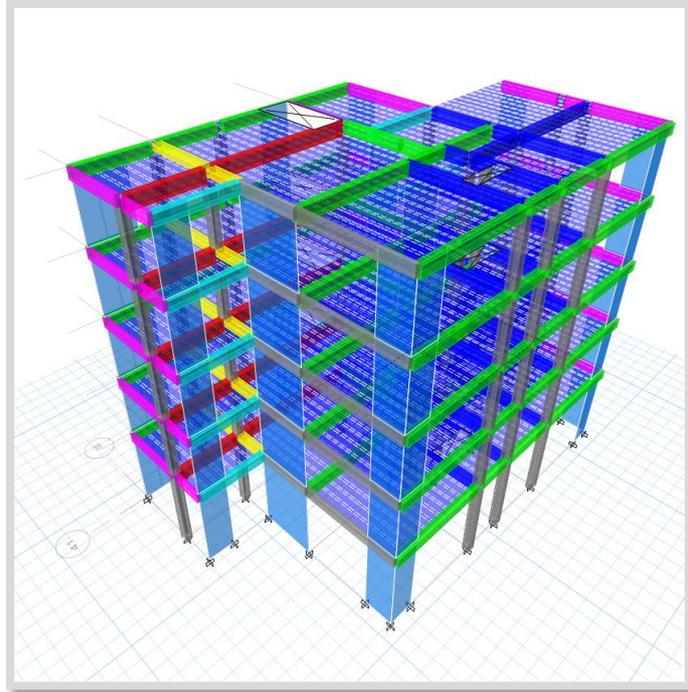
**Figura 19.** Se consideran 15 modales, ya que son 3 por cada piso.



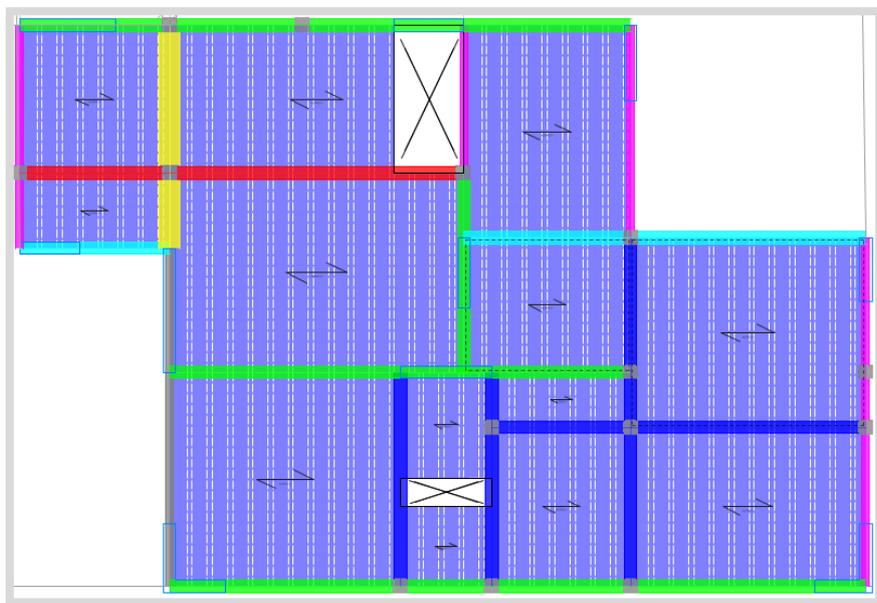
**Figura 20.** Se añaden las combinaciones de carga (Norma E.060).

**Descripción:** Se añaden las combinaciones de carga de acuerdo a la norma E.060, Art. 9.2.

### Propiedades dinámicas de la estructura



**Figura 21.** Modelo numérico de la estructura 3D.



**Figura 22.** Modelo numérico de la estructura en planta.

## Periodos y masa participativa

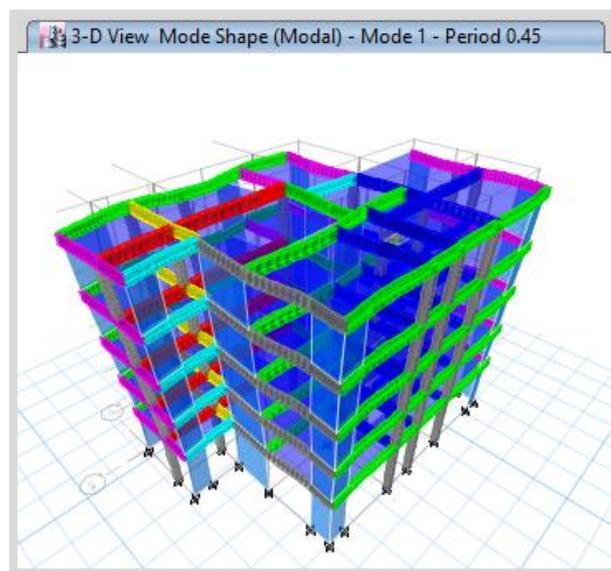
Los periodos y la masa participativa de quince modos de vibración (para estructuras con cinco niveles) se calculan mediante un análisis dinámico, y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 15.** Modos de vibración de la estructura de la vivienda multifamiliar

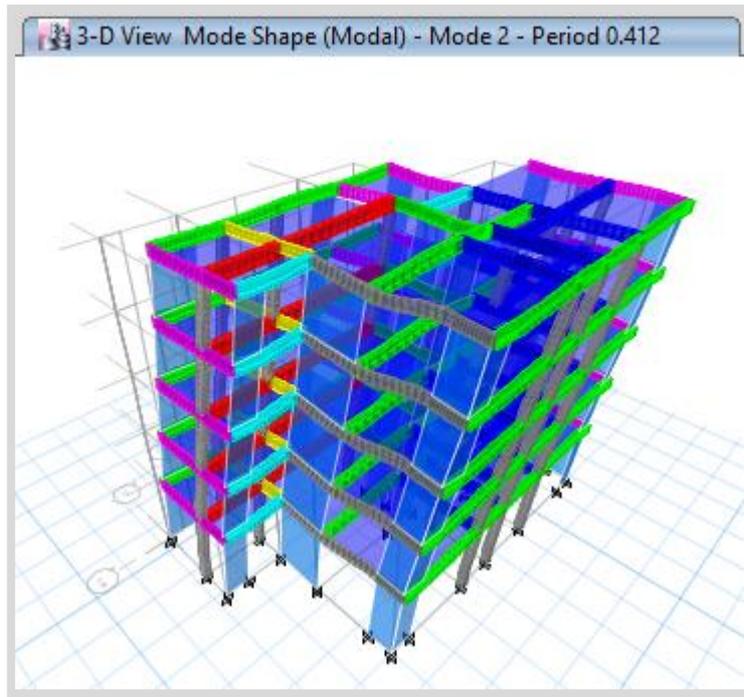
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.45	0.5339	0.2318	0	0.5339	0.2318	0	0.0967	0.209	0.0009
Modal	2	0.412	0.2404	0.5263	0	0.7743	0.7581	0	0.2094	0.0882	0.0051
Modal	3	0.368	0.0002	0.0073	0	0.7745	0.7653	0	0.0016	0.0001	0.7544
Modal	4	0.115	0.1397	0.0125	0	0.9142	0.7779	0	0.0318	0.4532	0.0001
Modal	5	0.105	0.0098	0.142	0	0.924	0.9199	0	0.4387	0.0372	0.0017
Modal	6	0.088	3.939E-05	0.0032	0	0.924	0.9231	0	0.0065	0.0001	0.1597
Modal	7	0.048	0.0481	0.0006	0	0.9721	0.9237	0	0.0016	0.124	1.323E-05
Modal	8	0.044	0.0005	0.0485	0	0.9726	0.9722	0	0.1262	0.0011	0.0009
Modal	9	0.036	1.373E-05	0.0012	0	0.9726	0.9735	0	0.0034	4.383E-05	0.0512
Modal	10	0.025	0.0205	0.0001	0	0.993	0.9735	0	0.0002	0.0653	1.965E-05
Modal	11	0.023	4.169E-05	0.0202	0	0.9931	0.9937	0	0.0642	0.0001	3.247E-05
Modal	12	0.019	2.242E-05	0	0	0.9931	0.9937	0	1.429E-06	0.0001	0.0199
Modal	13	0.016	0.0064	0.0001	0	0.9995	0.9938	0	0.0003	0.0199	7.205E-06
Modal	14	0.016	0.0003	0.0057	0	0.9998	0.9995	0	0.018	0.0008	0.0001
Modal	15	0.013	0.0002	0.0005	0	1	1	0	0.0014	0.0007	0.006

Fuente: elaboración propia.

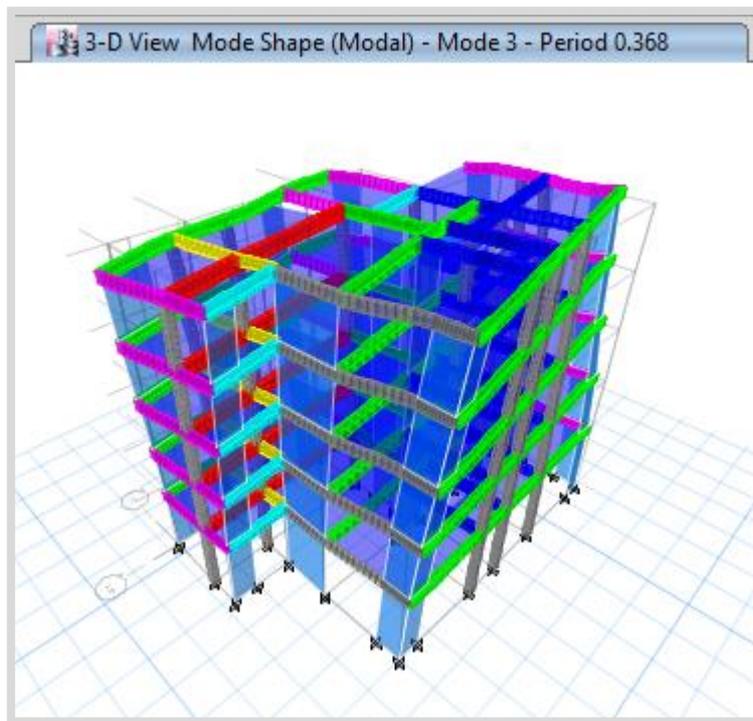
**Descripción:** La sumatoria de los quince modos de vibración supera 90% en cada dirección, esto cumple con lo que se indica en el ítem 4.61 Modos de Vibración de la Norma E.030.



**Figura 23.** Modo de vibración 1, resultado 0.45.



**Figura 24.** Modo de vibración 2, resultado 0.412.



**Figura 25.** Modo de vibración 3, resultado 0.368.

## Fuerza cortante basal

La respuesta dinámica máxima de la cortante basal se calcula aplicando el criterio de combinación cuadrática completa a todos los modos de vibración que se han calculado.

El corte dinámico debe ser mayor al 80% del corte estático para los edificios habituales o al 90% para los edificios con irregularidades, según el estándar. Esto nos da como respuesta una tabla comparativa. Como en planta y la altura presentan regularidad, se debe utilizar como mínimo un 80% del corte estático para el diseño de las estructuras.

Cortante Dinámico – CM+0.50CV

**Tabla 16.** Basal dinámico:  $V_x=93.13$  toneladas

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO 5	SISMO EN X Max	Top	0	30.2326	13.6242	373.6021	0	0
TECHO 5	SISMO EN X Max	Bottom	0	30.2326	13.6242	373.6021	38.1478	84.6513
TECHO 4	SISMO EN X Max	Top	0	55.027	26.0133	688.9758	38.1478	84.6513
TECHO 4	SISMO EN X Max	Bottom	0	55.027	26.0133	688.9758	110.8518	236.5882
TECHO 3	SISMO EN X Max	Top	0	73.231	34.9537	922.4032	110.8518	236.5882
TECHO 3	SISMO EN X Max	Bottom	0	73.231	34.9537	922.4032	208.2866	437.173
TECHO 2	SISMO EN X Max	Top	0	86.3698	40.8594	1087.8273	208.2866	437.173
TECHO 2	SISMO EN X Max	Bottom	0	86.3698	40.8594	1087.8273	321.9148	672.0798
TECHO 1	SISMO EN X Max	Top	0	93.1302	43.4103	1170.885	321.9148	672.0798
TECHO 1	SISMO EN X Max	Bottom	0	93.1302	43.4103	1170.885	485.9196	1016.7522

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 17.** Basal dinámico:  $V_y=91.86$  toneladas

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO 5	SISMO EN Y Max	Top	0	13.3168	30.2699	431.8773	0	0
TECHO 5	SISMO EN Y Max	Bottom	0	13.3168	30.2699	431.8773	84.7557	37.2869
TECHO 4	SISMO EN Y Max	Top	0	25.586	54.7516	787.8219	84.7557	37.2869
TECHO 4	SISMO EN Y Max	Bottom	0	25.586	54.7516	787.8219	235.9168	108.7787
TECHO 3	SISMO EN Y Max	Top	0	34.6022	72.5186	1049.0191	235.9168	108.7787
TECHO 3	SISMO EN Y Max	Bottom	0	34.6022	72.5186	1049.0191	434.4158	205.1641
TECHO 2	SISMO EN Y Max	Top	0	40.71	85.2702	1238.7781	434.4158	205.1641
TECHO 2	SISMO EN Y Max	Bottom	0	40.71	85.2702	1238.7781	666.0578	318.2395
TECHO 1	SISMO EN Y Max	Top	0	43.4103	91.8637	1335.9319	666.0578	318.2395
TECHO 1	SISMO EN Y Max	Bottom	0	43.4103	91.8637	1335.9319	1005.6327	482.0698

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 18. Distorsión entre pisos en el eje X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
TECHO 3	SISMO EN X Max	X	0.000939	39	5.9156	18.1827	9.4
TECHO 2	SISMO EN X Max	X	0.000877	7	12.8156	18.1827	6.6
TECHO 4	SISMO EN X Max	X	0.000872	39	5.9156	18.1827	12.2
TECHO 5	SISMO EN X Max	X	0.000765	39	5.9156	18.1827	15
TECHO 3	SISMO EN X Max	Y	0.000484	4	4.0156	13.743	9.4
TECHO 4	SISMO EN X Max	Y	0.000476	4	4.0156	13.743	12.2
TECHO 5	SISMO EN X Max	Y	0.00044	4	4.0156	13.743	15
TECHO 1	SISMO EN X Max	X	0.000437	22	13.3656	6.993	3.8
TECHO 2	SISMO EN X Max	Y	0.000428	4	4.0156	13.743	6.6
TECHO 1	SISMO EN X Max	Y	0.000202	4	4.0156	13.743	3.8

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19. Distorsión entre pisos en el eje Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
TECHO 3	SISMO EN Y Max	Y	0.000934	4	4.0156	13.743	9.4
TECHO 4	SISMO EN Y Max	Y	0.000913	4	4.0156	13.743	12.2
TECHO 5	SISMO EN Y Max	Y	0.000836	4	4.0156	13.743	15
TECHO 2	SISMO EN Y Max	Y	0.000832	4	4.0156	13.743	6.6
TECHO 3	SISMO EN Y Max	X	0.000444	39	5.9156	18.1827	9.4
TECHO 2	SISMO EN Y Max	X	0.000419	8	16.1156	18.1827	6.6
TECHO 4	SISMO EN Y Max	X	0.000414	39	5.9156	18.1827	12.2
TECHO 1	SISMO EN Y Max	Y	0.000398	4	4.0156	13.743	3.8
TECHO 5	SISMO EN Y Max	X	0.000366	39	5.9156	18.1827	15
TECHO 1	SISMO EN Y Max	X	0.000205	8	16.1156	18.1827	3.8

Fuente: elaboración propia.

**Descripción:** Para verificar la distorsión del edificio, se considera el máximo valor tanto en X (0.000939) como Y (0.000934), dichos valores se multiplican por el factor de reducción que en este caso es 7 (sistema estructural dual) y por 0.75 (Art.31 - E.030), obteniendo como resultado 0.0049, por lo que cumple con la diferencia de los desplazamientos entre pisos indicado en la norma de Diseño sismorresistente (E.030), el cual para estructuras de concreto armado debe ser menor a 0.007 en concreto armado.

**Tabla 20. Cálculo de distorsión del entrepiso**

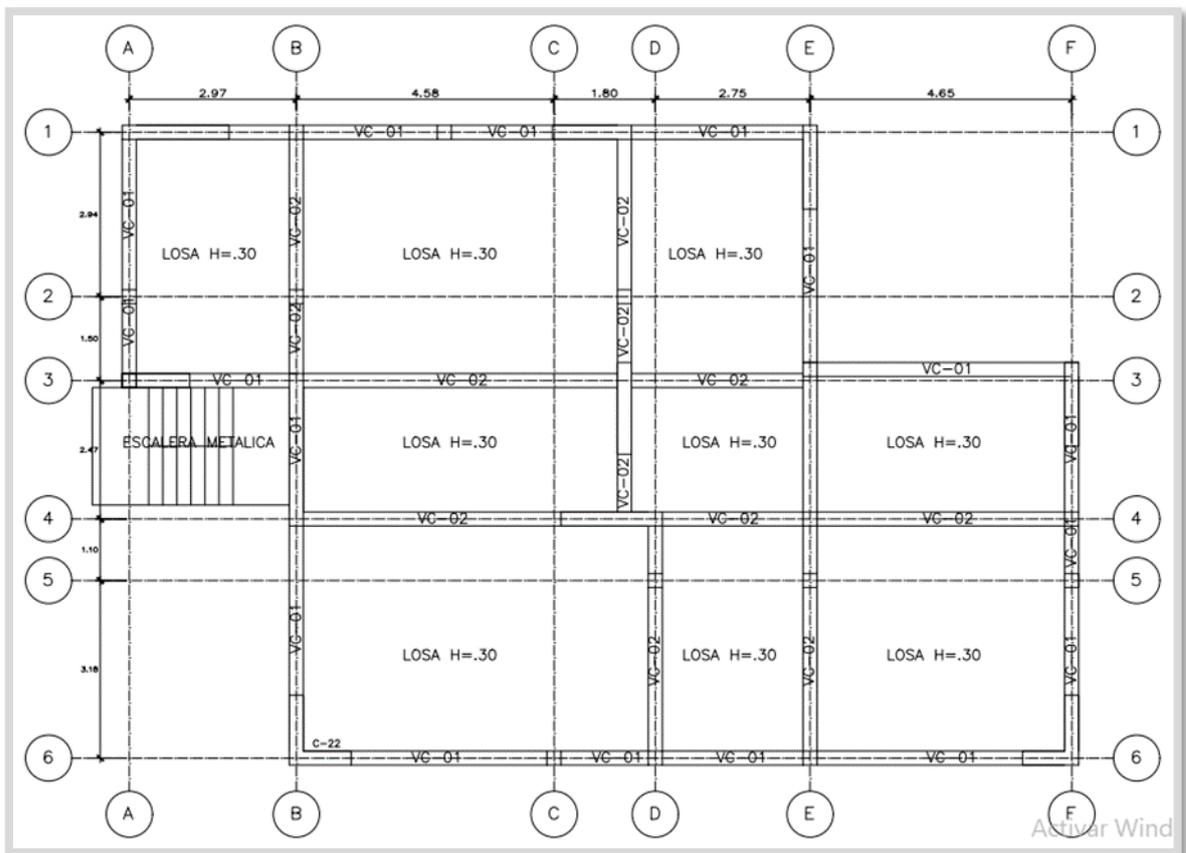
En X=	$0.000939 \times 7 \times 0.75 =$	0.00492	$\leq 0.007$
En Y=	$0.000934 \times 7 \times 0.75 =$	0.00490	$\leq 0.007$

Fuente: elaboración propia.

**Objetivo específico N°3:** Realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima.

### Diseño de las viguetas de cimentación

**Descripción:** Para el diseño de las vigas de cimentación previamente se realizó la disposición de las viguetas en los ejes donde se encuentran las columnas y placas, para así evitar la fuerza de punzonamientos que se dan cuando la columna se apoya directamente sobre la losa, la disposición de las columnas, de las viguetas se muestra en la siguiente figura:



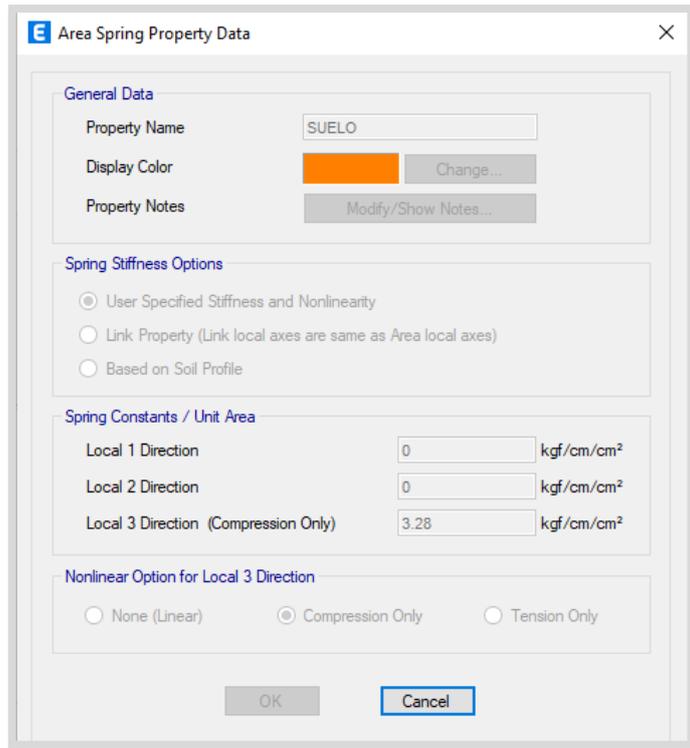
**Figura 26.** Distribución de viguetas en planta de cimentación.

Se procedió a realizar el análisis eje por eje, para determinar las fuerzas y momentos actuantes sobre las vigas, para ello se modelo toda la edificación inclusive la losa de transferencia de cargas, considerándose en ella la acción del suelo.

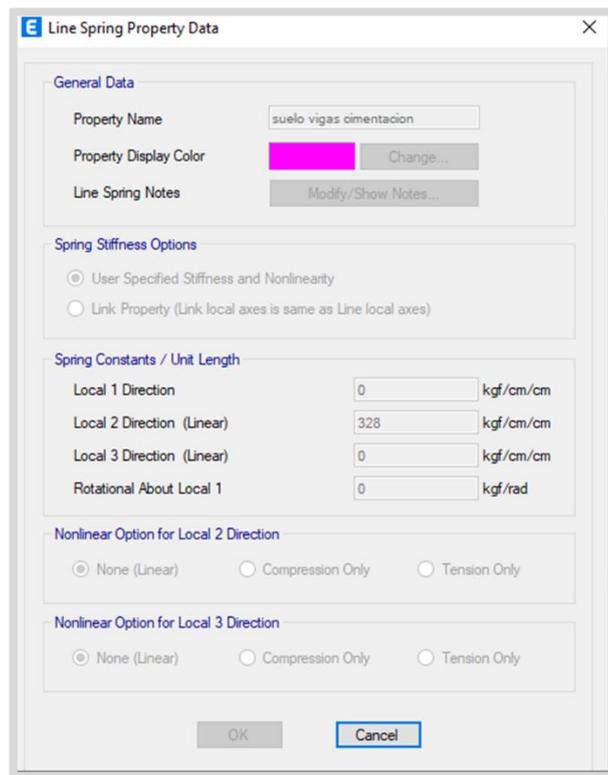
Para ello se utilizó el método de Winkler el cual consiste en simular la acción del suelo sobre la cimentación, como si fuese un lecho de resortes, de constante K, la cual es el coeficiente de balasto, que se determina considerando la capacidad admisible del terreno, y por tablas se obtiene que el valor para nuestro estudio es el de 3.28 kg/cm<sup>3</sup>, esto considerando que la capacidad admisible del terreno es de 1.6 kg/cm<sup>2</sup>.

Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

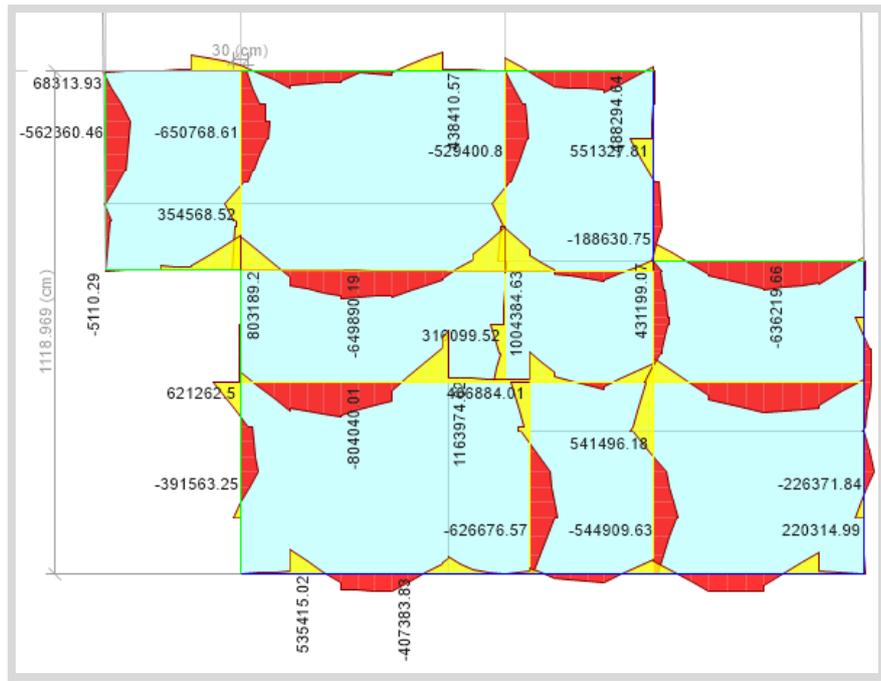
**Figura 27.** Módulos de reacción del suelo, usamos 3.28kg/cm<sup>3</sup>.



**Figura 28.** Asignación de coeficiente de balasto para losa h=30cm.



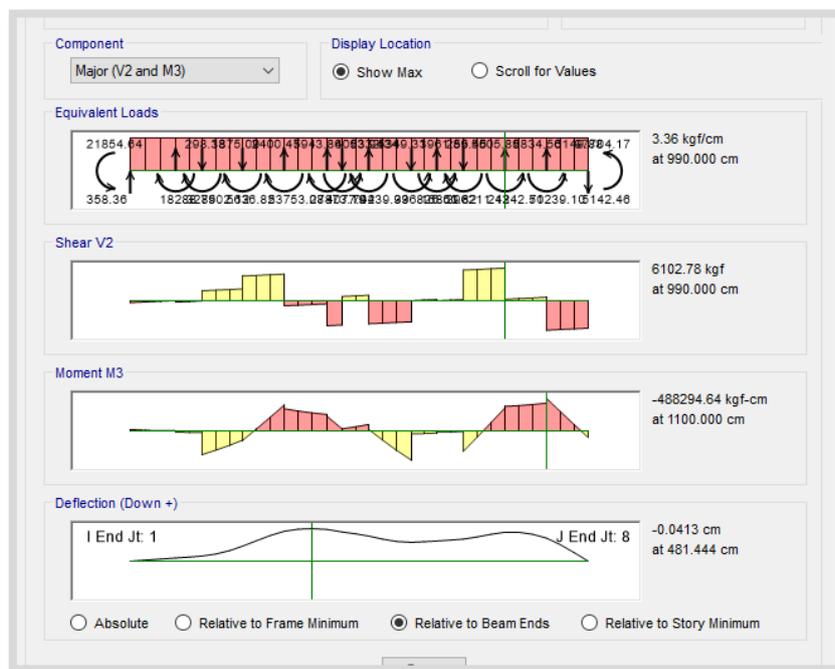
**Figura 29.** Asignación de coeficiente de balasto en viguetas.



**Figura 30.** Diagrama de momentos en viguetas.

### Diseño de las viguetas eje 1 entre ejes A y F

Se modeló la estructura correspondiente al eje 1 en el software ETABS, obteniéndose como resultados que el momento mayor actuante en esta viga corresponde a 488,294.64 kgf.cm, y una fuerza cortante máxima de 6.1 toneladas.



**Figura 31.** Diagrama de momentos y cortante en el eje 1.

## Diseño por cortante vigueta eje 1

$f'c$ : resistencia del concreto a compresión

b: ancho de viga

d: peralte efectivo

Los datos tomados para nuestros cálculos corresponden a:

$b=30\text{cm}$ ,  $d=57\text{cm}$ ,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Determinamos la cortante máxima admisible:

$$V_{\max} = 5/6 \times b \times d \times \sqrt{f'c}$$

$$V_{\max} = 5/6 \times 30 \times 57 \times \sqrt{210}$$

$$V_{\max} = 18.9 \text{ ton}$$

Comparando con el valor máximo de la cortante según el modelamiento en ETABS:

$Ú_{\text{tíma}} = 6.10 \text{ ton} < 18.9 \text{ ton}$ , por lo que se procede con el cálculo.

Analizamos los tramos que no requieren estribos, para ello calculamos el valor de la cortante máximo sin refuerzo de estribo:

$$V = 0.5 \Phi V_c = (0.5) (0.85) (b)(d) (\sqrt{210})$$

$V = 1.79 \text{ ton}$ , este resultado nos indica que en los tramos que la cortante este debajo de este valor, no requiere de estribos.

## Determinación de espaciamiento en estribos eje 1

$$S = S_{\max} = d/2 = 57/2 = 28.5 \text{ cm}$$

Utilizamos este valor para determinar la cuantía de acero en viga:

Mayor de  $A_{s1}$  y  $A_{s2}$ :

$$A_{s1} = (.062)(b)(s)(\sqrt{210})/f_y$$

$$A_{s2} = (.35)(b)(s)/f_y$$

$$A_{s1} = (.62)(30)(28.5)(\sqrt{210})/4200$$

$$A_{s1} = 0.1829 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = (.35)(30)(s)/4200$$

$$As2=0.7125\text{cm}^2$$

Consideramos el valor mayor, esto es  $As=0.7125\text{cm}^2$ , fierro de 3/8" a un espaciamiento de 25cm.

### Diseño de acero longitudinal eje 1

De los diagramas de momentos obtenidos, podemos observar que el momento más desfavorable en esta viga es de 488,294.64 kgf.cm, con lo cual procedemos al diseño por flexión para determinar la cuantía requerida en este elemento de acuerdo a las fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{(f_i * F'y * (d - 0.5a))}$$

$$a = \frac{As * Fy}{(.85 * (F'c * b))}$$

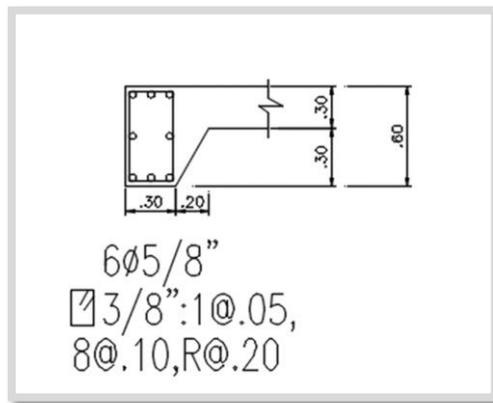
Las cuales tienen que ser interactuadas para llegar a un equilibrio entre la fuerza de flexión del acero y compresión del concreto en la viga, esta interacción se realice mediante una plantilla realizada en Excel, de elaboración propia donde se ingresan los datos obtenidos de ETABS (momento), y las dimensiones de la viga, se adjunta captura del cálculo de área de acero con plantilla:

**Tabla 21.** Cálculo de cuantía de acero longitudinal en la vigueta VC-01

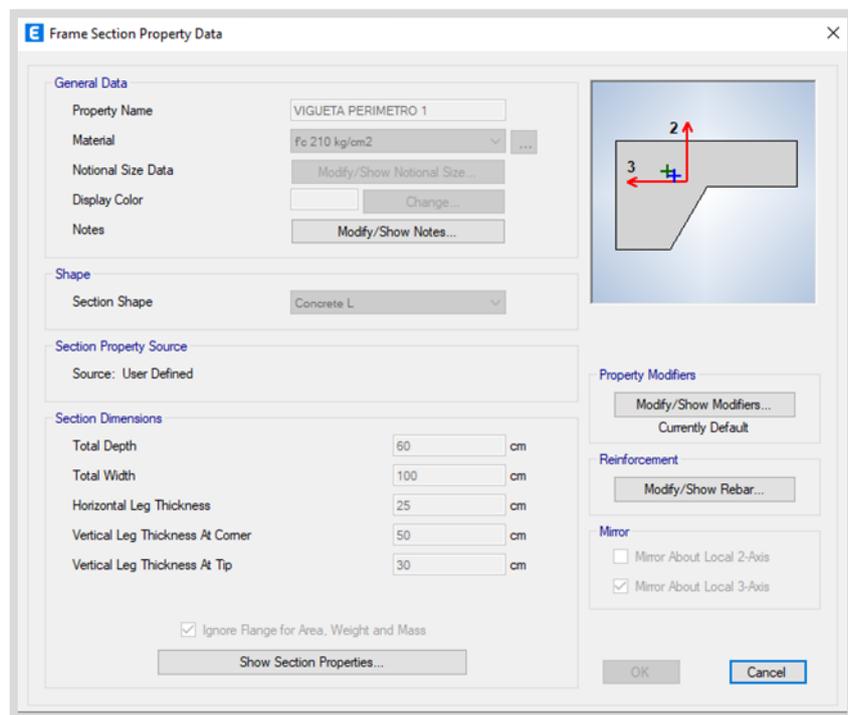
AREA DE ACERO EN VIGAS EN FLEXION		RECUBRIMIENTO:		4 CM	
$As = \frac{Mu}{(f_i * F'y * (d - 0.5a))}$		$a = \frac{As * Fy}{(.85 * (F'c * b))}$			
DATOS		AREAS (CM2)			
Mu(KG.CM)=	488294.64	As=	2.563065004	a=	2.01024706
f <sub>i</sub> =	0.9	As=	2.348918381	a=	1.84228893
F'y=	4200	As=	2.345336971	a=	1.83947998
F'c=	210	As=	2.345277168	a=	1.83943307
d=	56	As=	2.345276169	a=	1.83943229
a=	11.2	As=	2.345276152	a=	1.83943228
b=	30	As=	2.345276152	a=	1.83943228
h=	60	As=	2.345276152	a=	1.83943228
LUZ=	3.5				

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que luego de ingresar los valores obtenidos en el modelamiento en ETABS, así como los valores de dimensionamientos de la viga, y luego de realizada las iteraciones para determinar el área del acero correspondiente, el valor obtenido es de 2.3452cm<sup>2</sup> de área de acero, esto correspondería a 2 varillas de hierro de ½” de refuerzo en flexión, por cuantía mínima, dadas las dimensiones de la sección de la viga, sería insuficiente, ya que se solicitaría que el área de acero oscile entre el 0.8% y 1% de área de la sección, y esto sería de 14.4cm<sup>2</sup>, 8 varillas de 5/8”.



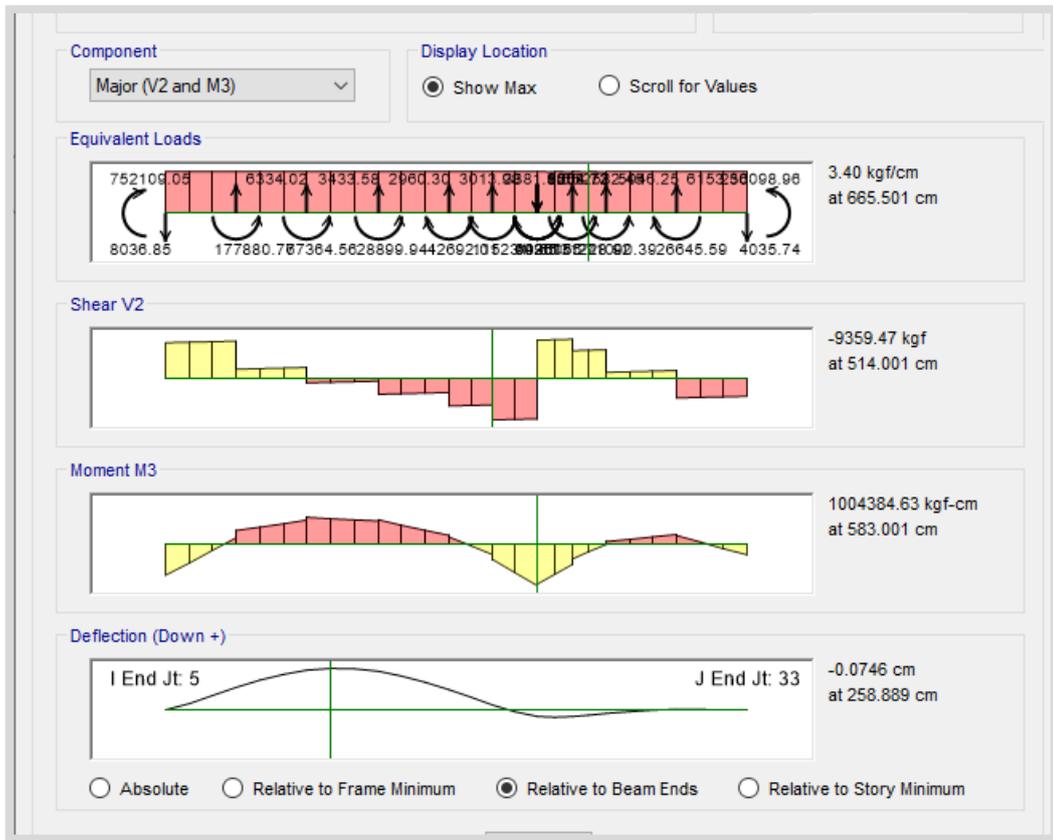
**Figura 32.** Sección de la viga en el eje 1.



**Figura 33.** Sección de la viga en el eje 1 en ETABS.

## Diseño de las viguetas eje 3 entre ejes B y E

Se modelo la estructura correspondiente al eje 3, entre ejes B y E en el software ETABS, es una viga central, obteniéndose como resultados que el momento mayor actuante en esta viga corresponde a 1,004,384.63 kgf.cm, y una fuerza cortante máxima de 9.36 ton.



**Figura 34.** Diagrama de momentos y cortantes en el eje 3.

### Diseño por cortante vigueta eje 3

Determinada ya la cortante máxima en el caso anterior, dado que las dimensiones son las mismas y la resistencia del concreto también, tenemos:

$$V_{\max} = 18.9 \text{ ton}$$

Además del resultado obtenido del programa ETABS, la cortante ultima seria:

$$V_{\text{ultima}} = 9.36 \text{ Ton} < 18.9 \text{ Ton}, \text{ es ok, se procede al cálculo.}$$

### Determinación de espaciamiento en estribos eje 3

Al igual que en el cálculo de la viga anterior, los valores del dimensionamiento de la viga son los mismos, por lo tanto, el espaciamiento sería de 28.5cm, con acero de fierro de 3/8", tomamos por criterio estribos de fierro de 3/8" a .25m.

### Diseño de acero longitudinal viga central eje 3

De los diagramas de momentos obtenidos, podemos observar que el momento más desfavorable en esta viga es de 1004384.63 kgf.cm, con lo cual procedemos al diseño por flexión para determinar la cuantía requerida en este elemento de acuerdo a las fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{(f_i * F'y * (d - 0.5a))} \quad , \quad a = \frac{As * F_y}{(.85 * (F'c * b))}$$

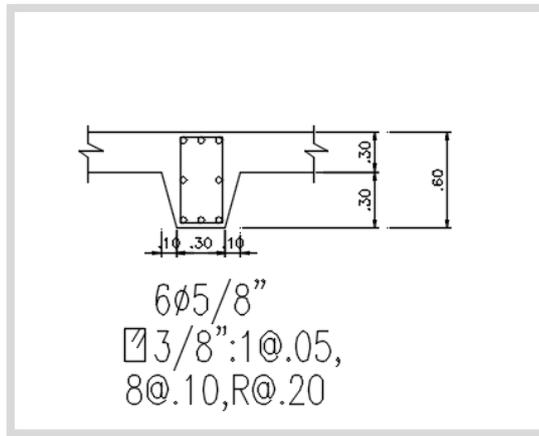
Similar al diseño anterior, se procedió a realizar las iteraciones correspondientes para determinar la cuantía en cm<sup>2</sup> de acero en flexión, se ingresó el momento obtenido del ETABS, así como las dimensiones propuestas de las vigas, se visualiza a continuación:

**Tabla 22.** Cálculo de cuantía de acero longitudinal en la vigueta VC-02

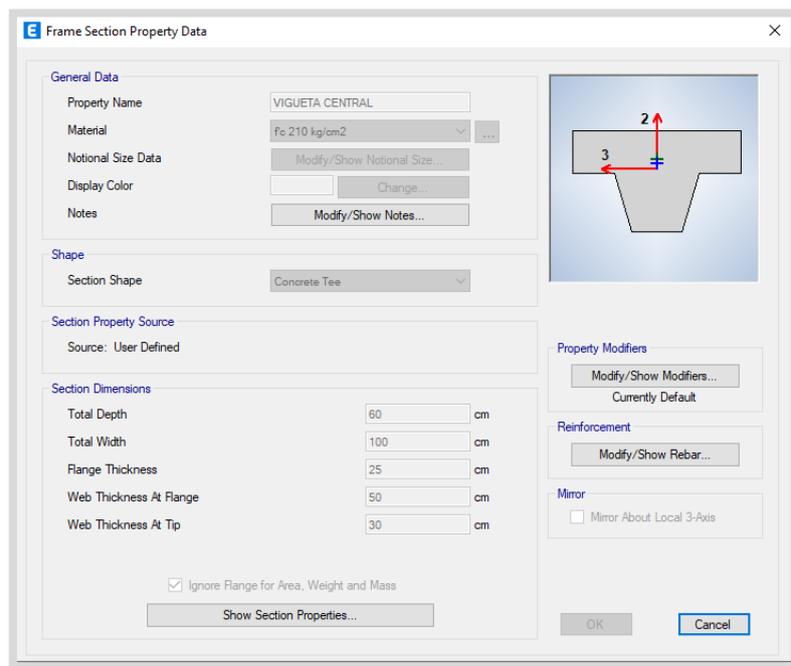
AREA DE ACERO EN VIGAS EN FLEXION		RECUBRIMIENTO:	
		4 CM	
$As = \frac{Mu}{(f_i * F'y * (d - 0.5a))}$		$a = \frac{As * F_y}{(.85 * (F'c * b))}$	
DATOS		AREAS (CM2)	
Mu(KG.CM)=	1004384.63	As=	5.58214747
fi=	0.85	As=	5.228310891
F'y=	4200	As=	5.214863592
F'c=	210	As=	5.214353902
d=	56	As=	5.214334585
a=	11.2	As=	5.214333853
b=	30	As=	5.214333825
h=	60	As=	5.214333824
LUZ=	3.5		

Fuente: elaboración propia.

El área obtenida es de 5.21cm<sup>2</sup>, correspondería a 2.6 varillas de fierro de 5/8", tomaremos 3 fierros de 5/8", por cuantía mínima corresponde entre 0.8% y 1% del área de sección, esto es 14.4cm<sup>2</sup>, entonces tomamos 8 fierros de 5/8", 3 abajo para flexión, 3 arriba en compresión, y 2 al centro, por cuantía mínima.



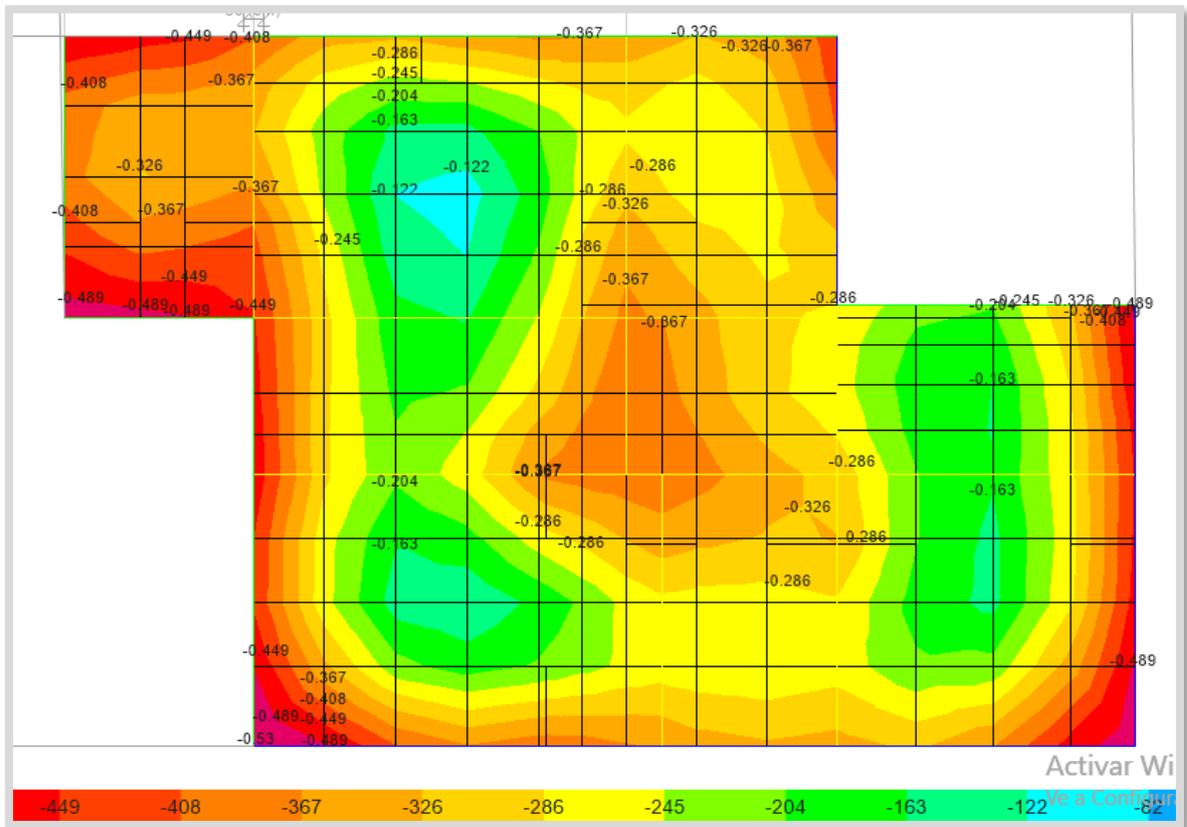
**Figura 35.** Sección de la viga del eje 3.



**Figura 36.** Sección de la viga en el eje 3 en ETABS.

## Diagrama de presiones en la losa de transmisión de cargas

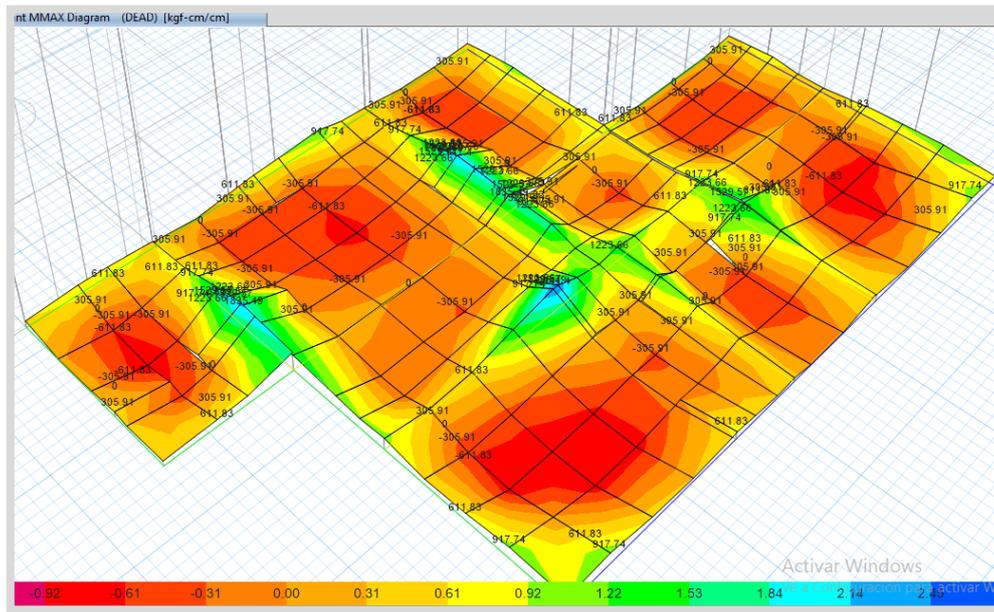
Para determinar los esfuerzos actuantes de las cargas sobre la losa de transmisión con viguetas, se obtuvo el diagrama de presiones, indicando los esfuerzos más representativos sobre la losa, los cuales son menores, todos ellos a  $1\text{kgf/cm}^2$ , lo cual es un indicador que no hay problemas de punzonamiento en la losa.



**Figura 37.** Diagrama de esfuerzos sobre la losa.

## Diseño de acero en losa $h=.30$

Mediante el diagrama de momentos actuantes en la losa, determinamos en que paño se producen los momentos más desfavorables, podemos observar que este se encuentra en el paño comprendido entre los ejes 4 y 6 entre B y C, cuyo valor es de 854820 kgf-cm.



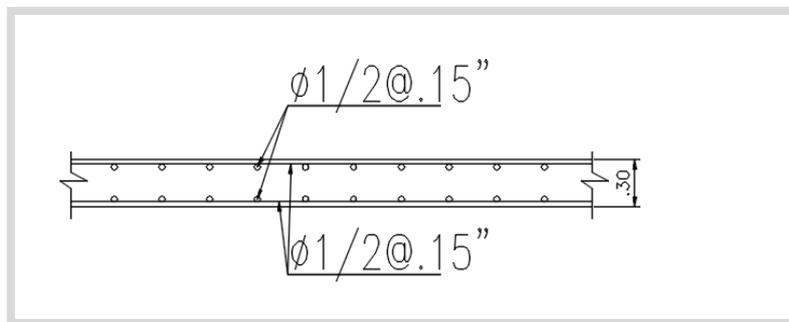
**Figura 38.** Diagrama 3D de momentos máximos y mínimos sobre la losa.

Procedemos a analizar una sección de losa de 1.00 m de ancho por un peralte de 0.30m, para determinar el acero para el momento hallado, esto lo analizamos en la plantilla de Excel y obtenemos que al área de acero es de 9.63cm<sup>2</sup>, esto corresponde a 8 varillas de acero de 1/2", y con espaciamiento de 0.15 m en ambos sentidos.

**Tabla 23.** Cálculo de cuantía de acero en flexión de losa h=0.30

AREA DE ACERO EN VIGAS EN FLEXION		RECUBRIMIENTO: 4 CM	
$As = \frac{Mu}{(f_i * F'y * (d - 0.5a))}$		$a = \frac{As * Fy}{(.85 * (F'c * b))}$	
DATOS		AREAS (CM2)	
Mu(KG.CM)=	854820	As=	10.23270847
f <sub>i</sub> =	0.85	As=	9.656553915
F'y=	4200	As=	9.630228673
F'c=	210	As=	9.629029267
d=	26	As=	9.628974628
a=	5.2	As=	9.628972139
b=	100	As=	9.628972026
h=	30	As=	9.62897202
LUZ=	3.5	As=	9.62897202

Fuente: elaboración propia.



**Figura 39.** Detalle de losa de transferencia de cargas.

### Metrado de losa de transmisión de cargas

Se realizó el metrado correspondiente a la losa de transmisión, para determinar la cantidad de concreto, y determinar la diferencia con un diseño convencional en losa continua de h=50cm.

Según el cuadro de metrado adjunto, podemos visualizar que la losa de transferencia de nuestro diseño, reforzado en los ejes donde se encuentran las columnas, requiere de 57.74m<sup>3</sup> de concreto.

**Tabla 24.** *Metrado comparativo de concreto de losa de transferencia de cargas con viguetas y sin viguetas*

CONCRETO EN LOSA DE TRANSMICION CON VIGUETAS						
DESCRIPCION	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	AREA	VOLUMEN (M3)
VIGA VC-01-EJE 1	m3	12.35	0.3	0.6	1	2.223
VIGA VC-01-EJE 1	m3	7.62	0.3	0.6	1	1.3716
VIGA VC-01-EJE 1	m3	14.03	0.3	0.6	1	2.5254
VIGA VC-01-EJE A	m3	4.19	0.3	0.6	1	0.7542
VIGA VC-01-EJE B	m3	10.94	0.3	0.6	1	1.9692
VIGA VC-01-EJE E	m3	3.99	0.3	0.6	1	0.7182
VIGA VC-01-EJE F	m3	6.7	0.3	0.6	1	1.206
VIGA VC-02-EJE 3	m3	9.38	0.3	0.6	1	1.6884
VIGA VC-02-EJE 4	m3	13.53	0.3	0.6	1	2.4354
VIGA VC-02-EJE B	m3	4.19	0.3	0.6	1	0.7542
VIGA VC-02-EJE D	m3	10.68	0.3	0.6	1	1.9224
VIGA VC-02-EJEE	m3	6.7	0.3	0.6	1	1.206
LOSA H=.25	m3			0.3	129.88	38.964
					<b>VOL(m3)</b>	<b>57.738</b>
CONCRETO EN LOSA H=.50m SIN VIGUETAS						
LOSA H=.50				0.5	129.88	64.94
					<b>vol(m3)</b>	<b>64.94</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 25.** *Cuadro resumen del tipo de cimentación*

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES
LOSA DE TRANSFERENCIA DE CARGAS	Altura de H=0.30 m
VIGUETA VC-01	Secciones de 0.30x0.60 m
VIGUETA VC-02	Secciones de 0.30x0.60 m

Fuente: elaboración propia.

En el ANEXO N° 04 se adjunta el plano de cimentación.

## V. DISCUSIÓN

Referente al objetivo general, se logró desarrollar el diseño de la losa de transferencia de cargas con viguetas para la estabilidad estructural de un edificio multifamiliar sobre suelo arenoso ubicado en la calle las Rocas, lote 13, San Bartolo – Lima, el cual demostró que el cálculo de losa de transferencia de cargas dio como resultado una altura  $h=0.30$  m en paños libres (sin apoyos de columnas) y la dimensión de las viguetas un peralte de 0.60 m con un ancho de acuerdo a la columna (0.30m), el diseño se verificó en el software ETABS que la cimentación cumple en otorgar estabilidad estructural del edificio multifamiliar de 5 pisos propuesto. Estos hallazgos guardan relación con lo hallado por Carhuapoma y Zapata (2019), donde obtuvieron como resultado el diseño de la de cimentación con capiteles de espesor 0.35m, para el reforzamiento utilizó  $\emptyset 5/8" @ 0.15m$  tanto para la malla superior como para la malla inferior y en los capiteles de profundidad 0.70m utilizó  $\emptyset 5/8" @ 0.20m$  en cada sentido.

Con respecto al primer objetivo específico, realizar el estudio geotécnico para determinar los parámetros de resistencia, evaluar las características y la capacidad portante del suelo, los resultados obtenidos de las características de suelo son una arena pobremente graduada con limo (SP) según clasificación SUCS, con una capacidad admisible del suelo de  $1.6 \text{ kg/cm}^2$ , según lo indicado en el estudio de mecánicas de suelos. Datos que al ser comparados con Chalco y Olivos (2019), referente al estudio de suelos para el diseño de cimentaciones en suelo arenoso, tuvo como resultado un suelo de características granulares mal graduado, con una resistencia portante del suelo de  $1.67 \text{ kg/cm}^2$ , con presencia de minerales o sales (no perjudicial), para lo cual proponen el diseño de una cimentación considerando zapatas las cuales van conectadas con viguetas de cimentación, además de cimiento corrido y losa de cimentación; del mismo modo que, Lías y Pascual (2020), como resultados obtuvieron las siguientes características: suelo arenoso (S-P) y limoso (S-M), y una capacidad de carga de  $1.95 \text{ kg/cm}^2$ , considerando la resistencia de suelo evaluaron utilizar el sistema estructural que incluye placas, losas, columnas y las viguetas, además diseñaron una platea de cimentación de 0.80 m. con el software SAFE.

Con respecto al segundo objetivo específico, determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo – Lima, en referencia a los resultados obtenidos del cálculo de las cargas actuantes sobre la losa de transferencia, se ha considerado un pre dimensionamiento de la estructura el cual nos ha permitido calcular las cargas actuantes, sean cargas muertas, vivas, de sismo y el peso propio de los elementos estructurales es considerado por el programa ETABS, estos resultados guardan relación con lo realizado por Padilla (2019), cuyo objetivo era realizar el diseño estructural de una platea de cimentación para una vivienda, para lo cual realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales y para el análisis de cargas de gravedad realizó mediante el metrado de cargas según el peso unitario establecido en la Norma E.020.

Con respecto al tercer objetivo específico, realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo – Lima, se realizó el diseño estructural de la losa de transferencia de cargas con viguetas utilizando el programa ETABS, en las cuales se ha calculado las dimensiones requeridas de las viguetas, así como la cuantía en acero, estas viguetas se encuentran en los ejes donde están las columnas, y en la zona perimetral. En las zonas que no se encuentran columnas se considera losa de menor espesor, ya que no reciben cargas significativas. El cálculo de la losa de transferencia de cargas dio como resultado una altura  $h=0.30$  m en paños libres (sin apoyos de columnas) de doble malla con acero de refuerzo  $\emptyset 1/2'' @ 0.15$  m y la dimensión de las viguetas un peralte de 0.60 m con un ancho de acuerdo a la columna (0.30m) con acero de refuerzo  $6\emptyset 5/8''$  con estribos de  $\emptyset 3/8''$ , el diseño se verificó en el software ETABS que la cimentación cumple en otorgar estabilidad estructural del edificio multifamiliar de 5 pisos propuesto. Estos hallazgos guardan relación con lo hallado por Carhuapoma y Zapata (2019), donde obtuvieron como resultado el diseño de la de cimentación con capiteles de espesor 0.35m, para el reforzamiento utilizó  $\emptyset 5/8'' @ 0.15$  m tanto para la malla superior como para la malla inferior y en los capiteles de profundidad 0.70m utilizó  $\emptyset 5/8'' @ 0.20$  m en cada sentido.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para el objetivo general, se logró desarrollar el diseño de la losa de transferencia de cargas con viguetas para la estabilidad estructural de un edificio multifamiliar sobre suelo arenoso ubicado en la calle las Rocas, lote 13, San Bartolo – Lima, el cual demostró que el cálculo de losa de transferencia de cargas dio como resultado una altura  $h=0.30$  m en paños libres (sin apoyos de columnas) y la dimensión de las viguetas un peralte de 0.60 m con un ancho de acuerdo a la columna (0.30m), el diseño se verificó en el software ETABS que la cimentación cumple en otorgar estabilidad estructural del edificio multifamiliar de 5 pisos propuesto.
2. Para el primer objetivo específico, se logró determinar las características del suelo son una arena pobremente graduada con limo (SP) según clasificación SUCS, con una capacidad admisible del suelo de 1.6 kg/cm<sup>2</sup>, con una profundidad de desplante de 1.50 m., según lo indicado en el estudio de mecánicas de suelos.
3. Para el segundo objetivo específico, se logró determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, el cálculo de las cargas actuantes sobre la losa de transferencia, se ha considerado un pre dimensionamiento de la estructura el cual nos ha permitido calcular las cargas actuantes, sean cargas muertas, vivas, de sismo y el peso propio de los elementos estructurales es considerado por el programa ETABS.
4. Para el tercer objetivo específico, se logró realizar el diseño de la losa de transferencia de cargas la cual dio como resultado una altura  $h=0.30$  m en paños libres (sin apoyos de columnas) y la dimensión de las viguetas un peralte de 0.60 m con un ancho de acuerdo a la columna (0.30m), el diseño se verificó en el software ETABS que la cimentación cumple en otorgar estabilidad estructural del edificio multifamiliar de 5 pisos propuesto.

5. Al tener un diseño específico de acuerdo a las cargas actuantes sobre la losa de transmisión, la sección de losa será reforzada en los ejes que se requiere, y la sección en los paños libres podrá ser reducida, sin perjudicar el comportamiento de la estructura, esto significará un ahorro en concreto para la construcción de la losa.
  
6. La losa de transferencia de cargas permite un ahorro en el acero estructural, ya que las zonas libres de cargas requerirán menor cuantía. Con el diseño propuesto, utilizaremos 57.74m<sup>3</sup> de concreto en la losa de transferencia de cargas, en lugar de 64.94m<sup>3</sup> de la forma comúnmente planteada (losa de cimentación con altura de 0.50m), esto representa un ahorro de 12 % de concreto armado.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para nuevos trabajos de investigación realizar una evaluación de las cimentaciones en viviendas multifamiliares ya existentes para verificar la interacción entre el suelo y la estructura teniendo como referencia el presente trabajo de investigación.
2. Se recomienda para nuevos trabajos de investigación realizar una evaluación de diseño de cimentaciones con micropilotes o también con pilas de agregado compacto para mejorar la capacidad portante del suelo.
3. Se recomienda que para futuras edificaciones sobre suelos arenosos se realicen diseños arquitectónicos que permitan considerar vigas de conexión en la cimentación, para un mejor comportamiento y así disminuir el espesor de la losa donde no haya cargas que puedan ocasionar punzonamiento.
4. Se recomienda mejorar el terreno con afirmado previo a la cimentación de la losa de transferencia de cargas con viguetas, además se sugiere realizar un sobrecimiento corrido en zona perimetral de la cimentación.
5. Se recomienda emplear columnas de amarre para los muros de tabiquería, así como también contar con un asesoramiento técnico por parte de un profesional ya sea ingeniero o arquitecto.
6. Se recomienda a la Municipalidad de San Bartolo promover la concientización y el cumplimiento, de contar con un estudio de suelo previo a la construcción de viviendas, además de informar a la comunidad para que tengan conocimiento del tipo de suelo en el que han construido o construirán sus edificaciones.

## REFERENCIAS

ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 1ra ed. Arequipa: Enfoques Consulting, 2021. 124 pp.

ISBN: 978-612-48444-2-3

ALVA, Jorge. Diseño de cimentaciones. 1ra ed. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), 2014. 305 pp.

ISBN-13: 978-612-46835-8-9

BLANCO, Antonio. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil, 2007. 302 pp.

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4ra ed. México: Cengage Learning, 2018. 633 pp.

ISBN: 978-607-519-372-4

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa cualitativa y mixta. 1ra ed. México: Mc Graw Hill, 2018. 711 pp.

ISBN 978-1-4562-6096-5

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de Concreto Armado. 5ta ed. Lima: Alfaomega U.C. del Perú, 2019. 966 pp.

ISBN: 9789587785234

MORALES, Roberto. Diseño en Concreto Armado. Lima: Instituto de la Construcción y la Gerencia – Fondo Editorial ICG, 2006. 318 pp.

RODRÍGUEZ, William. Ingeniería geotécnica. Lambayeque: Universidad Pedro Ruiz Gallo, 2016. 187 pp.

ORTEGA, Juan. Diseño de estructuras de concreto armado. 1ra ed. Lima: Empresa Editora Macro EIRL, 2015. 230 pp.

ISBN: 978-612-304-252-3

OVIEDO, Ricardo. Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado. 1ra ed. Lima: Servicios gráficos DAKYNA, 2016. 166 pp.

ISBN: 978-612-47169-1-1

MIRANDA, Lesly. Calculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad los Andes, 2020, 120 pp.

SULCA, María. Diseño de una platea de cimentación con mejoramiento de suelo para tanque metálico vertical de almacenamiento de hidrocarburo líquido - Aeropuerto. Tesis (Ingeniero Civil). Pucallpa: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2021. 105 pp.

VARGAS, Carlos y VARGAS Roger. Propuesta de diseño de cimentación para la estabilidad estructural de viviendas unifamiliares sobre suelos arenosos en el AA. HH La Molina. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 106 pp.

COPARA, Sandra. Propuesta de cimentación para edificación de alta densidad, con menor consolidación de suelo en el APV INADE C.P. Tesis (Ingeniero Civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2019. 101 pp.

CARHUAPOMA, Segundo y ZAPATA, Gustavo. Diseño sismorresistente de una edificación de cuatro pisos destinada a departamentos en el AA. HH. 18 de mayo. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 152 pp.

CHALCO, Percy y OLIVOS, Claudia. Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio Oasis. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2019. 151 pp.

CUBAS, Néstor y RODRÍGUEZ, Jorge. Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 221 pp.

ESCRIBA, Jesús. Cimentaciones superficiales apoyadas en suelos arenosos con aplicación en el asentamiento humano Cocalla-Lomo de Corvina. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. 120 pp.

LÍAS, Nieves y PASCUAL, Dennis. Diseño Estructural de una Edificación Multifamiliar de 10 niveles en la Urbanización Las Flores de San Isidro. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 254 pp.

PADILLA, Víctor. Diseño Estructural de una Platea de Cimentación para mejorar la capacidad portante de un terreno para un edificio en Santa Margarita. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 150 pp.

ROA, Renzo y VIDAL, Oscar. Evaluación técnico-económica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso: edificio marañón de Huamachuco. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 112 pp.

Espinoza, Oscar y Pérez, Iván. Análisis comparativo técnico-económico para 2 tipos de cimentaciones de una edificación de concreto armado de 6 pisos. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 150 pp.

VARGAS, Sussan y YBAÑEZ, Margiori. Diseño de una vivienda multifamiliar de 3 niveles en suelo arenoso en el Sector Alto Trujillo. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 120 pp.

VILLANUEVA, Hilder. Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 110 pp.

MUÑOZ, Sócrates. Correlación en costos de un diseño de una cimentación superficial rígida y flexible considerando la consolidación unidimensional.

[Fecha de consulta:20 de mayo de 2022]

Disponible en <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/EPT/article/view/1310>.

IBÁÑEZ, Luis. Analysis of the influence of the foundation depth on the reduction of settlements in piled raft foundations. *Obras y Proyectos*, 2017. 22, 42-49 pp.

VILLARREAL, Genner, CERNA, Marco y ESPINOZA, Cesar. Seismic interaction of soil-structure in buildings with limited ductility walls on foundation plates. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 2021. 3-4 pp.

NUÑEZ, José. Comparative analysis of buildings with armed concrete structural systems: "Duales versus Diagrid". *Revista UPT - Veritas et Scientia*, 2019. 970 – 979.

Computers and Structures (2015). Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) version.15.1.0.

Departments of the Army, the Navy and the Air Force (1982). Technical Manual Seismic Design for Buildings. US

American Concrete Institute, Building Code Requirements for Structural Concrete ACI-318-08, Farminton Hills, Michigan 2007.

Norma Técnica de Edificación E.020. Cargas. Lima: SENCICO, 2020. Disponible en <https://www.gob.pe/sencico>.

ISBN: 978-612-46221-9-9.

Norma Técnica de Edificación E.030. Diseño Sismorresistente. Lima: SENCICO, 2020. Disponible en <https://www.gob.pe/sencico>

ISBN: 978-612-48427-0-2

Norma Técnica de Edificación E.050. Suelos y Cimentaciones. Lima: SENCICO, 2020. Disponible en <https://www.gob.pe/sencico>.

ISBN: 978-612-48427-3-3

Norma Técnica de Edificación E.060. Concreto Armado. Lima: SENCICO, 2020  
Disponible en <https://www.gob.pe/sencico>.

ISBN: 978-612-48427-4-0

TORRE, Perrilliat. Consideraciones de diseño y de construcción en sistemas de mampostería con losa de transferencia. (Artículo). Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. México, 2012.

CRUZ, Karen. Análisis y diseño estructural de un edificio de 5 niveles más un semisótano conforme a las normas técnicas complementarias 2017 asistido por computadora. Tesis (Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2019. 120 pp.

MOSQUERA, Samuel. Análisis de una platea de cimentación para una edificación de 5 plantas utilizando el software sap2000. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2018. 95 pp.

MOREIRA, Ivone. Estudio comparativo de una cimentación profunda con pilotes de concreto reforzado en suelos arenosos versus suelos blandos para reducir asentamientos en una edificación de 10 plantas. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2018. 120 pp.

LÓPEZ, Miguel. Diseño de una losa de cimentación con geometría en planta irregular, empleando interacción suelo - Estructura estática. Tesis (Ingeniero Civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2020. 150 pp.

## **ANEXOS**

- Anexo N°01 - Matriz de operacionalización de variables
- Anexo N°02 - Matriz de consistencia de variables
- Anexo N°03 – Panel fotográfico
- Anexo N°04 – Plano de cimentación
- Anexo N°05 – Validez y confiabilidad
- Anexo N°06 – Estudio de mecánica de suelos

**ANEXO Nº01 - MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Título: Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022**

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima	El diseño estructural de cimentaciones tiene que basarse en el mapa geotécnico, ya que allí se define el comportamiento de un suelo, puesto que este estará en contacto con la estructura a ejecutar. Por otro lado, menciona que el tipo de suelo, la consistencia, las propiedades físicas y mecánicas, nivel freático, la profundidad de la cimentación, la capacidad resistente, entre otros que afectan en el diseño de cimentaciones (Rodríguez, 2016, p. 2).	Según la Norma E. 050 (2020) las losas o plateas de cimentación son cimentaciones superficiales, las cuales deben tener una forma regular, pueden ser cuadradas, rectangulares, continuas o circulares. Además, la relación entre la profundidad (Df) y el ancho (B) es menor o igual a cinco (05), la norma define a las losas de cimentación como una losa rígida sobre la cual se apoyan las columnas y los muros (placas).	Diseñar una losa de transferencia de cargas.	Capacidad portante del suelo (kg/cm <sup>2</sup> ).  Parámetros de resistencia del suelo	Razón
	"El diseño estructural es un conjunto de partes o sistemas que se combinan de forma ordenada para cumplir con una función específica" (Oviedo, 2016, p.1).	Las Edificaciones deben ser capaces de resistir las cargas que se les impongan de acuerdo al uso previsto. Las cargas son las fuerzas que resulten del peso de los materiales, ocupantes, mobiliario, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos de acuerdo a lo indicado en la Norma E. 020 (2020).			
	"La cimentación es un elemento estructural cuya función es transmitir las cargas de las columnas y muros que soportan al terreno de fundación" (Oviedo, 2016, p.259).	La Norma A. 020 (2021) define a una vivienda multifamiliar cuando se trate de dos (02) o más viviendas en una sola edificación y donde el terreno es de propiedad común.	Predimensionamiento de elementos estructurales	Resultado del cálculo estructural (para el diseño de la cimentación del edificio multifamiliar)	Razón
	Para definir la capacidad de carga de suelos, Braja sostiene lo siguiente: Son aquellos esfuerzos que se aplica al suelo, las teorías que permiten calcular la capacidad portante del suelo, la más utilizada es la teoría de Terzaghi, quien determinó la capacidad de carga de los suelos teniendo en consideración: la cota de fundación, forma de cimentación, tipo de suelo, tipo de aplicación de la carga (2016, p. 7).	Según la Norma E. 050 (2020) no está permitido apoyar cimentaciones en suelos orgánicos, tierra vegetal, rellenos, por lo que este tipo de materiales no permitidos deben ser removidos en su totalidad para ser reemplazados por materiales que cumplan con lo indicado en la presente norma antes de construir cualquier tipo de obra.	Determinar la capacidad resistente del suelo		Razón
El suelo es un material de granos minerales y materia orgánica descompuesta con líquido y gas en sus espacios vacíos entre las partículas sólidas; además, indica que los ingenieros civiles deben estudiar mediante la aplicación de la mecánica de suelos las propiedades del mismo, como su origen, el tamaño de la granulometría, la capacidad de drenar el agua, compresión, resistencia al corte y la capacidad de resistencia de carga (Braja, 2016, p. 1).	La Norma E. 030 (2020), clasifica cinco (05) tipos de perfiles de suelos: •Perfil de tipo S0: Roca dura. •Perfil de tipo S1: Roca o suelos muy rígidos. •Perfil de tipo S2: Suelos intermedios. •Perfil de tipo S3: Suelos Blandos. •Perfil de tipo S4: Condiciones excepcionales.				

**ANEXO Nº02 - MATRIZ DE CONSISTENCIA DE VARIABLES**

<b>Título: Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima</b>						
<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>Principal</b>	<b>Principal</b>					
¿Cuál sería el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima?	Realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima					
<b>Específico</b>	<b>Específico</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ¿Cómo determinar la capacidad portante del suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?</li> <li>● ¿Cómo determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?</li> <li>● ¿Cuáles son las características del diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Realizar el estudio geotécnico para determinar los parámetros de resistencia, evaluar las características y la capacidad portante del suelo.</li> <li>● Determinar las cargas que actuarán sobre la losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima</li> <li>● Realizar el diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para un edificio multifamiliar en San Bartolo - Lima</li> </ul>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima.	<p>Diseñar una losa de transferencia de cargas.</p> <p>Predimensionamiento de elementos estructurales</p> <p>Determinar la capacidad resistente del suelo</p>	<p>Capacidad portante del suelo (kg/cm<sup>2</sup>).</p> <p>Parámetros de resistencia del suelo</p> <p>Resultado del cálculo estructural (para el diseño de la cimentación del edificio multifamiliar)</p>	<p>De acuerdo al lugar donde desarrollamos nuestro trabajo de investigación, la población objeto de estudio está conformada por todo el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 5 pisos ubicada en calle las rocas, lote 13, en el distrito de San Bartolo.</p> <p>La muestra del presente trabajo de investigación está conformada por la losa de transferencia de cargas del edificio multifamiliar ubicado en calle las Rocas, lote 13, San Bartolo.</p>	<p>El presente trabajo de investigación considera según el tipo de datos es de enfoque cuantitativo, en referencia al grado de manipulación de variables es de diseño no experimental, de alcance transversal y/o transeccional y de tipo descriptivo, ya que la variable no ha sido manipulada.</p>

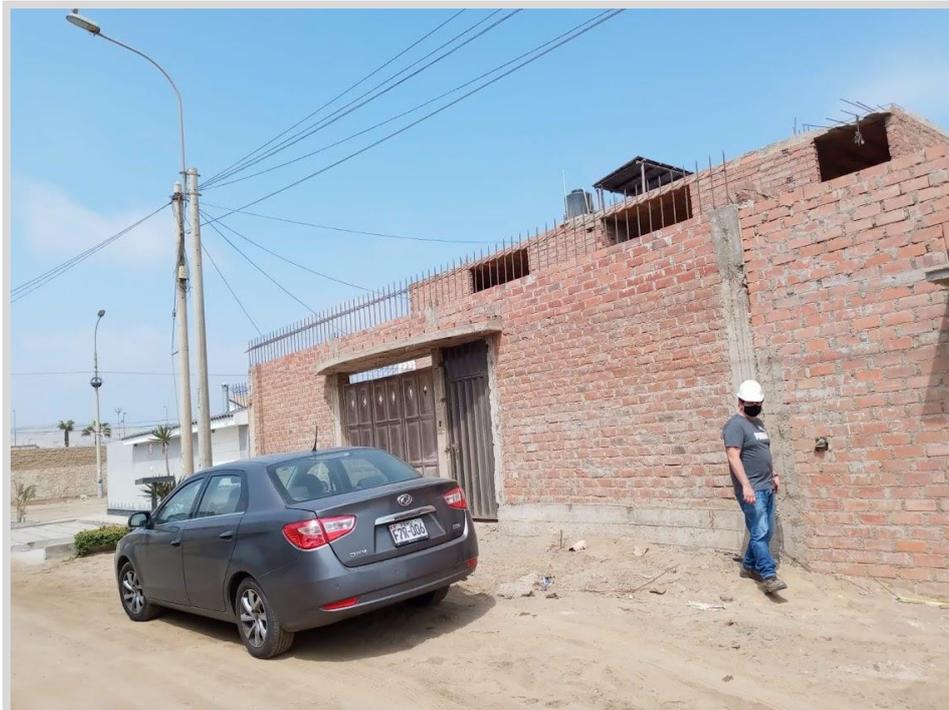
### ANEXO Nº 03 – PANEL FOTOGRÁFICO



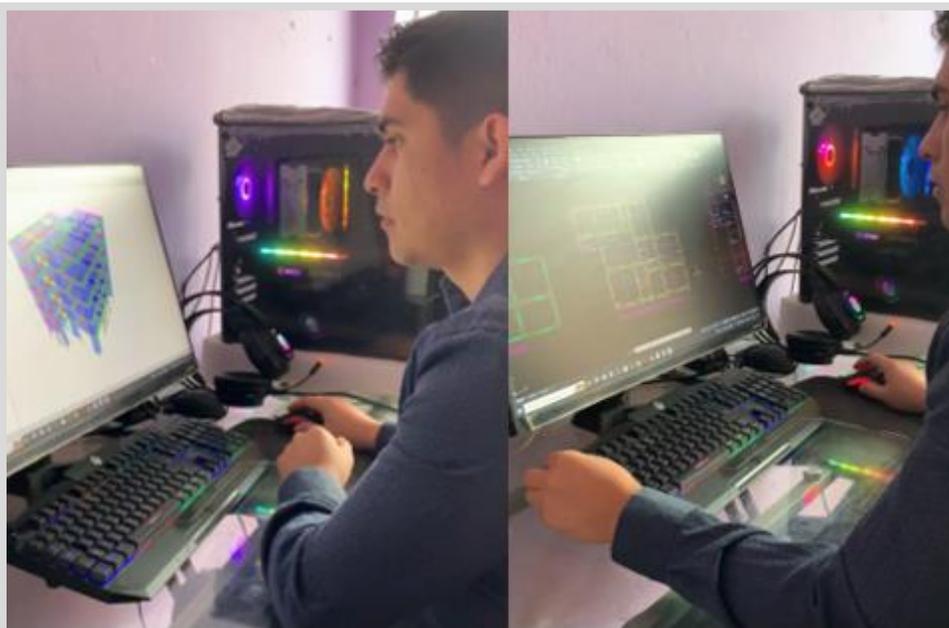
En la presente imagen se observa el distrito de San Bartolo, lugar donde se realiza el presente trabajo de investigación.



En la presente imagen se observa el terreno ubicado en calle las rocas, lote 13 – San Bartolo.



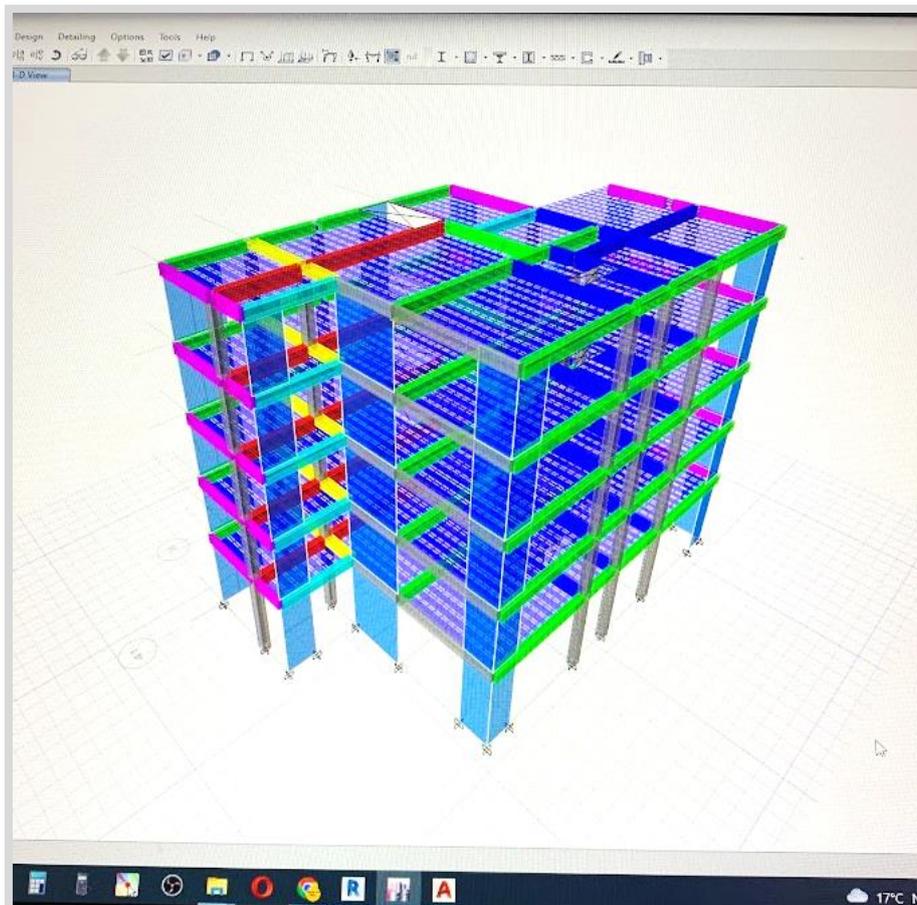
Visita al terreno ubicado en calle las rocas, lote 13 – San Bartolo.



Elaboración de planos en el software AutoCAD.



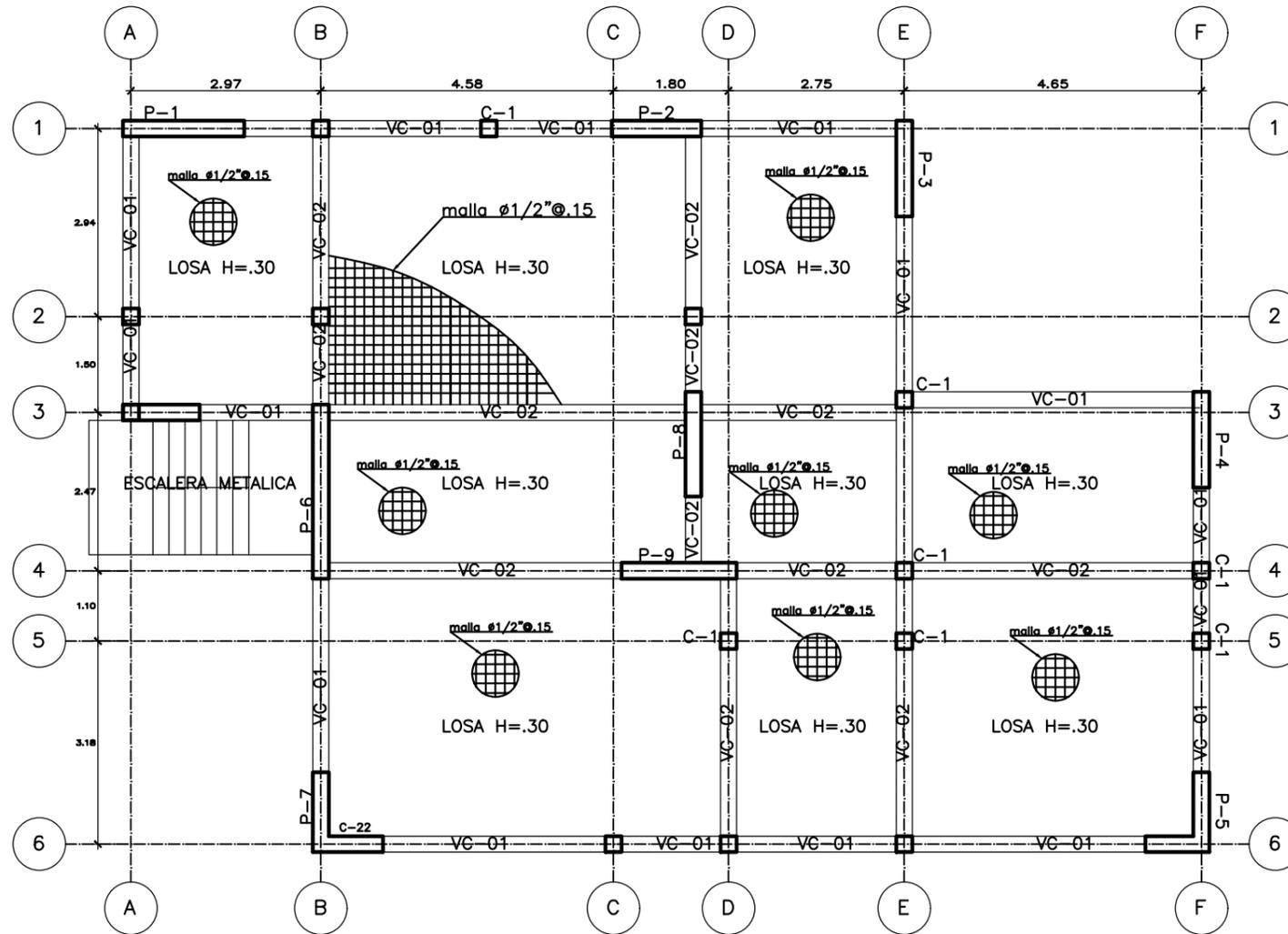
Modelado de la cimentación en el programa ETABS.



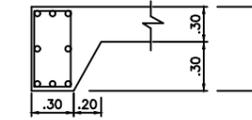
Modelado de la estructura del proyecto en el programa ETABS.

**ANEXO N° 04 – PLANO CIMENTACIÓN**

# ANEXO N° 04 - PLANO DE CIMENTACIÓN

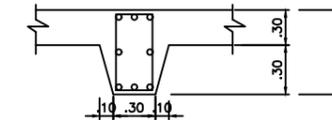


**PLANTA DE CIMENTACION  
FUENTE PROPIA**



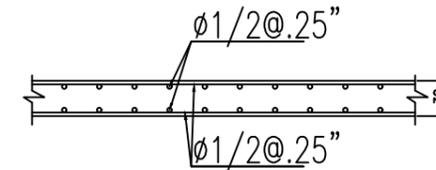
6#5/8"  
#3/8":1@.05,  
8@.10,R@.20

VC-01



6#5/8"  
#3/8":1@.05,  
8@.10,R@.20

VC-02



DETALLE LOSA H=.30

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES		PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION	
1.00 CONCRETO ARMADO	$f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	3.00 RESISTENCIA DEL TERRENO	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
1.01 CONCRETO SIMPLE		4.00 RECUBRIMIENTOS LIBRES	(NORMA E-050)
1.021 CEMENTOS		COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS	3.0 cm
CEMENTO HORMIGON 1:10 + 30% DE P.G 6" TAM MAX		PLACAS	2.5 cm
1.022 SOBRECIMENTOS		LOSAS MACIZAS Y ESCALERAS	2.0 cm
CEMENTO HORMIGON 1:80 + 25% DE P.G 3" TAM MAX		VIGAS CHATAS Y ALIGERADOS	2.0 cm
2.00 ACERO		RESTO DE ELEMENTOS EMPALMES	2.0 cm
		RFZO Inf H CUALQ L-cm	.30 .40 .50 .60
		RFZO SUP H $\leq .30$ L-cm	.30 .40 .50 .50
		RFZO Inf H>.30 L-cm	.45 .50 .60
		COLUMNAS	.30 .40 .60
		PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION	-1.50 (NFC)
		PRESION ADMISIBLE	1.60 Kg/cm <sup>2</sup>
		FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE	3.00
		ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MAXIMO(TOLERABLE)	1.00cm
		AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION	NO AGRESIVO

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES (CONTINUACION)		PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE	
6.00 ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS		7.00 ALBAÑILERIA	$f'_m=45 \text{ kg/cm}^2$
<p>NO SE PERMITIRAN EMPALMES DE REFUERZO SUPERIOR NEGATIVO EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA PARA OTRAS ZONAS DE EMPALME INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA</p>		8.00 MORTERO	
		CEMENTO-CAL NORMALIZADA-ARENA 1:1:5	
		9.00 PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE	
		FACTOR DE ZONA	$Z=0.40$

NOTAS
1.00 VER DIMENSIONES EN PLANO DE ARQUITECTURA

FIRMAS
PROYECTISTA:

HENRY ALONSO MOY GALARZA JOSE CERVERA SANCHEZ RESPONSABLE DE DISEÑO	
DESCRIPCION: <b>CIMENTACION-DETALLES</b>	OBRA: <b>PLANTA DE CIMENTACION</b>
DISEÑO: HMG	ESCALA: 1:50
REVISADO: HMG	PLANO N° 00001
DIBUJADO CAD: H.M.G	FECHA: JULIO 2022
	<b>E-01</b> 1 DE 1

**ANEXO N°05 – VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

Variable:	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
Datos del laboratorio:	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	N° de Ficha:	1
Ubicación del laboratorio:	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	Fecha:	20/05/2022
Dimensión:	Determinar la capacidad admisible del suelo	Hora:	10:00

MUESTRA DE SUELO	PROFUNDIDAD	PESO DE MUESTRA	OBSERVACIÓN
CALICATA N° 01	3m	0.5kg	Al realizar las calicatas se puede apreciar un suelo arenoso, con presencia de limo y arcilla.
CALICATA N° 02	3m	0.5kg	
CALICATA N° 03	3m	0.5kg	

DATOS DEL EXPERTO		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres y apellidos:		Rango de evaluación por parámetro	
Carlos Gustavo Esquivel Medianero		0      0.5      1	
Registro CIP N°:	Parámetros	Puntaje de evaluación	
7871	1	↓	
Firma y sello:	2	↓	
 Carlos Gustavo Esquivel Medianero INGENIERO CIVIL CIP 7871	Promedio	↓	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS**

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>N° de Ficha:</b>	1
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	20/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

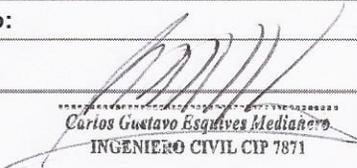
**DATOS DE LABORATORIO**

<b>Características del suelo:</b>	Arena pobremente graduada con limo (SP) según clasificación SUCS.
<b>% de humedad:</b>	Se obtuvo humedad de 13.7% a 16.1%, es decir, el suelo es ligeramente húmedo.
<b>Angulo de fricción:</b>	El ángulo de fricción varía de 33° a 45°.
<b>Cohesión:</b>	Al no presentar cohesión el índice de plasticidad del suelo es 0.
<b>Peso volumétrico del suelo:</b>	$\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
<b>Ancho del cimiento:</b>	$\beta = 1.40 \text{ m}$
<b>Profundidad de cimentación:</b>	$D_f = 1.50 \text{ m}$ .
<b>Factor de seguridad:</b>	FS= 3.00
<b>Factores adimensionales, función de <math>\phi</math>:</b>	$N_q, N'_y$
$q_{ad} =$	1.6 Kg/cm <sup>2</sup>

**DATOS DEL EXPERTO**

**EVALUACIÓN DEL EXPERTO**

<b>Nombres y apellidos:</b>	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>	
Carlos Gustavo Esquives Medianero	0	0.5      1
<b>Registro CIP N°:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
7871	1	✓
<b>Firma y sello:</b>	2	✓
	<b>Promedio</b>	✓

  
 Carlos Gustavo Esquives Medianero  
 INGENIERO CIVIL CIP 7871



## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>Nº de Ficha:</b>	2
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	21/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

## DATOS DE LABORATORIO

<b>Características del suelo:</b>	Arena pobremente graduada con limo (SP) según clasificación SUCS.
<b>% de humedad:</b>	Se obtuvo humedad de 13.7% a 16.1%, es decir, el suelo es ligeramente húmedo.
<b>Angulo de fricción:</b>	El ángulo de fricción varía de 33° a 45°.
<b>Cohesión:</b>	Al no presentar cohesión el índice de plasticidad del suelo es 0.
<b>Peso volumétrico del suelo:</b>	$\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
<b>Ancho del cimiento:</b>	$\beta = 1.40 \text{ m}$
<b>Profundidad de cimentación:</b>	$D_f = 1.50 \text{ m}$ .
<b>Factor de seguridad:</b>	FS= 3.00
<b>Factores adimensionales, función de <math>\phi</math>:</b>	$N_q, N'_y$
<b><math>q_{ad} =</math></b>	<b>1.6 Kg/cm<sup>2</sup></b>

## DATOS DEL EXPERTO

## EVALUACIÓN DEL EXPERTO

<b>Nombres y apellidos:</b>	Rango de evaluación por parámetro	
Christopher Sandoval Alfaro	0                      0.5                      1	
<b>Registro CIP Nº:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
236825	1	1
<b>Firma y sello:</b>	2	1
 CHRISTOPHER VÍCTOR SANDOVAL ALFARO Ingeniero Civil CIP Nº 236825	<b>Promedio</b>	1



**INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN**

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>Nº de Ficha:</b>	2
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	21/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

MUESTRA DE SUELO	PROFUNDIDAD	PESO DE MUESTRA	OBSERVACIÓN
CALICATA Nº 01	3m	0.5kg	Al realizar las calicatas se puede apreciar un suelo arenoso, con presencia de limo y arcilla.
CALICATA Nº 02	3m	0.5kg	
CALICATA Nº 03	3m	0.5kg	

DATOS DEL EXPERTO	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
<b>Nombres y apellidos:</b>	Rango de evaluación por parámetro	
Christopher Sandoval Alfaro	<u>0            0.5            1</u>	
<b>Registro CIP Nº:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
236825	1	1
<b>Firma y sello:</b>	2	1
 CHRISTOPHER VICTOR SANDOVAL ALFARO Ingeniero Civil CIP Nº 236825	<b>Promedio</b>	1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS**

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>N° de Ficha:</b>	1
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	20/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

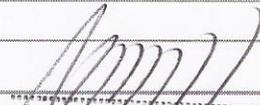
**DATOS DE LABORATORIO**

<b>Características del suelo:</b>	
<b>% de humedad:</b>	
<b>Angulo de fricción:</b>	
<b>Cohesión:</b>	
<b>Peso volumétrico del suelo:</b>	
<b>Ancho del cimiento:</b>	
<b>Profundidad de cimentación:</b>	
<b>Factor de seguridad:</b>	
<b>Factores adimensionales, función de <math>\phi</math>:</b>	
$q_{ad} =$	

**DATOS DEL EXPERTO**

**EVALUACIÓN DEL EXPERTO**

<b>Nombres y apellidos:</b>	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>	
Carlos Gustavo Esquivel Medianero	0      0.5      1	
<b>Registro CIP N°:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
7871	1	1
<b>Firma y sello:</b>	2	1
	<b>Promedio</b>	1

  
Carlos Gustavo Esquivel Medianero  
INGENIERO CIVIL CIP 7871



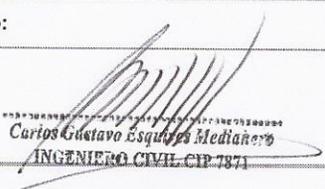
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

Variable:	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
Datos del laboratorio:	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	N° de Ficha:	1
Ubicación del laboratorio:	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	Fecha:	20/05/2022
Dimensión:	Determinar la capacidad admisible del suelo	Hora:	10:00

MUESTRA DE SUELO	PROFUNDIDAD	PESO DE MUESTRA	OBSERVACIÓN

DATOS DEL EXPERTO		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres y apellidos:		Rango de evaluación por parámetro	
Carlos Gustavo Esquives Medianero		0      0.5      1	
Registro CIP N°:	Parámetros	Puntaje de evaluación	
7871	1	1	
Firma y sello:	2	1	
 Carlos Gustavo Esquives Medianero INGENIERO CIVIL CIP 7871	Promedio	1	



## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>Nº de Ficha:</b>	2
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	10/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

## DATOS DE LABORATORIO

<b>Características del suelo:</b>	
<b>% de humedad:</b>	
<b>Angulo de fricción:</b>	
<b>Cohesión:</b>	
<b>Peso volumétrico del suelo:</b>	
<b>Ancho del cimiento:</b>	
<b>Profundidad de cimentación:</b>	
<b>Factor de seguridad:</b>	
<b>Factores adimensionales, función de <math>\phi</math>:</b>	
$q_{ad} =$	

## DATOS DEL EXPERTO

## EVALUACIÓN DEL EXPERTO

<b>Nombres y apellidos:</b>	Rango de evaluación por parámetro	
Christopher Sandoval Alfaro	0                      0.5                      1	
<b>Registro CIP Nº:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
236825	1	1
<b>Firma y sello:</b>	2	1
 CHRISTOPHER VÍCTOR SANDOVAL ALFARO Ingeniero Civil CIP Nº 236825	<b>Promedio</b>	1



**INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN**

"Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022"

<b>Variable:</b>	Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar		
<b>Datos del laboratorio:</b>	INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C	<b>Nº de Ficha:</b>	2
<b>Ubicación del laboratorio:</b>	Enrique La Rosa N° 226 OF. 401 – SMP	<b>Fecha:</b>	10/05/2022
<b>Dimensión:</b>	Determinar la capacidad admisible del suelo	<b>Hora:</b>	10:00

MUESTRA DE SUELO	PROFUNDIDAD	PESO DE MUESTRA	OBSERVACIÓN
CALICATA N° 01			
CALICATA N° 02			
CALICATA N° 03			

DATOS DEL EXPERTO	EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
<b>Nombres y apellidos:</b>	Rango de evaluación por parámetro	
Christopher Sandoval Alfaro	<u>0            0.5            1</u>	
<b>Registro CIP N°:</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Puntaje de evaluación</b>
236825	1	1
<b>Firma y sello:</b>	2	1
 CHRISTOPHER VICTOR SANDOVAL ALFARO Ingeniero Civil CIP N° 236825	<b>Promedio</b>	1

**ANEXO N° 06 – ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
CON FINES DE CIMENTACIÓN

**INFORME TÉCNICO**  
**DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE**  
**CIMENTACIÓN**  
**PROYECTO DE OBRA DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR**  
**CINCO PISOS**  
**CALLE LAS ROCAS – SAN BARTOLO**



**PROPIETARIA: MARCELA QUISPE LEDESMA**

**SOLICITADO: HENRY ALONSO MOY GALARZA**

**JOSE LUIS CERVERA SANCHEZ**

**UBICACIÓN: Calle Las Rocas Lote 13 Distrito de San Bartolo**

**Provincia y Departamento de Lima.**

**MAYO 2022**

  
.....  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
**INGENIERA CIVIL**  
**Reg. CIP N° 176186**



## CONTENIDO

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

#### 1.2 ALCANCES DEL PROYECTO

#### 1.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DEL PROYECTO

##### 1.3.1 UBICACIÓN

##### 1.3.2 ACCESIBILIDAD

##### 1.3.3 ALTITUD

##### 1.3.4 CLIMA

### 2. INVESTIGACIONES EFECTUADAS

#### 2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO

#### 2.2. EXPLORACIONES GEOTECNICAS

##### 2.2.1. CALICATAS EXPLORADAS

##### 2.2.2. MUESTREO DISTURBADO

##### 2.2.3. REGISTRO DE EXCAVACION

#### 2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

##### 2.3.1. ENSAYOS ESTANDAR

##### 2.3.1.1. CLASIFICACION DE SUELOS

##### 2.3.2. ENSAYOS ESPECIALES

##### 2.3.2.1. ENSAYOS DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

### 3. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

#### 3.1. DESCRIPCION DE CALICATAS

### 4. ANALISIS DE LA CIMENTACION

#### 4.1. PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

##### 4.1.1. ANGULO DE FRICCIÓN

##### 4.1.2. COHESION (C)

#### 4.2. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LOS CIMIENTOS

##### 4.2.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELO

#### 4.3. DETERMINACION DE ASENTAMIENTOS

### 5. EMPUJES LATERALES

### 6. ASPECTOS SISMICOS

#### 6.1. ASPECTOS SISMICOS

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### ANEXO I: FOTOGRAFÍAS

  
.....  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objeto del Estudio

El presente informe técnico, tiene por objetivo presentar los resultados obtenidos al realizar el Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación para el Proyecto **VIVIENDA MULTIFAMILIAR CALLE LAS ROCAS**, el mismo que se a efectuado por medio de trabajos de exploracion de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigrafico del area en estudio, asi como sus propiedades de esfuerzo y deformacion, proporcionando las características fisico-mecánicas del suelo en esa area del estudio.

### 1.2 Alcances del Proyecto

Dentro de los alcances del Proyecto tenemos lo siguiente:

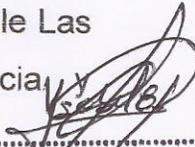
- Elaborar el Informe Técnico con Fines de Verificación de Capacidad Portante indicando recomendaciones necesarias para tal fin.
- Elaborar una propuesta de diseño de cimentación de acuerdo a los parámetros del suelo encontrado.

### 1.3 Características Generales de la Zona del Proyecto

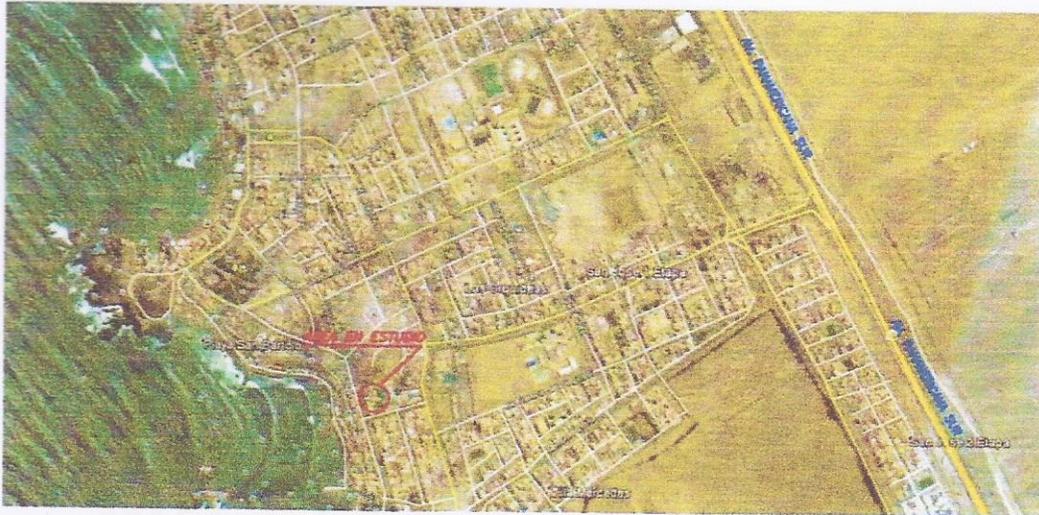
Dentro de las características geográficas y climatológicas que presenta el área en estudio, tenemos:

#### 1.3.1 Ubicación

El área en estudio se encuentra ubicado en el la Calle Las Rocas en el distrito de San Bartolo, Provincia, y Departamento de Lima.

  
.....  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

### Vista del Área en Estudio - Imagen Satelital



#### 1.3.2 Accesibilidad

El terreno evaluado tiene como acceso principal la Calle Las Rocas.

#### 1.3.3 Altitud

El área de estudio se encuentra a una elevación aproximada de 25 msnm.

#### 1.3.4 Clima

La temperatura media mensual promedio es de 24.6°C; La humedad relativa mensual, promedio es de 80%. Las direcciones predominantes de los vientos son de sur a suroeste.

## 2. INVESTIGACIONES EFECTUADAS

### 2.1 Descripción General del Terreno

Durante los trabajos de Exploración Geotécnica se pudo diferenciar en el área explorada diferentes características y densidad del suelo.



Esta clasificación general se presenta en el siguiente cuadro:

Proyecto	Calicatas	Descripción General
Verificación de Capacidad Portante	C1	Superficialmente presenta Top Soil hasta 0.20m, continuando presenta suelo granular (arena pobremente graduada con limo), hasta los 3.00 m profundidad.

## 2.2 Exploraciones Geotécnicas

### 2.2.1 Calicatas Exploradas

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han efectuado trabajos de exploraciones de campo mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas) y ensayos de laboratorio las mismas que fueron distribuidas convenientemente en el área del terreno.

#### Cuadro de Calicatas Exploradas

Calicatas N°	Coordenadas Datum: WGS-84		Profundidad (m.)
	Este (x)	Norte (y)	
C-01	306755	8629508	3.00

### 2.2.2 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar de clasificación e identificación de suelos. Asimismo, se extrajeron muestras representativas para los ensayos de corte directo.

### 2.2.3 Registro de Excavaciones

Se realizó registros de excavaciones de acuerdo a la norma ASTM D2488, describiendo el perfil estratigráfico y el tipo de material encontrado, la descripción comprende la clasificación visual y manual del tipo de suelo, forma del material granular, color, porcentaje aproximado de Bloques, botonería y cantos.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de calicata, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc.

## 2.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos OBRAISA INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC, de acuerdo a la siguiente relación:

### 2.3.1 Ensayos Estándar

Con las muestras alteradas obtenidas de la calicata, se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos, consistente en análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg (líquido y plástico) y contenido de humedad.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM), siendo estas las siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422.
- Límites de Atterberg ASTM D-4318.
- Contenido de humedad ASTM D-2216.

#### 2.3.1.1 Clasificación de Suelos

Los suelos se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

**Cuadros de Resumen de Clasificaciones de Suelos**

Calicata N°	Prof. (m)	Muestra	%	%	%	LL	IP	SUCS
			Grava	Arena	Finos			
C-1	0.00 – 0.20	S/M	-----	-----	-----	----	----	SP
C-1	0.20 – 3.00	M1	1.7	88.3	10.00	----	----	SP – SM

Calicata N°	Prof. (m)	Muestra	%	%	%	LL	IP	SUCS
			Grava	Arena	Finos			
C-2	0.00 – 0.20	S/M	-----	-----	-----	----	----	SP
C-2	0.20 – 3.00	M1	1.7	88.3	10.00	----	----	SP – SM

Calicata N°	Prof. (m)	Muestra	%	%	%	LL	IP	SUCS
			Grava	Arena	Finos			
C-3	0.00 – 0.20	S/M	-----	-----	-----	----	----	SP
C-3	0.20 – 3.00	M1	1.7	88.3	10.00	----	----	SP – SM

**2.3.2 Ensayos Especiales**

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas, se realizaron ensayos especiales a los suelos, que consistió en:

- Corte Directo ASTM/M D-3080

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los ensayos especiales y los resultados obtenidos:

**2.3.2.1 Ensayos de Corte Directo ASTM D - 3080**

**Cuadro Resumen de Ensayo de Corte Directo.**

Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación S.U.C.S	Parámetro Resistencia máxima	
				c (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)
C-1	m1	0.20-3.00	SP-SM	3.07	33.00

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

#### 3.1 DESCRIPCION DE CALICATA

A continuación, se presenta la descripción del perfil estratigráfico de las exploraciones realizadas en campo y resultados de los ensayos de Laboratorio basado en la normatividad de descripción de suelos (ASTM D2488).

##### DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA: C-1

De 0.00 m. a 0.20 m.- Presencia de arena pobremente graduada (SP), de color gris pardusco claro, de compacidad muy suelta, no plástico, ligeramente húmedo, cuya clasificación visual en volumen está conformado por 90% de arenas, 10% de finos.

De 0.20 m. a 3.00 m.- Presencia de arena pobremente graduada con limo (SP-SM), de color pardo olivo oscuro, de compacidad medianamente denso, no plástico, ligeramente húmedo, y cuyo análisis granulométrico está conformado por 1.7% de gravas, 88.3% de arenas, 10% de finos.



CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

#### 4. ANALISIS DE LA CIMENTACION

A continuación, se presenta el análisis de cimentación en base a los resultados de la evaluación geotécnica.

##### 4.1 Parámetros de Resistencia al Corte

A continuación, se resumirá la metodología empleada para determinar los parámetros de resistencia cortante del suelo correspondiente a la zona del proyecto, en función a sus características físicas, ensayos de campo y ensayos de laboratorio, que servirán para la determinación de la Capacidad Admisible de las estructuras que se emplazarán en el proyecto.

##### 4.1.1 Ángulo de Fricción ( $\phi$ ).

Existen muchos autores que han desarrollado varias relaciones en base a ensayos indirectos de campo para determinar los parámetros de resistencia del suelo en especial el ángulo de fricción, entre los principales trabajos desarrollados y publicados se tienen los siguientes:

Bowes (1988), presentó correlaciones que resultaron de correlaciones empíricas entre en  $N_{spt}$  y otras propiedades de los suelos granulares como el tamaño de sus granos y la densidad relativa que presentaba.

Para el proyecto se presenta valores de ángulo de fricción del resultado de los ensayos de corte directo en los suelos arenosos y se comparará con los valores recomendados por los autores mencionados anteriormente.

#### 4.1.2 Cohesión (C)

La cohesión del mismo modo puede ser determinado a partir del valor N obtenido con los ensayos de Penetración, de donde se deduce el valor de la resistencia a la compresión simple, que mediante la relación propuesta por HUNT en 1984 y las tablas propuestas por NAVFAC en 1971.

**Cuadro Resumen del Ensayos de Corte Directo  
(ASTM D-3080)**

Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación S.U.C.S	Parámetro Resistencia máxima	
				C (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
C-I	M1	0.20-3.00	SP-SM	0.07	33.0°

#### 4.2 Tipo y Profundidad de los Cimientos

En el presente estudio, se ha determinado la capacidad de carga del terreno, considerando zapatas cuadradas y rectangulares, tomando en cuenta las características geotécnicas del suelo encontrado en las investigaciones de campo, la profundidad mínima de cimentación de la estructura debe subyacer sobre un terreno natural de adecuada capacidad admisible y empotrada a una profundidad adecuada. Se presenta la siguiente tabla:

Tipo de Suelo	Tipo de Cimentación	Profundidad mínima Recomendada de cimiento – Df(m)
Arena pobremente graduada con limo	Zapatas cuadradas o rectangulares conectadas	1.50

La profundidad mínima recomendada es computada desde el nivel de piso terminado, con la finalidad de proporcionar a la cimentación un soporte y confinamiento adecuado a la estructura.

#### 4.2.1 Cálculo de la Capacidad Admisible en Suelo

Se realizará los cálculos de capacidad admisible del terreno considerando que las estructuras estarán cimentadas sobre una cimentación superficial. Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

Peso Volumétrico del Suelo	$\gamma = 1.59 \text{ gr/cm}^3$
Ancho del Cimiento	$\beta = 1.40 \text{ m}$
Profundidad de Cimentación	$D_f = 1.50 \text{ m.}$
Factor de Seguridad	$FS = 3.00$
Factores Adimensionales, función de $\phi$	$N_q, N'_y$

Reemplazando valores, se obtiene:

$$q_{ad} = 1.6 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 4.3 Determinación de Asentamientos

Los asentamientos elásticos se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr 1966).

$$\Delta H = \frac{\beta q_a}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$



CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

Dónde:

Ancho de la cimentación	B	= 140 cm
Carga transmitida	qo	= 1.6 Kg/cm <sup>2</sup>
Relación de Poisson	μs	= 0.30
Módulo de elasticidad	Es	= 200 Kg/cm <sup>2</sup>
Factor de forma	α	= 0.90

Reemplazan valores se obtiene:

$$\Delta H = 0.79 \text{ cm}$$

Tipo de Movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acoeso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg
	Estructuras reticulares	2-4 plg
	Chimeneas, silos, placas	3-12 plg
Inclinación o giro	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y el ancho
	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 /
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 /
	Almacenamiento de mercancías	0.01 /
	Funcionamiento de máquinas-telares de algodón	0.003 /
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 /
	Carriles de grúas	0.003 /
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 /
	Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados
Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo		0.001-0.002 /
Fisuración de revocos (yeso)		0.001 /
Porticos de concreto armado		0.0025-0.004 /
Pantallas de concreto armado		0.003 /
Porticos metálicos continuos		0.002 /
Porticos metálicos sencillos		0.005 /

## 5. EMPUJES LATERALES

Para la determinación de los Empujes Laterales sobre estructuras enterradas, se empleará una distribución triangular de presión. El Empuje Total puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$E_0 = \frac{1}{2} \gamma H^2 K$$

Dónde:

$K_0$  : Coeficiente de empuje en reposo

H : Altura de muro (m)

$\gamma$  : Peso volumétrico de masa

$$K_0 = 1 - \text{sen } \phi$$

Para Estructuras enterradas en suelos arenosos:

$$\phi = 33.0^\circ$$

$$K_0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.46$$

## 6. ASPECTOS SISMICOS

### 6.1 ASPECTOS SISMICOS

De acuerdo a la Información Sismológica, en el Departamento de Lima, se han producido sismos con intensidades promedio de VII - VIII, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la **Zona 4** del Mapa del Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente (2016).

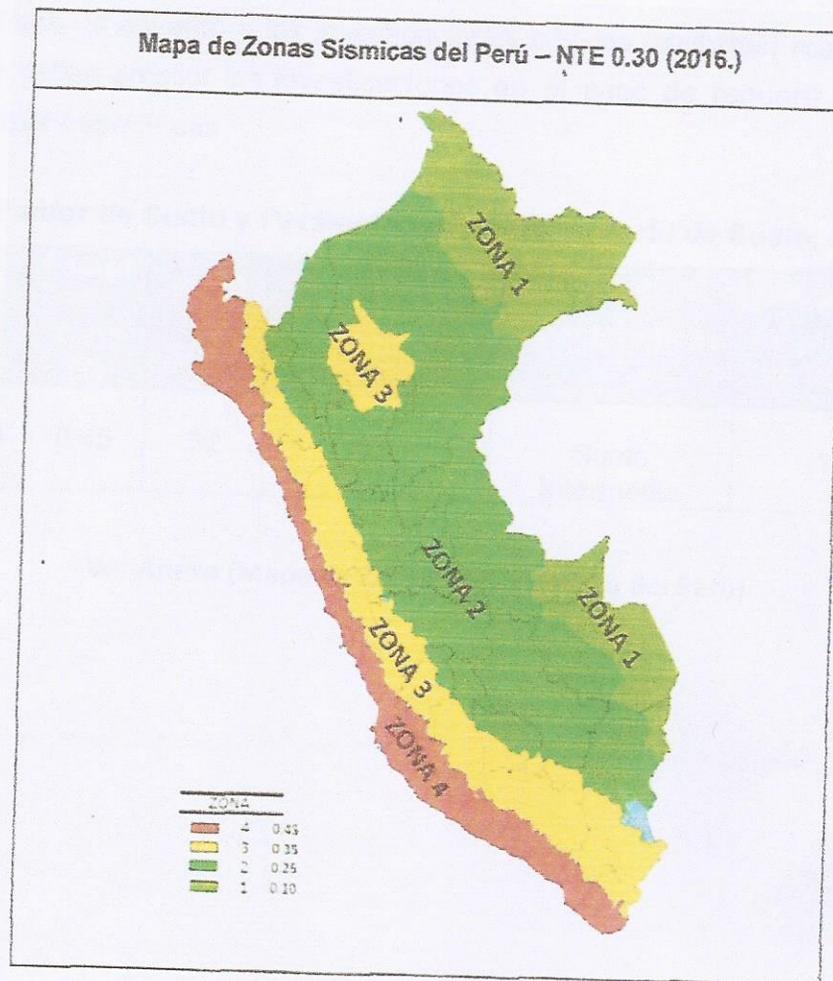


FIGURA N° 1

ZONIFICACION SISMICA DE ACUERDO AL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

La fuerza cortante total (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

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

El área de estudio se encuentra en la Zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú.

A continuación, se presentan los tipos de Perfiles de Suelo de manera aproximada de acuerdo a las investigaciones básicas (calicatas) realizadas, el cual se deben ampliar las investigaciones en el caso de requerir valores y áreas más específicas.

**Factor de Suelo y Parámetros de Sitio — Perfil de Suelo: S2**

Zona	Factor de Zona (Z)	Perfil de Suelo	Periodo Predominante	Características	Factor de Amplificación de Suelo (S)
Zona 4	0.45	S2	0.6	Suelo Intermedio	1.05

Ver Anexo (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- Los valores, parámetros y conclusiones que se presentan pertenecen al presente Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Verificación de Capacidad Portante y no se puede extrapolar datos fuera de esta área correspondiente.

El área en estudio presenta las siguientes características:

Proyecto	Calicatas	Descripción General
Verificación de Capacidad Portante	C-1	Superficialmente presenta Top Soil hasta 0.20 m, continuando presenta suelo granular (arena pobremente graduada con limo), hasta los 3.00 m profundidad.

- Con la finalidad de cimentar sobre un suelo de adecuada capacidad portante, asegurar el nivel de desplante de la cimentación, y garantizar que la cimentación esté sobre un suelo de buenas características para tal fin.

**Df recomendado = 1.50 m**

(Zapatatas cuadradas o rectangulares conectadas).

- La capacidad admisible será:

$$Q_{ad} = 1.6 \text{ Kg/cm}^2,$$

Y un Asentamiento total de  $\Delta H = 0.79 \text{ cm}$ .



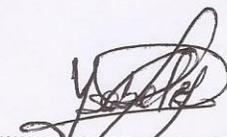
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

- Para la determinación de los Empujes Laterales se empleará un Coeficiente de Empuje Lateral de  $K_0 = 6.46$
- El área de estudio se encuentra en la Zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú; por lo tanto, los parámetros geotécnicos correspondientes son los siguientes:

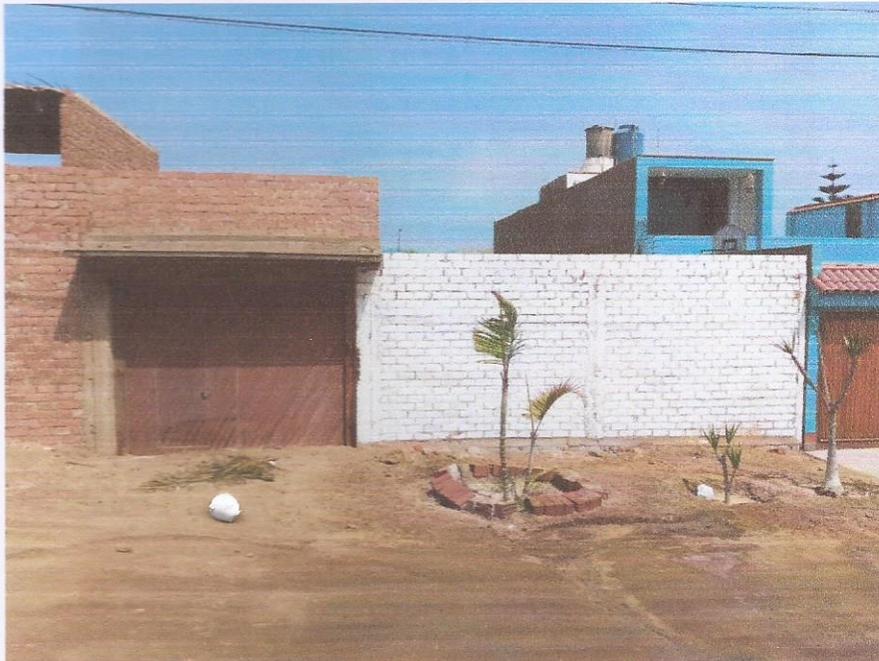
**Factor de Suelo y Parámetros de Sitio — Perfil de Suelo: S2**

Factor de zona	$Z = 0,45g$
Perfil del suelo tipo	S2
Período predominante	$Tps = 0.6 s$
Factor de amplificación del suelo	$S = 1,05.$

- Se recomienda hacer un análisis químicos para descartar agentes que puedan perjudicar a las estructuras y concreto, tales como sales cloruros y sulfatos.
- Si en el remoto caso se encontrase, en el momento de la construcción alguna observación del suelo que sea diferente al del estudio presente, se deberá comunicar a OBRAISA INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC. para levantar las observaciones y dar las recomendaciones técnicas, si amerita algún cambio.



.....  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186



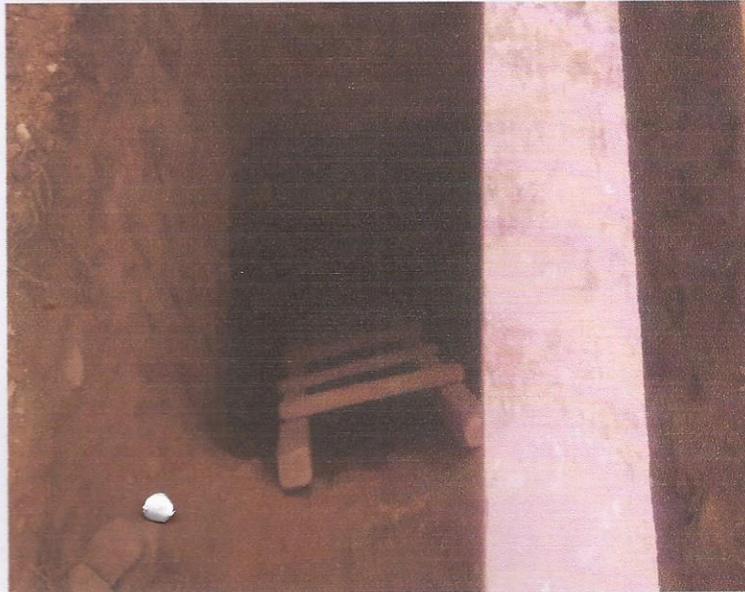
FACHADA DE LA PROPIEDAD – CALLE LAS ROCAS LOTE 13



GLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186



EN LAS FOTOS SE APRECIA LA CALICATA N° 1



EN LA FOTO SE APRECIA LA CALICATA N° 2



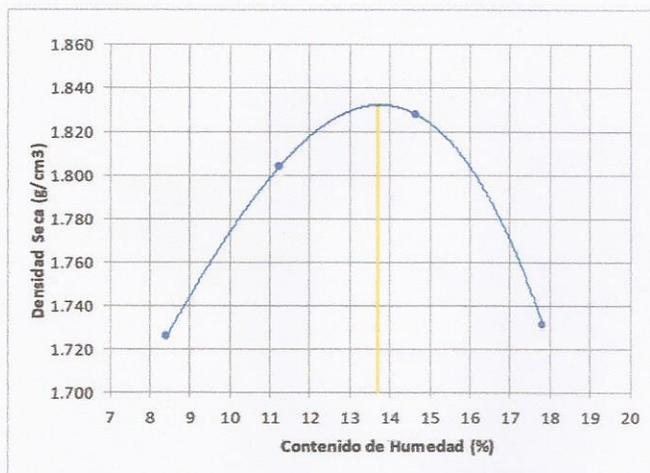
.....  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
**INGENIERA CIVIL**  
**Reg. CIP N° 176186**

**CALICATA 01**

Ensayo de Compactación Proctor Modificado  
**ASTM D1557**

Tipo de Compactación	Peso del Pisón (g)	Altura de Caída (mm)	Volumen del molde - V (cm <sup>3</sup> )
Pesado en Molde Pequeño	Pesado: 4540	Pisón Pesado: 457	940
Método Utilizado	N.º de Capas	N.º de Golpes/Capa	Peso del Molde - P <sub>m</sub> (g)
A	5	25	3403

Peso del Molde + Suelo Húmedo	P <sub>t</sub>	g	5162	5289	5373	5320	---	---						
Peso del Suelo Húmedo	P = P <sub>t</sub> - P <sub>m</sub>	g	1759	1886	1970	1917	---	---						
Densidad Húmeda	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0.001g/cm <sup>3</sup>	1.871	2.006	2.096	2.039	---	---						
N.º de la cápsula			16	11	2	4	6	5	20	15	---	---	---	---
Peso de la Cápsula	m <sub>1</sub>	0.01g	81.46	82.06	85.23	78.56	68.31	92.16	106.16	105.50	---	---	---	---
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo	m <sub>2</sub>	0.01g	502.16	499.52	492.99	456.22	556.97	518.22	518.72	575.52	---	---	---	---
Peso de la Cápsula + Suelo Seco	m <sub>3</sub>	0.01g	469.25	467.25	451.66	418.21	493.64	464.42	456.33	504.32	---	---	---	---
Peso del Suelo Seco	P <sub>s</sub> = m <sub>3</sub> - m <sub>1</sub>	0.01g	387.79	385.19	366.43	339.65	425.33	372.26	350.17	398.82	---	---	---	---
Peso del Agua	P <sub>w</sub> = m <sub>2</sub> - m <sub>3</sub>	0.01g	32.91	32.27	41.33	38.01	63.33	53.80	62.39	71.20	---	---	---	---
Contenido de Humedad	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0.1%	8.5	8.4	11.3	11.2	14.9	14.5	17.8	17.9	---	---	---	---
Contenido de Humedad Promedio	w	0.1%	8.4	11.2	14.7	17.8	---	---	---	---	---	---	---	---
Densidad Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w \times 100}{w - 100}$	0.001g/cm <sup>3</sup>	1.726	1.804	1.828	1.731	---	---	---	---	---	---	---	---



Máxima Densidad Seca  
(0.001g/cm<sup>3</sup>)

**1.832**

---

Óptimo Contenido de Humedad  
(0.1%)

**13.7**

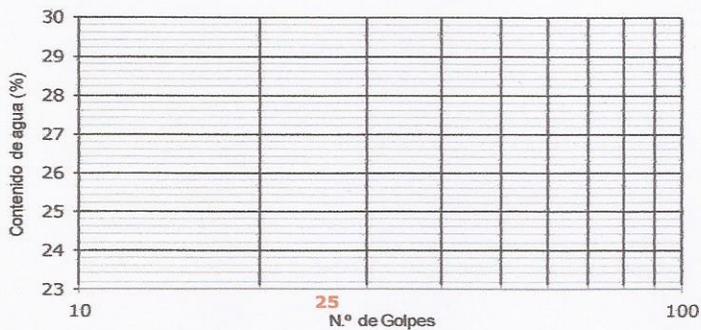
**CALICATA 01**

**Limite Liquido, Limite Plástico e Indice de Plasticidad de Suelos  
ASTM D 4318-17**

Preparación de la muestra			Equipo de ensayo utilizado		
Húmeda:	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz #40	Limite Plástico:	Manual	X
Secado al aire:	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz #40		Mecánico	
Secado al horno:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz #40	Limite Liquido:	Manual	
Mezcladas sobre plato de vidrio y retiradas las partículas medianas de arena				Mecánico	X
Agua de Mezcla:		Otras:	Espátula Casagrande:	Metálica	X
Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>	Desmineralizada		<input type="checkbox"/>	Plástica

**Limite Liquido**

Número de la cápsula					
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)			
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)			
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)			
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)			
Número de golpes					
Limite Liquido		(%)			NP



**Limite de Plasticidad**

Número de la cápsula				
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)		
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)		
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)		
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)		
Limite de Plasticidad		(%)		NP
Índice de Plasticidad		(%)		NP



## CALICATA 01

Gravedad Especifica de Suelos  
ASTM D854-14Método Utilizado Método A (Muestra Húmeda)  Método B (Muestra Seca) 

## Características del Material (Análisis Visual):

% Material Pasante Tamiz N.º 4 98.2

## Forma:

Redondeado  Angular 

## Dureza:

Duro y Durable  Suave  Meteorizada y Friable 

## CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

Temperatura de calibración del picnómetro	$t_1$	(0.1°C)	23.6	23.7
Masa del picnómetro	$m_1$	(0.01g)	205.53	158.96
Masa del picnómetro + agua	$m_2$	(0.01g)	730.63	683.90

## DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS

Número del picnómetro	-	-	2	6
Masa del picnómetro + agua	$m_3$	(0.01g)	730.62	683.90
Masa del picnómetro + muestra + agua	$m_5$	(0.01g)	778.50	732.51
Número de la cápsula	-	-	12	24
Masa de la cápsula	A	(0.01g)	81.48	80.16
Masa de la muestra seca + cápsula	B	(0.01g)	158.09	158.05
Masa de la muestra seca	$m_4=B-A$	(0.01g)	76.61	77.89
Temperatura del ensayo	$T_t$	(0.1°C)	24.4	24.5
Coefficiente de Temperatura del agua ( $T_t$ ) a 20°C	K	-	0.9990	0.9990
Densidad de las partículas a 20°C	$G_s$	(0.01g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.66
Gravedad Especifica de las partículas a 20°C	$G_{20^\circ C}$	(0.01)	2.66	2.66
<b>Gravedad Especifica Promedio de las partículas a 20°C</b>	$G_{20^\circ C}$ Promedio	(0.01)	<b>2.66</b>	

**CALICATA 01**

01.01 - Análisis Granulométrico por Tamizado en Suelos  
**ASTM D422-63 (Reaprobado 2007)e2**

Masa Inicial de la Muestra Global Seca (0.1g) = 15482.6  Muestra Seca al Aire  
 Masa Retenida en Tamiz No.10 (0.1g) = 8955.2  
 Masa Pasante en Tamiz No.10 (0.1g) = 6527.5  Muestra Seca en Horno (110 ± 5 °C)

**FRACCION RETENIDA EN TAMIZ No. 10**

Porcentaje de Material Retenido en Tamiz No. 10 (0.1%) = 57.8  
 Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) = 537.2

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante
	$p_i'$	$N_i = \frac{p_i'}{p_1} \times 100$	$N_i'$	$N_i' = 100 - N_i$
(N°)	(mm)	(0.1g)	(0.1%)	(0.1%)
3	75	0.0	0.0	100.0
2	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19	571.3	3.7	96.3
3/8	9.5	2334.8	15.1	81.2
4	4.75	2930.9	18.9	62.3
10	2.00	3118.2	20.1	42.2

% Grava	57.8
% Arena	29.4
% Finos	12.7

D <sub>10</sub> (%)	—
D <sub>30</sub> (%)	—
D <sub>60</sub> (%)	—
C <sub>u</sub>	—
C <sub>c</sub>	—

**FRACCION PASANTE EN TAMIZ No. 10**

Porcentaje de Material Pasante en Tamiz No. 10 (0.1%) = 42.2  
 Masa Inicial de la Muestra Seca (Pasante en el Tamiz No. 10) (0.01g) = 623.41  
 Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) = 215.84

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante
	$p_i'$	$N_i = \frac{p_i'}{p_1} \times 100$	$N_i'$	$N_i' = 100 - N_i$
(N°)	(mm)	(0.01g)	(0.1%)	(0.1%)
20	0.850	123.62	8.4	33.8
40	0.425	104.99	7.1	26.7
60	0.250	62.40	4.2	22.5
140	0.106	104.39	7.1	15.4
200	0.075	39.63	2.7	12.7

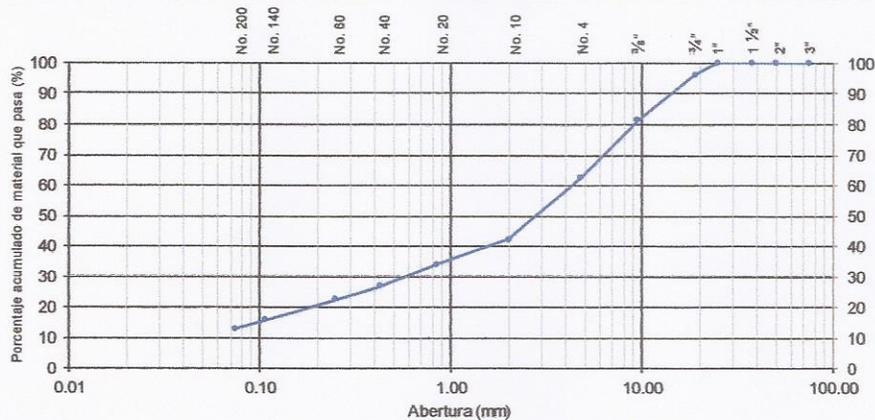
**Características del Material (Análisis Visual)**

**Forma**  
 Redondeado  Angular

**Dureza**  
 Duro y Durable  Suave   
 Meteorizada y Friable

Material Pasante en el Tamiz No. 200 (0.01g) = 2.45

**CURVA GRANULOMETRICA**



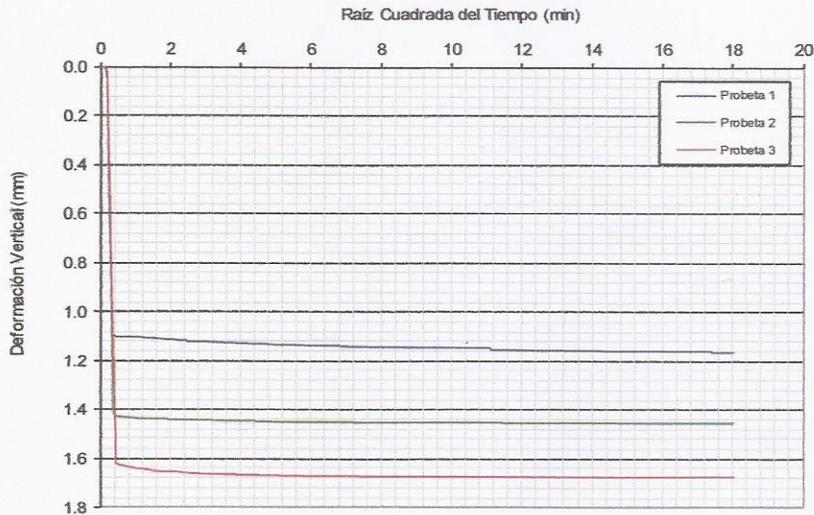
**REPORTE DE ENSAYO**

Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 01**

Características Generales		Probeta N.º		
		1	2	3
Tensión Aplicada	kPa	50	100	150
Velocidad de Corte	mm/min	0.10	0.10	0.10
Masa húmeda Inicial de la Muestra	g	145.79	145.79	145.79
Masa Seca Final de la Muestra	g	108.52	108.21	106.52
Volumen de la Muestra	cm <sup>3</sup>	70.02	70.02	70.02
Densidad húmeda	Mg/m <sup>3</sup>	2.08	2.08	2.08
Contenido de Agua	%	13.7	13.7	13.7
Densidad seca	Mg/m <sup>3</sup>	1.83	1.83	1.83
Peso esp. part. sólidas	Mg/m <sup>3</sup>	2.66	2.66	2.66
Índice de vacíos	%	0.45	0.45	0.45

**Consolidación**



**Observaciones:**

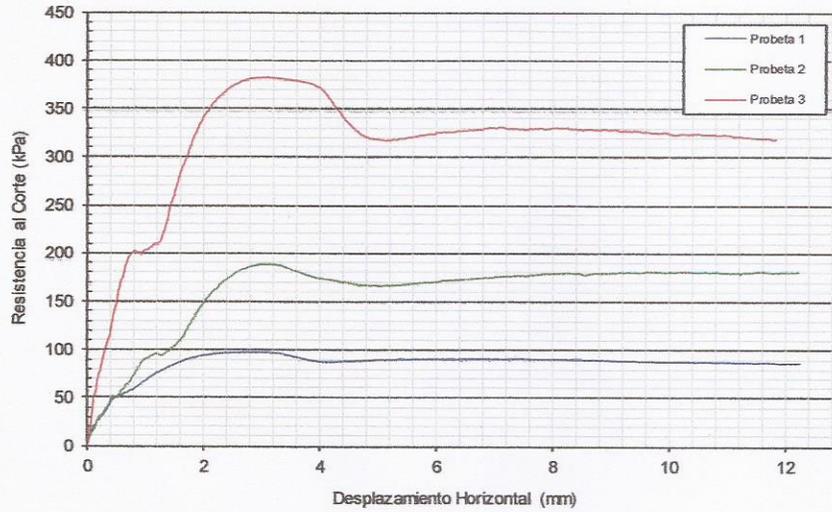
Muestra alterada. La muestra ha sido remoldada utilizando una densidad máxima seca de 1.832 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 13.7%. Ensayo realizado con muestra seca. Condición Drenada.

**REPORTE DE ENSAYO**

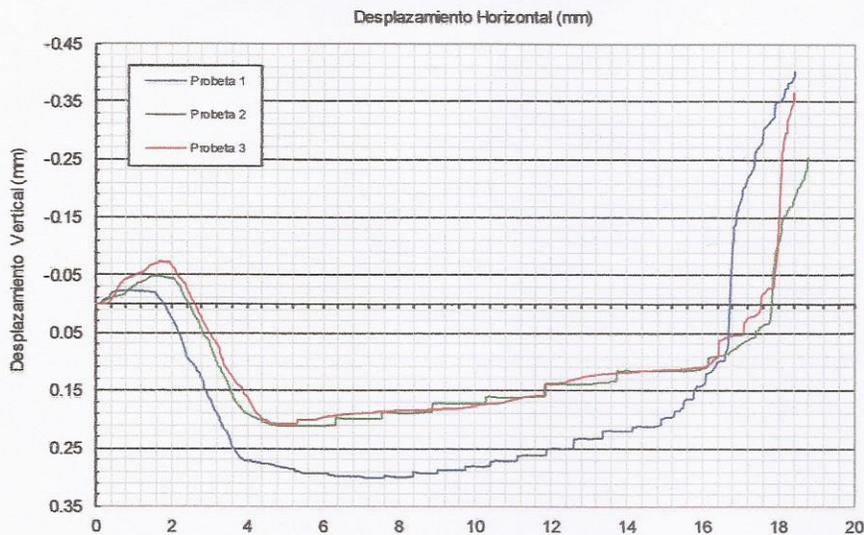
Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 01**

**Resistencia al Corte vs Desplazamiento Horizontal**



**Desplazamiento Vertical vs Desplazamiento Horizontal**



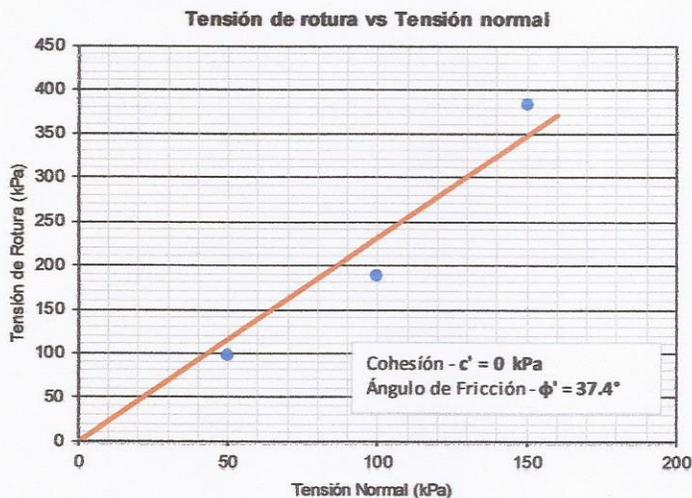
Observaciones:

<b>REPORTE DE ENSAYO</b>	<b>CALICATA 01</b>
Corte Directo ASTM D3080	

**Resultados Finales**

		Probeta		
		1	2	3
Tensión aplicada	(kPa)	50	100	150
Tensión de corte	(0.01kPa)	97.33	188.53	382.47

**Determinación del Ángulo de Fricción y Cohesión**

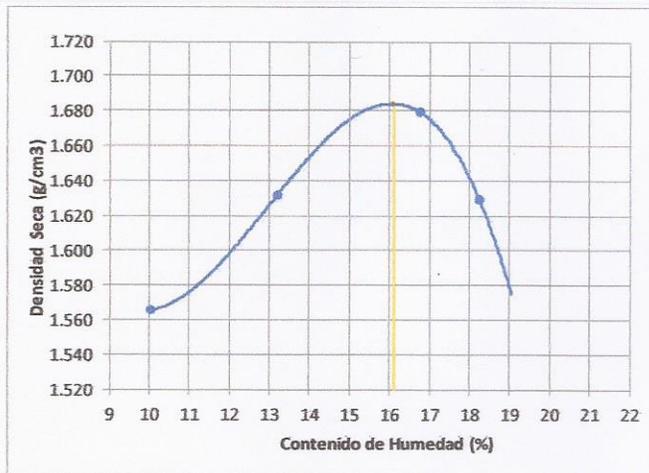


  
 CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 176186

**CALICATA 02**

**Ensayo de Compactación Proctor Modificado  
ASTM D1557**

Tipo de Compactación		Peso del Pisón (g)		Altura de Caída (mm)				Volumen del molde - V (cm <sup>3</sup> )						
Pesado en Molde Pequeño		Pesado: 4540		Pisón Pesado: 457				940						
Método Utilizado		N.º de Capas		N.º de Golpes/Capa				Peso del Molde - P <sub>m</sub> (g)						
A		5		25				3403						
Peso del Molde + Suelo Húmedo	P <sub>t</sub>	g	5022	5139	5246	5214	---	---	---	---	---	---		
Peso del Suelo Húmedo	P = P <sub>t</sub> - P <sub>m</sub>	g	1619	1736	1843	1811	---	---	---	---	---	---		
Densidad Húmeda	$\gamma_w = \frac{P}{V}$	0.001g/cm <sup>3</sup>	1.722	1.847	1.961	1.927	---	---	---	---	---	---		
N.º de la cápsula			2	11	21	16	12	8	22	13	---	---	---	---
Peso de la Cápsula	m <sub>1</sub>	0.01g	104.75	100.24	115.20	110.42	118.10	80.16	124.56	78.49	---	---	---	---
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo	m <sub>2</sub>	0.01g	480.82	615.22	634.92	814.26	692.05	732.44	692.51	751.26	---	---	---	---
Peso de la Cápsula + Suelo Seco	m <sub>3</sub>	0.01g	446.47	568.44	574.41	732.13	609.85	638.48	605.86	646.22	---	---	---	---
Peso del Suelo Seco	P <sub>s</sub> = m <sub>3</sub> - m <sub>1</sub>	0.01g	341.72	468.20	459.21	621.71	491.75	558.32	481.30	567.73	---	---	---	---
Peso del Agua	P <sub>w</sub> = m <sub>2</sub> - m <sub>3</sub>	0.01g	34.35	46.78	60.51	82.13	82.20	93.96	86.65	105.04	---	---	---	---
Contenido de Humedad	$\frac{P_w}{P_s} \times 100$	0.1%	10.1	10.0	13.2	13.2	16.7	16.8	18.0	18.5	---	---	---	---
Contenido de Humedad Promedio	w	0.1%	10.0	13.2	16.8	18.3	---	---	---	---	---	---	---	---
Densidad Seca	$\gamma_s = \frac{\gamma_w}{w + 100}$	0.001g/cm <sup>3</sup>	1.565	1.632	1.679	1.629	---	---	---	---	---	---	---	---



Máxima Densidad Seca (0.001g/cm <sup>3</sup> )	1.684
Óptimo Contenido de Humedad (0.1%)	16.1

*[Signature]*  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 176186

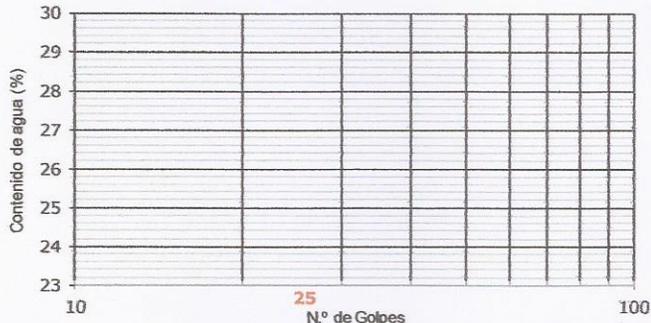
**CALICATA 02**

Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos  
ASTM D 4318-17

Preparación de la muestra			Equipo de ensayo utilizado	
Húmeda:	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz #40	Limite Plástico:	Manual <input checked="" type="checkbox"/>
Secado al aire:	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz #40		Mecánico <input type="checkbox"/>
Secado al horno:	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánicamente por tamiz #40	Limite Líquido:	Manual <input type="checkbox"/>
Mezcladas sobre plato de vidrio y retiradas las partículas medianas de arena				Mecánico <input checked="" type="checkbox"/>
Agua de Mezcla:		Otras:	Espátula Casagrande:	Metálica <input checked="" type="checkbox"/>
Destilada:	<input checked="" type="checkbox"/>	Desmineralizada: <input type="checkbox"/>		Plástica <input type="checkbox"/>

**Limite Líquido**

Número de la cápsula					
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)			
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)			
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)			
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)			
Número de golpes					
Limite Líquido		(%)			NP



**Limite de Plasticidad**

Número de la cápsula				
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)		
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)		
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)		
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)		
Limite de Plasticidad		(%)		NP
Índice de Plasticidad		(%)		NP

*[Signature]*  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

## CALICATA 02

Gravedad Específica de Suelos  
**ASTM D854-14**

Método Utilizado: Método A (Muestra Húmeda)  Método B (Muestra Seca)

Características del Material (Análisis Visual):

% Material Pasante Tamiz N.º 4

Forma:

Redondeado  Angular

Dureza:

Duro y Durable  Suave  Meteorizada y Friable

### CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

Temperatura de calibración del picnómetro	$t_1$	(0.1°C)	23.8	23.6
Masa del picnómetro	$m_1$	(0.01g)	212.88	156.37
Masa del picnómetro + agua	$m_2$	(0.01g)	734.15	682.39

### DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS

Número del picnómetro	-	-	4	5
Masa del picnómetro + agua	$m_3$	(0.01g)	734.15	682.39
Masa del picnómetro + muestra + agua	$m_5$	(0.01g)	783.11	730.18
Número de la cápsula	-	-	5	8
Masa de la cápsula	A	(0.01g)	67.92	68.47
Masa de la muestra seca + cápsula	B	(0.01g)	146.40	144.97
Masa de la muestra seca	$m_4=B-A$	(0.01g)	78.48	76.50
Temperatura del ensayo	$T_1$	(0.1°C)	25.6	25.1
Coefficiente de Temperatura del agua ( $T_1$ ) a 20°C	K	-	0.9990	0.9990
Densidad de las partículas a 20°C	$G_s$	(0.01g/cm <sup>3</sup> )	2.66	2.66
Gravedad Específica de las partículas a 20°C	$G_{20^\circ C}$	(0.01)	2.66	2.66
<b>Gravedad Específica Promedio de las partículas a 20°C</b>	$G_{20^\circ C}$ Promedio	(0.01)	<b>2.66</b>	

  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

## CALICATA 02

**Análisis Granulométrico por Tamizado en Suelos  
ASTM D422-63 (Reaprobado 2007)e2**

Masa Inicial de la Muestra Global Seca (0.1g) = 9852.4  Muestra Seca al Aire  
 Masa Retenida en Tamiz No.10 (0.1g) = 5501.1  
 Masa Pasante en Tamiz No.10 (0.1g) = 4351.3  Muestra Seca en Horno (110 ± 5 °C)

FRACCIÓN RETENIDA EN TAMIZ No. 10					
Porcentaje de Material Retenido en Tamiz No. 10 (0.1%) =					55.8
Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) =					
Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante	
	$p_i$	$N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	$N_i'$	$N_i'' = 100 - N_i'$	
(N.º)	(mm)	(0.1g)	(0.1%)	(0.1%)	(0.1%)
3	75	0.0	0.0	0.0	100.0
2	50	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4	19	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8	9.5	1345.8	13.7	13.7	86.3
4	4.75	2214.8	22.5	36.1	63.9
10	2.00	1940.4	19.7	55.8	44.2

% Grava	55.8
% Arena	35.5
% Finos	8.6

D <sub>10</sub> (%)	0.00
D <sub>30</sub> (%)	0.00
D <sub>60</sub> (%)	0.00
C <sub>u</sub>	#DIV/0!
C <sub>c</sub>	#DIV/0!

FRACCIÓN PASANTE EN TAMIZ No. 10					
Porcentaje de Material Pasante en Tamiz No. 10 (0.1%) =					44.2
Masa Inicial de la Muestra Seca (Pasante en el Tamiz N.º 10) (0.01g) =					269.87
Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) =					220.30
Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante	
	$p_i$	$N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	$N_i'$	$N_i'' = 100 - N_i'$	
(N.º)	(mm)	(0.01g)	(0.1%)	(0.1%)	(0.1%)
20	0.850	80.67	13.2	69.0	31.0
40	0.425	49.50	8.1	77.1	22.9
60	0.250	40.52	6.6	83.8	16.2
140	0.106	30.49	5.0	88.8	11.2
200	0.075	15.95	2.6	91.4	8.6

**Características del Material (Análisis Visual)**

**Forma**

Redondeado  Angular

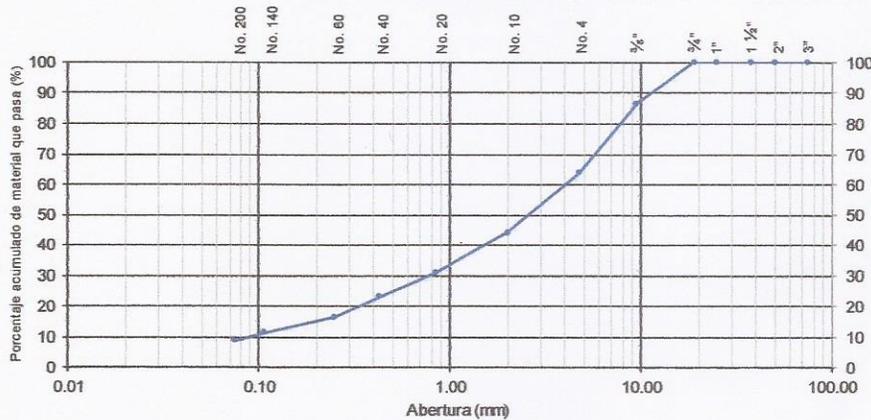
**Dureza**

Duro y Durable  Suave

Meteorizada y Friable

Material Pasante en el Tamiz No. 200 (0.01g) = 1.65

**CURVA GRANULOMETRICA**



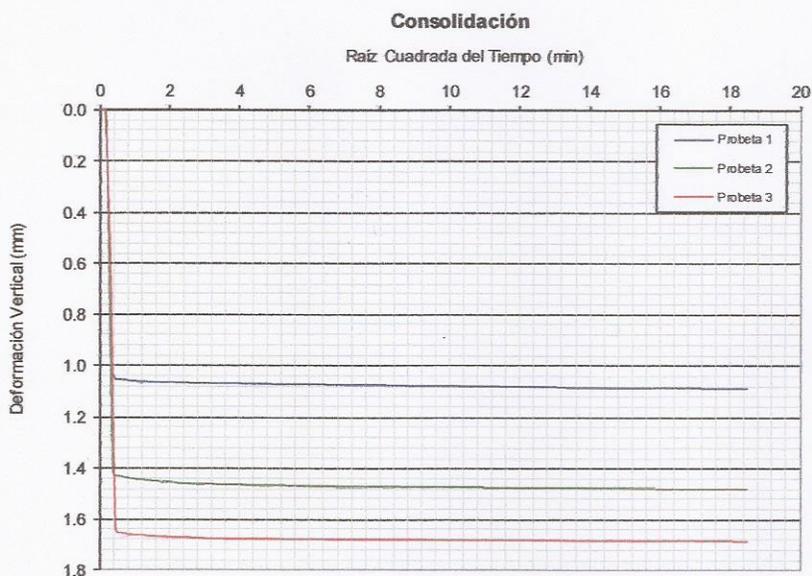
*[Signature]*  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAY**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 176186

**REPORTE DE ENSAYO**

Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 02**

Características Generales		Probeta N.º		
		1	2	3
Tensión Aplicada	kPa	50	100	150
Velocidad de Corte	mm/min	0.10	0.10	0.10
Masa húmeda Inicial de la Muestra	g	136.95	136.95	136.95
Masa Seca Final de la Muestra	g	113.21	112.40	110.84
Volumen de la Muestra	cm <sup>3</sup>	70.02	70.02	70.02
Densidad húmeda	Mg/m <sup>3</sup>	1.96	1.96	1.96
Contenido de Agua	%	16.1	16.1	16.1
Densidad seca	Mg/m <sup>3</sup>	1.68	1.68	1.68
Peso esp. part. sólidas	Mg/m <sup>3</sup>	2.66	2.66	2.66



  
**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 176186

**Observaciones:**

Muestra alterada. La muestra ha sido remoldada utilizando una densidad máxima seca de 1.684 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 16.1%. Ensayo realizado con muestra seca. Condición Drenada.

**REPORTE DE ENSAYO**

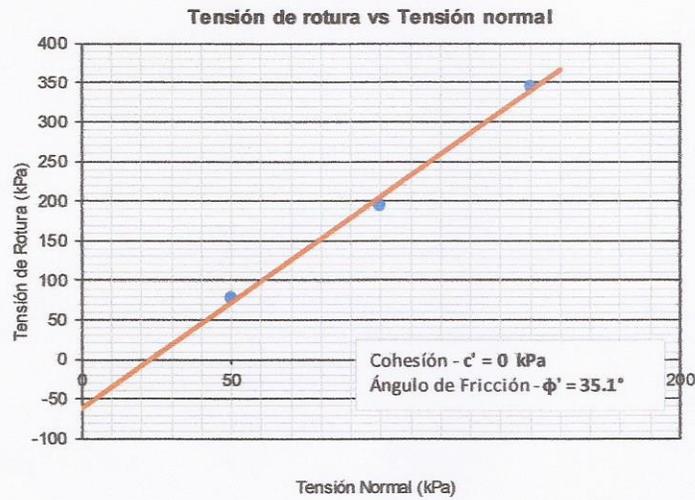
Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 02**

**Resultados Finales**

		Probeta		
		1	2	3
Tensión aplicada	(1kPa)	50	100	150
Tensión de corte	(0.01kPa)	76.72	194.23	344.47

**Determinación del Ángulo de Fricción y Cohesión**




**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C

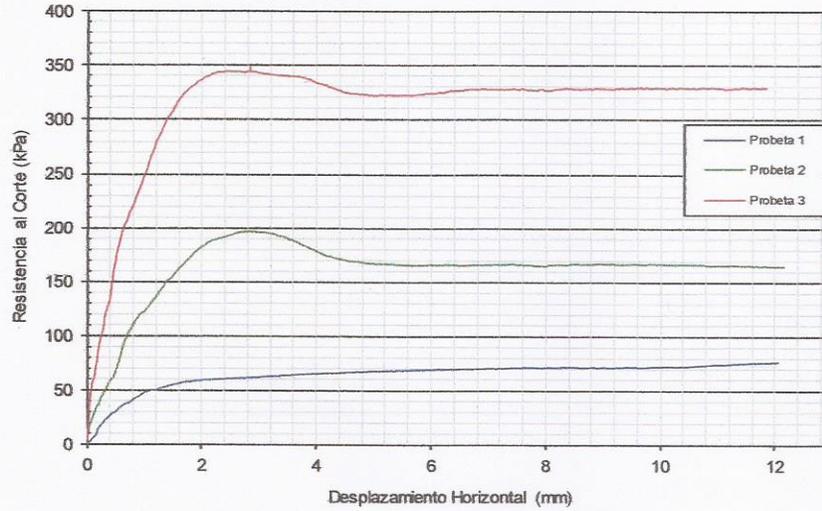
# ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

## REPORTE DE ENSAYO

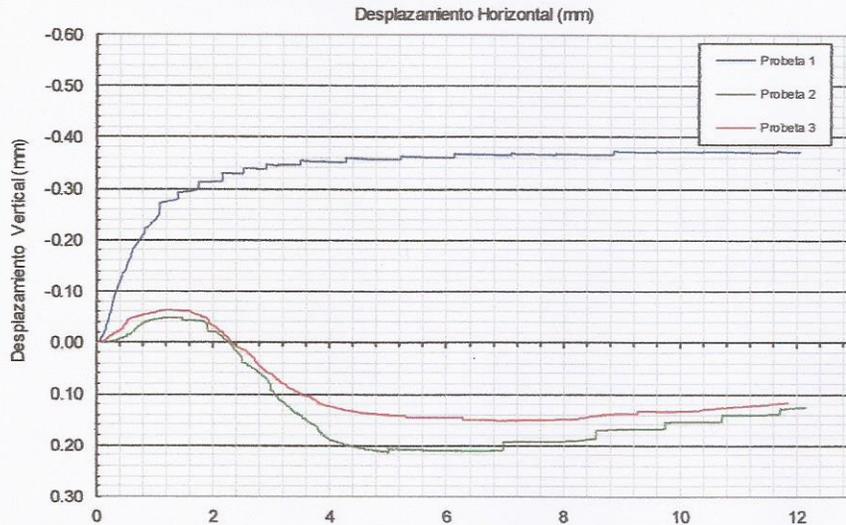
Corte Directo  
ASTM D3080

CALICATA 02

Resistencia al Corte vs Desplazamiento Horizontal



Desplazamiento Vertical vs Desplazamiento Horizontal



  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

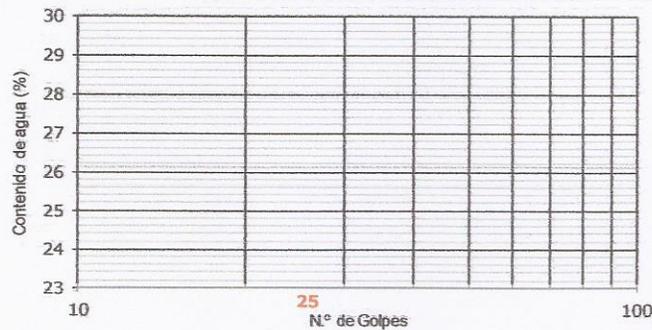
**CALICATA 03**

Limite Líquido, Limite Plástico e Indice de Plasticidad de Suelos  
ASTM D 4318-17

Preparación de la muestra			Equipo de ensayo utilizado		
Húmeda:	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz #40	Limite Plástico:	Manual	X
Secado al aire:	<input type="checkbox"/>	Tamizado en seco en tamiz #40		Mecánico	
Secado al horno:	X	Mecánicamente por tamiz #40	Limite Líquido:	Manual	
Mezcladas sobre plato de vidrio y retiradas las partículas medianas de arena				Mecánico	X
Agua de Mezcla:		Otras:	Espátula Casagrande:	Metálica	X
Destilada	X	Desmineralizada		Plástica	

**Limite Líquido**

Número de la cápsula					
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)			
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)			
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)			
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)			
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)			
Número de golpes					
Limite Líquido		(%)			NP



**Limite de Plasticidad**

Número de la cápsula				
Masa de la cápsula	$m_1$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo húmedo	$m_2$	(0.0g)		
Masa de la cápsula + Suelo seco	$m_3$	(0.0g)		
Masa del suelo seco	$w_s = m_3 - m_1$	(0.0g)		
Masa del agua	$w_w = m_2 - m_3$	(0.0g)		
Contenido de agua	$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100$	(0.1%)		
Limite de Plasticidad		(%)		NP
Índice de Plasticidad		(%)		NP

*[Signature]*  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186

## CALICATA 03

Gravedad Especifica de Suelos  
ASTM D854-14

Método Utilizado: Método A (Muestra Húmeda)  Método B (Muestra Seca)

Características del Material (Análisis Visual):

% Material Pasante Tamiz N.º

Forma:

Redondeado  Angular

Dureza:

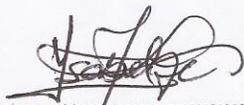
Duro y Durable  Suave  Meteorizada y Friable

### CALIBRACIÓN DEL PICNÓMETRO

Temperatura de calibración del picnómetro	$t_1$	(0.1°C)	23.5	23.7
Masa del picnómetro	$m_1$	(0.01g)	163.61	157.03
Masa del picnómetro + agua	$m_2$	(0.01g)	685.30	681.59

### DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS

Número del picnómetro	-	-	8	9
Masa del picnómetro + agua	$m_3$	(0.01g)	685.30	681.59
Masa del picnómetro + muestra + agua	$m_5$	(0.01g)	748.82	745.03
Número de la cápsula	-	-	11	13
Masa de la cápsula	A	(0.01g)	45.63	52.31
Masa de la muestra seca + cápsula	B	(0.01g)	147.11	153.74
Masa de la muestra seca	$m_4=B-A$	(0.01g)	101.48	101.43
Temperatura del ensayo	$T_1$	(0.1°C)	25.4	25.1
Coefficiente de Temperatura del agua ( $T_1$ ) a 20°C	K	-	0.9990	0.9990
Densidad de las partículas a 20°C	$G_s$	(0.01g/cm <sup>3</sup> )	2.67	2.67
Gravedad Especifica de las partículas a 20°C	$G_{20°C}$	(0.01)	2.67	2.67
<b>Gravedad Especifica Promedio de las partículas a 20°C</b>	$G_{20°C}$ Promedio	(0.01)	<b>2.67</b>	

  
CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186



**CALICATA 03**

Análisis Granulométrico por Tamizado en Suelos  
ASTM D422-63 (Reaprobado 2007)e2

Masa Inicial de la Muestra Global Seca (0.1g) = 12563.8  Muestra Seca al Aire  
 Masa Retenida en Tamiz No.10 (0.1g) = 7115.5  
 Masa Pasante en Tamiz No.10 (0.1g) = 5448.3  Muestra Seca en Horno (110 ± 5 °C)

FRACCIÓN RETENIDA EN TAMIZ No. 10					
Porcentaje de Material Retenido en Tamiz No. 10 (0.1%) =					56.6
Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) =					
Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante	
	$P_i$	$N_i = \frac{P_i}{P_1} \times 100$	$N'_i$	$N''_i = 100 - N'_i$	
(N.º) (mm)	(0.1g)	(0.1%)	(0.1%)	(0.1%)	
3	75	0.0	0.0	0.0	100.0
2	50	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4	19	1523.6	12.1	12.1	87.9
3/8	9.5	2051.8	16.3	28.5	71.5
4	4.75	1683.4	13.4	41.9	58.1
10	2.00	1856.7	14.8	56.6	43.4

% Grava	56.6
% Arena	30.3
% Finos	13.1
D <sub>10</sub> (%)	0.00
D <sub>30</sub> (%)	0.00
D <sub>60</sub> (%)	0.00
C <sub>u</sub>	#DIV/0!
C <sub>c</sub>	#DIV/0!

FRACCIÓN PASANTE EN TAMIZ No. 10					
Porcentaje de Material Pasante en Tamiz No. 10 (0.1%) =					43.4
Masa Inicial de la Muestra Seca (Pasante en el Tamiz N.º 10) (0.01g) =					365.21
Masa de la muestra seca después de Lavado antes del Tamizado (0.1g) =					220.30
Tamiz (Abertura)	Masa Retenida	Parcial Retenido	Acumulado Retenido	Acumulado Pasante	
	$P_i$	$N_i = \frac{P_i}{P_1} \times 100$	$N'_i$	$N''_i = 100 - N'_i$	
(N.º) (mm)	(0.01g)	(0.1%)	(0.1%)	(0.1%)	
20	0.850	106.35	12.6	69.3	30.7
40	0.425	68.21	8.1	77.4	22.6
60	0.250	39.74	4.7	82.1	17.9
140	0.106	26.85	3.2	85.3	14.7
200	0.075	13.96	1.7	86.9	13.1

Características del Material (Análisis Visual)

Forma

Redondeado  Angular

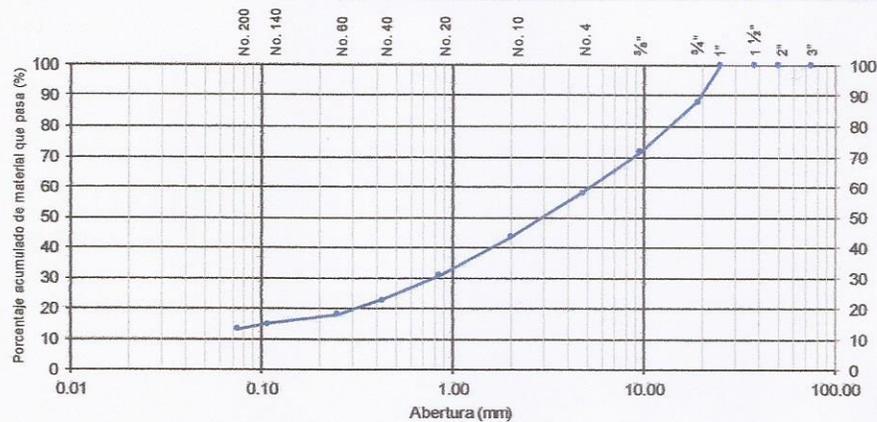
Dureza

Duro y Durable  Suave

Meteorizada y Friable

Material Pasante en el Tamiz No. 200 (0.01g) = 1.65

CURVA GRANULOMETRICA



*Clarita Espinoza Chamaya*  
 CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 176186



INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
CON FINES DE CIMENTACIÓN

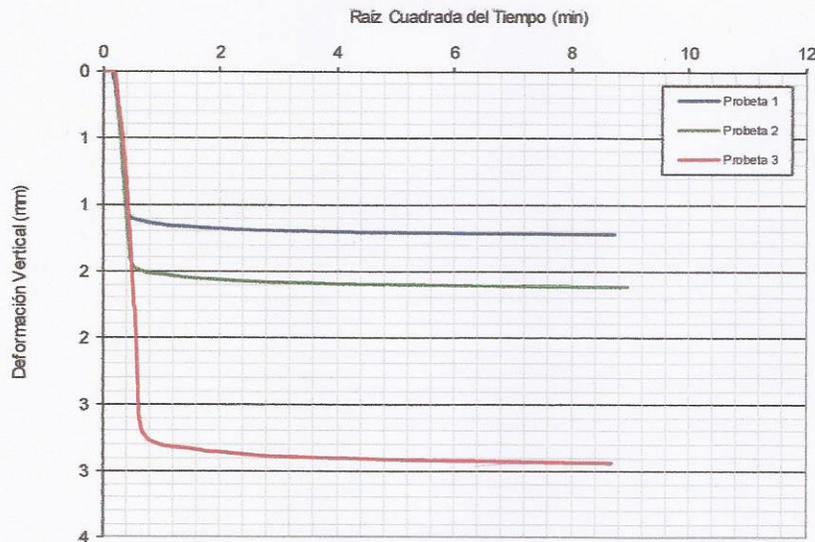
REPORTE DE ENSAYO

Corte Directo  
ASTM D3080

CALICATA 03

Características Generales		Probeta N.º		
		1	2	3
Tensión Aplicada	kPa	50	100	150
Velocidad de Corte	mm/min	0.10	0.10	0.10
Masa húmeda Inicial de la Muestra	g	144.62	144.62	144.62
Masa Seca Final de la Muestra	g	125.76	125.76	125.76
Volumen de la Muestra	cm <sup>3</sup>	69.54	69.54	69.54
Densidad húmeda	Mg/m <sup>3</sup>	2.080	2.080	2.080
Contenido de Agua	%	15.0	15.0	15.0
Densidad seca	Mg/m <sup>3</sup>	1.81	1.81	1.81
Peso esp. part. sólidas	Mg/m <sup>3</sup>	2.67	2.67	2.67

Consolidación



servaciones:

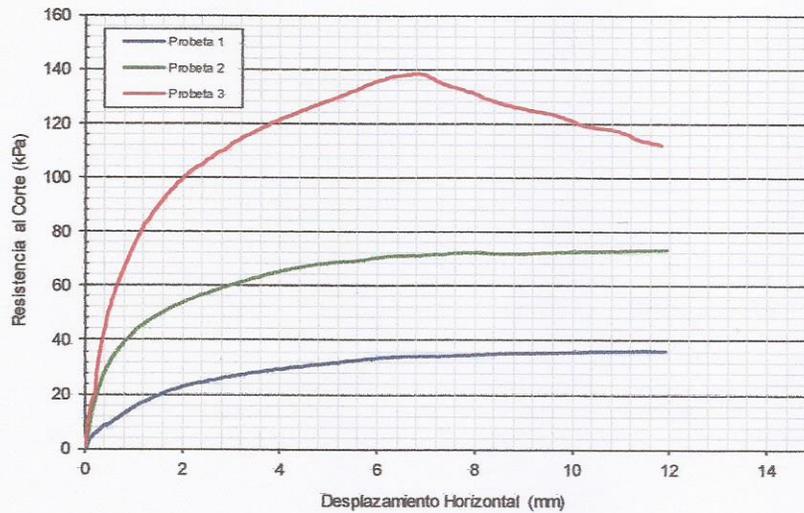
estra alterada. La muestra ha sido remoldada utilizando una densidad máxima seca de 1.809 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 15.0 %. Ensayo realizado con muestra seca. Condición Drenada.

**REPORTE DE ENSAYO**

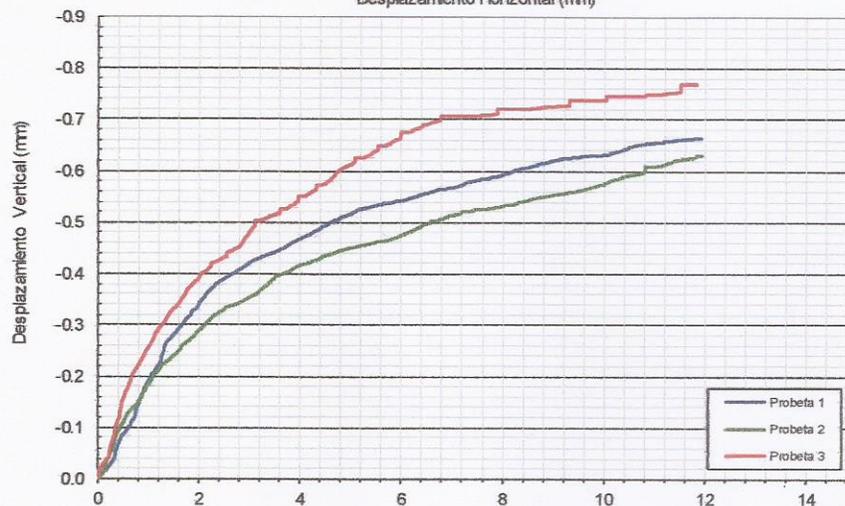
Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 03**

**Resistencia al Corte vs Desplazamiento Horizontal**



**Desplazamiento Vertical vs Desplazamiento Horizontal**



**REPORTE DE ENSAYO**

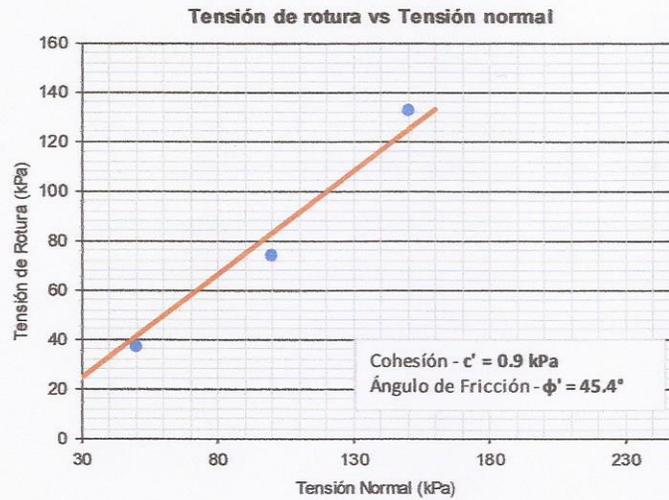
Corte Directo  
ASTM D3080

**CALICATA 03**

**Resultados Finales**

		Probeta		
		1	2	3
Tensión aplicada	(1kPa)	50	100	150
Tensión de corte	(0.01kPa)	36.81	73.39	132.33

**Determinación del Ángulo de Fricción y Cohesión**



**CLARA ISABEL ESPINOZA CHAMAYA**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 176186



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, CASSO VALDIVIA HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural de losa de transferencia de cargas con viguetas en suelo arenoso para edificio multifamiliar, San Bartolo - Lima 2022", cuyos autores son CERVERA SANCHEZ JOSE LUIS, MOY GALARZA HENRY ALONSO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 21 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CASSO VALDIVIA HUGO <b>DNI:</b> 43361836 <b>ORCID</b> 0000-0002-7891-0819	Firmado digitalmente por: HCASSOV el 25-07-2022 18:48:11

Código documento Trilce: TRI - 0357324