

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EFFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE  
SOBRE LA CIMENTACIÓN DE UNA VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE  
HUANCAYO**

**Presentado por:**

**BACH. EDGAR JESUS RAMOS GONZALES**

**Línea de Investigación Institucional:** Nuevas Tecnologías y Procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2023**

**DEDICATORIA**

A mi Dios de los cielos, por ser el sostén y guía de mi vida, a mi madre Angelica y papa Oswaldo, y en especial a mi esposa Yenny y mis hijos Franco, Nicolas y Patricia, a mis tíos y primos ya que gracias a su apoyo pude cumplir con esta meta en mi vida.

Edgar Ramos Gonzales

### **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud eterna a la Universidad Peruana los Andes, y sobre todo a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, por ayudarme a cumplir con esta meta en mi vida de lograr una profesión y poder dar mi tiempo y talento a nuestra sociedad. agradezco a los docentes, amigos, compañeros.

Edgar Ramos Gonzales

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0037-FI -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente:

**Tesis**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

X

Titulada: **EFFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE SOBRE LA CIMENTACIÓN DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE HUANCAYO** Con la siguiente información:

Con autor(es) : **BACH. RAMOS GONZALES EDGAR JESUS**

Facultad : **INGENIERÍA**

Programa académico: **INGENIERIA CIVIL**

Asesor(a) : **MG. RANDO PORRAS OLARTE**

Fue analizado con fecha **04/10/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye bibliografía.**

**Excluye citas.**

**Excluye cadenas hasta 20 palabras.**

Otro criterio (especificar)

x
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **21** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 04 de Octubre de 2023.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCANI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**PRESIDENTE****DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA**

---

**JURADO****MTRO. MEZA TERBULLINO GIANCARLO FERNANDO**

---

**JURADO****MTRO. GONZALES ROJAS CARLOS ALBERTO**

---

**JURADO****ING. FLORES ESPINOZA CARLOS GERARDO**

---

**MG. Leonel Untiveros Peñaloza****SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE

## Contenido

I.	CAPÍTULO I: .....	13
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.2	FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA ...	14
1.2.1	PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2	PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3	Justificación .....	14
1.3.1	Práctica o social.....	14
1.3.2	Científica o teórica .....	14
1.3.3	Metodología .....	15
1.4	Delimitación .....	15
1.4.1	Delimitación espacial .....	15
1.4.2	Delimitación temporal .....	15
1.4.3	Delimitación geográfica.....	15
1.4.4	Delimitación económica .....	15
1.5	Limitaciones .....	16
1.6	Objetivos.....	16
1.6.1	Objetivo general.....	16
1.6.2	Objetivos generales .....	16
II.	CAPÍTULO .....	17
2.1	Antecedentes.....	17
2.1.1	Antecedentes Nacionales .....	17
2.1.2	Antecedentes internacionales.....	19
2.2	Marco conceptual.....	20
2.2.1	La cimentación definición:.....	20
2.2.2	Tipos de cimentación por su profundidad de desplante.....	22
2.2.3	Definición de términos: .....	23
2.3	Hipótesis .....	25
2.3.1	Hipótesis general: .....	25
2.3.2	Hipótesis específicas: .....	25
2.4	Variables:.....	26
2.4.1	Definición conceptual de la variable:.....	26
2.4.2	Definición operacional de la variable: .....	26
2.4.3	Operacionalización de variables .....	26
III.	CAPÍTULO III .....	27
3.1	Método de investigación .....	27
3.2	Tipo de investigación .....	27

3.3	Nivel de investigación .....	28
3.4	Diseño de Investigación.....	28
3.5	Población y muestra .....	28
3.5.1	Población .....	28
3.5.2	Muestra.....	29
3.5.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	29
3.6.1	Técnicas de procesamiento de datos .....	29
3.6.2	Documentales (mediante el análisis documental).....	29
3.6.3	Instrumentos .....	30
3.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	30
IV.	CAPÍTULO IV .....	31
4.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO:.....	31
4.2	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	31
4.3	ANÁLISIS SÍSMICO.....	32
4.4	CÁLCULO:.....	32
4.5	NORMAS DE DISEÑO .....	32
4.5.1	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES: .....	33
4.5.2	CARGAS VERTICALES: .....	33
4.5.3	CONCRETO: .....	34
4.5.4	ACERO DE REFUERZO: .....	34
4.6	CARGAS VERTICALES:.....	34
4.6.1	CARGA MUERTA DEL 1° AL 5° NIVEL:.....	34
4.6.2	CARGA MUERTA DEL 6° NIVEL Y AZOTEA:.....	34
4.6.3	CARGA VIVA DEL 1° AL 5° NIVEL:.....	34
4.6.4	CARGA VIVA DEL 6° NIVEL Y AZOTEA:.....	34
4.6.5	COMBINACIÓN DE CARGAS: .....	35
4.7	MODELO ESTRUCTURAL:.....	35
4.8	ANÁLISIS SÍSMICO.....	37
4.9	PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICOS.....	37
4.9.1	Factor de zona (Z): .....	38
4.9.2	Factor de uso (U):.....	38
4.9.3	Factor de ampliación sísmica (C):.....	38
4.9.4	Factor de ampliación de suelo (S): .....	38
4.9.5	Periodo largo (TL) y periodo de plataforma (Tp): .....	39
4.9.6	Coeficiente de reducción sísmica (R): .....	39
4.10	ESPECTRO DE RESPUESTA:.....	41
4.11	ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL:.....	41
4.12	MASAS Y PESO DEL EDIFICIO.....	41
4.13	PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN .....	42
4.14	DESPLAZAMIENTOS LATERALES .....	43

4.15	Diseño de la cimentación: .....	44
4.15.1	Diseño de cimentación para un desplante de 1.45m: .....	44
4.16	Diseño de cimentación para un desplante de 1.95m: .....	47
4.17	Diseño de cimentación para un desplante de 2.20m: .....	49
V.	CAPÍTULO V .....	51
5.1	resultados .....	51
	CONCLUSIONES .....	52
	RECOMENDACIONES .....	53
	BIBLIOGRAFÍA .....	54
VI.	ANEXOS .....	55
	ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	56
	MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	CARGAS SOBRE UN CIMIENTO SUPERFICIAL FUENTE: (YEPES, 2016)	22
FIGURA 2	DESCALCE DE UNA CIMENTACIÓN VECINA DURANTE LA EXCAVACIÓN.	23
FIGURA 3	CLASIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE APOYO	24
FIGURA 4	TIPOS DE ZAPATA	24
FIGURA 5	IMAGEN DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	34
FIGURA 6	PLANTA 1° Y 2° NIVEL EN ETABS.	39
FIGURA 7	PLANTA 3° Y 4° NIVEL EN ETABS.	39
FIGURA 8	PLANTA 5° Y 6° NIVEL EN ETABS.	40
FIGURA 9	PLANTA 6° NIVEL Y AZOTEA EN ETABS.	40
FIGURA 10	VISTA EN 3D DE LA ESTRUCTURA.	41
FIGURA 11	FACTOR DE AMPLIACIÓN SÍSMICA	42
FIGURA 12	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	42
FIGURA 13	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	43
FIGURA 14	PERIODOS $T_p$ Y $T_L$	43

FIGURA 15 SISTEMAS ESTRUCTURALES	44
FIGURA 16 ESPECTRO PSEUDO - ACELERACIONES.	45
FIGURA 17 CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.45M	49
FIGURA 18 ASENTAMIENTO EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.45M	50
FIGURA 19 PRESIONES EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.45M	50
FIGURA 20 CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.95M	52
FIGURA 21 ASENTAMIENTO EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.95M	52
FIGURA 22 PRESIONES EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.95M	53
FIGURA 23 CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 2.20M	54
FIGURA 24 ASENTAMIENTO EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 2.20M	54
FIGURA 25 PRESIONES EN LA CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 2.20M	55

### ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1 TIPOLOGÍA DE CIMIENTO Y ELEMENTO ESTRUCTURAL PARA CIMENTACIÓN	24
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	27
TABLA 3 CAPACIDAD PORTANTE Y PESO ESPECÍFICO	34
TABLA 4 PARÁMETROS SÍSMICOS.	43
TABLA 5 PESO DEL EDIFICIO.	44
TABLA 6 PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN.	45
TABLA 7 DESPLAZAMIENTOS EN EL SENTIDO "X - X"	46
TABLA 8 DESPLAZAMIENTOS EN EL SENTIDO "Y - Y"	47
TABLA 9 ZAPATAS PARA UN DESPLANTE DE 1.45M	48
TABLA 10 ZAPATAS PARA UN DESPLANTE DE 1.95M	50
TABLA 11 ZAPATAS PARA UN DESPLANTE DE 2.20M	52

## RESUMEN

A fin de desarrollar la presente investigación se consideró la formulación del problema general ¿Qué efectos produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?, proponiendo como objetivo general : Determinar los efectos que produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la Ciudad de Huancayo, para la Hipótesis general fue: la profundidad de desplante produce efectos significativos en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.

Para la implementación de esta investigación se encaminó por un análisis – síntesis de tipo aplicada descriptivo correlacional siendo el diseño cuasi experimental. La población estaría orientada por todas las cimentaciones de las edificaciones de la ciudad de Huancayo, también se toma como muestra de esta investigación la vivienda ubicada en la Av. Daniel Alcides Carrión Nro. 2480.

Para esta investigación se determinó lo siguiente: los efectos que produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo, los resultados son positivos toda vez que a mayor desplante aumenta la capacidad portante y de esta manera aumenta la resistencia del terreno, el cual da como resultado la disminución de las zapatas el cual también beneficia en una reducción de costos a los interesados de realizar algún proyecto de construcción, también da como resultado la disminución de efectos de asentamiento y de alguna falla en las estructuras.

**Palabras clave:** profundidad de desplante, cimentación de una estructura

### **ABSTRACT**

In order to develop this research, the formulation of the general problem was had: What effects does the depth of rudeness produce in the foundation of a multi-family dwelling in the city of Huancayo?, in this way being the general objective: Determine the effects that produces the depth of the foundation in the foundation of a multi-family dwelling in the City of Huancayo, for the general Hypothesis it was: the depth of the foundation produces significant effects in the foundation of a multi-family dwelling in the city of Huancayo.

For the implementation of this research, an analysis - synthesis of applied descriptive correlational type was followed, the design being quasi-experimental. The population would be oriented by all the foundations of the buildings in the city of Huancayo, the house located at Av. Daniel Alcides Carrión No. 2480 is also taken as a sample for this investigation.

For this investigation, it is concluded that the following was determined: the effects produced by the depth of rudeness in the foundation of a multi-family dwelling in the city of Huancayo, the results are positive since the greater the rudeness, the bearing capacity increases and in this way increases the resistance of the ground, which results in the reduction of the footings, which also benefits in a reduction of costs to those interested in carrying out a construction project, also results in the reduction of settlement effects and some failure in the structures.

Keywords: foundation depth, foundation of a structure

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Huancayo zona urbana, así como en todo el Perú se presentan muchos desafíos al momento de desarrollar el diseño de una cimentación, siendo de vital importancia las características físicas y químicas del suelo. También se debe considerar los efectos que pueden ocurrir si no se cimenta a la profundidad correcta ya que las fallas que pudieran ocurrir serán daños estructurales en la edificación, asentamientos grietas y desplomes sobre la estructura. El desplante de la cimentación debe ser de tal manera que la capacidad portante del suelo sea lo suficiente para evitar fallas sobre la edificación y por ende resguardar las vidas de las personas que las ocupan.

Para hallar la profundidad adecuada se debe desarrollar un modelado y diseño de las zapatas y la cimentación en función del esfuerzo neto, según el número de pisos, secciones de vigas y columnas y su respectivo acero. También cabe mencionar el cuidado que se debe tener con la cimentación de los colindantes de tal manera que se pueda evitar daños por excavación.

La cimentación es parte de la estructura de un edificio además de soportar y transmitir las cargas hacia el estrato inferior de tal manera que tiene que distribuir la presión admisible de tal manera que no ocurra una falla sobre la estructura. por ello como parte importante es el correcto dimensionamiento del cimientto tomando en cuenta las características geotécnicas del suelo

El presente trabajo se estructuró de la siguiente manera: en cuatro capítulos:

**En el CAPÍTULO I:** la intención es presentar el problema general y los problemas específicos correspondientes. Esto incluye objetivos tanto generales como específicos, junto con la justificación de orden práctico y metodológico, además, las delimitaciones tanto espacial como temporal.

**En el CAPÍTULO II:** Marco teórico; para esta etapa se consideran estudios previos con suficiente literatura que servirá para nuestra investigación así como los antecedentes y el marco conceptual.

**En el CAPÍTULO III:** Metodología; para esta etapa se considera un planteamiento estructural, así también diseño de estudio y técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

**En el CAPÍTULO IV:** Resultados; para esta etapa del capítulo se mostrará en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.

**En el CAPÍTULO V:** Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultados con otras investigaciones para enriquecer el método científico.

**El Autor**

## I. CAPÍTULO

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La información sobre los suelos con respecto a la capacidad portante se inició con Prandtl (1920). Prandtl (1920) propuso una solución a un problema acercándose a la cimentación con una longitud y un ancho infinitos  $B$ , sobre un suelo arcilloso que tenía un ángulo de fricción cero y un peso insignificante. Mientras tanto, Terzaghi introdujo en 1943 una fórmula sencilla para la carga máxima, que se basó en la solución de Prandtl. Hansen, en 1961, desarrolló una fórmula que incluía la fórmula de Terzaghi y la fórmula de Skempton como casos particulares. Esta fórmula consideró los efectos de la forma, la profundidad y la inclinación, haciéndola más aplicable. En 1963, Vesic realizó múltiples pruebas de capacidad de carga en placas circulares y rectangulares sostenidas por arena con diversas densidades relativas de compactación.

Una problemática de gran importancia en nuestro país es la ocurrencia de terremotos, así como, de manera específica, de tsunamis a lo largo de nuestras costas del Pacífico. Estos desastres naturales, dependiendo de su magnitud, han causado daños importantes a varias ciudades y localidades, especialmente en las regiones costeras. Como los terremotos siguen un patrón cíclico, se prevé que volverán en el futuro con igual o mayor fuerza. Los factores que deben tenerse en cuenta incluyen la intensidad del temblor del suelo, la educación de los habitantes y la calidad de las estructuras (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2017a).

Por otro lado, los patrones migratorios de las últimas décadas han dado lugar a que la población se asiente en zonas peligrosas dentro de las principales ciudades debido a una planificación urbana insuficiente. A este problema se suma la prevalencia de viviendas mal construidas que han sido construidas sin ninguna consideración por la organización territorial ni el cumplimiento de las normas técnicas peruanas (IGP, 2017b).

En este sentido, nuestro proyecto se llevó a cabo en el distrito de Huancayo de la provincia de Huancayo, donde el suelo arenoso del sitio no proporciona una estructura de cimientos segura, lo cual es fácilmente

observable. Para abordar este problema, planeamos determinar los parámetros del suelo mediante un estudio geotécnico. Nuestro objetivo es presentar diseños de cimentación alternativos que sean adecuados para este tipo de suelo.

## **1.2 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Qué efectos produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- A. ¿Qué relación existe entre la capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?
  
- B. ¿Qué relación existe entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 PRÁCTICA O SOCIAL**

Se justifica en un bien social hacia los usuarios del distrito de Huancayo en la provincia de Huancayo, cuando se determine los efectos que aplican a distintas profundidades de desplante y se diseñe la cimentación más adecuada.

### **1.3.2 CIENTÍFICA O TEÓRICA**

Sin lugar a dudas, los datos recopilados y compilados ayudarán significativamente a este y a otros esfuerzos de investigación comparables, al mismo tiempo que ampliarán la base teórica del conocimiento relacionado con el tema mencionado anteriormente.

### **1.3.3 METODOLOGÍA**

El proyecto se ha planificado como una metodología explicativa con un diseño prospectivo ya que al abordar una línea longitudinal en esta investigación nos permitirá tener un beneficio acorde a normas que nos regimos, de igual modo, el propósito de este trabajo de investigación es brindar un enfoque metódico a los pasos necesarios que intervienen en el proceso del proyecto de investigación. El desarrollo de datos se realizará de manera secuencial para demostrar los parámetros requeridos para cada paso, tanto en el trabajo de oficina como de campo. Este enfoque sistemático dará como resultado una metodología ideal y específica.

## **1.4 DELIMITACIÓN**

### **1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Para este proyecto se establecieron los límites en el distrito de Huancayo perteneciente a la provincia de Huancayo ubicado en el departamento de Junín.

### **1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Para este proyecto se estableció el inicio en el mes de abril del 2022 hasta septiembre del 2022.

### **1.4.3 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA**

La zona geográfica delimitada Está ubicada en la zona urbana de la ciudad de Huancayo por este motivo, se encuentra ubicado en:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : Huancayo

### **1.4.4 DELIMITACIÓN ECONÓMICA**

La investigación requirió un presupuesto elevado toda vez que se realizó los gastos propios aun en estas épocas de difícil situación económica y de salud, pero para realizar un examen más exhaustivo, existe la

posibilidad de realizar investigaciones precisas que pueden no ser factibles debido a limitaciones financieras.

## **1.5 LIMITACIONES**

Respecto a las limitaciones se considera los problemas de salubridad, ya que estamos pasando por situaciones de pandemia como lo es el Covid - 19, esta enfermedad ha generado y obligado a que nuestra economía sea muy baja, siendo así la limitación más importante que nos ha perjudicado en poder invertir en este proyecto. La falta de inversión financiera ha supuesto un obstáculo importante para nuestra investigación, ya que no podemos realizar pruebas en laboratorios especializados que garanticen resultados fiables. Además, el aspecto técnico de nuestra investigación se ha visto limitado por la escasez de especialistas en este campo, lo que ha limitado aún más nuestro progreso.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los efectos produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.

### **1.6.2 OBJETIVOS GENERALES**

- A. Determinar la relación que existe entre la capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.
  
- B. Determinar la relación que existe entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.

## II. CAPÍTULO

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES

- a) **Pajuelo, (2018)** realizó la investigación “DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN DEL MERCADO MODELO VILLAS DE ANCÓN DISTRITO DE ANCÓN” en la cual se tuvo como objetivo diseñar las bases del mercado modelo Villas de Ancón, ubicado en el distrito de Ancón. El proyecto tuvo una superficie de 8065,13 m<sup>2</sup> y constaba de un edificio de 4 plantas. Se prestó especial atención al contexto histórico de la zona, como terremotos y tsunamis, que pueden provocar licuefacción de los suelos granulares que dominan la región. El estudio de mecánica de suelos realizado para este proyecto generó datos que permitieron seleccionar la mejor alternativa para una base estable que asegurara la estabilidad a largo plazo de la estructura. Para determinar la superficie y la estratigrafía desplazada, se excavaron seis pozos con profundidades que oscilaron entre 3,60 metros y 4,00 metros. Se utilizó un proceso metodológico y cuantitativo, dando como resultado un diseño de investigación descriptivo y experimental. Este estudio reveló que el suelo de la zona era arena mal graduada (SP) con una capacidad de carga de 216,26 KN/m<sup>2</sup> (2,21 kg/cm<sup>2</sup>), y no contenía sales agresivas.
- b) **Laura, (2016)** realizó la investigación “EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PREDICTIVA DE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS LACUSTRES DE LA BAHÍA DE PUNO, PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES” conclusión: en esta bahía los suelos son finos y cohesivos formados así por la sedimentación de finos transportados, la calidad de este suelo no ayuda a la necesidad poblacional de construir viviendas, trayendo consigo problemas al momento de

construir sobre este terreno. Este proyecto tuvo como objetivo determinar la carga máxima admisible expresada por su capacidad máxima admisible. establecer la carga máxima que el suelo podría soportar expresada a través de su capacidad de carga. El objetivo principal fue evaluar la efectividad de diversos métodos utilizados para estimar el comportamiento mecánico de los suelos. En particular, los investigadores se propusieron estimar el comportamiento mecánico de los suelos lacustres ubicados en la Bahía de Puno para cimentaciones superficiales, utilizando procedimientos y métodos establecidos. La metodología utilizada implicó una revisión integral de la mecánica de suelos para determinar las características del suelo lacustre blando, así como los procedimientos de cálculo de la capacidad portante para el diseño de cimentaciones superficiales. Además, se realizaron pruebas de laboratorio para determinar las propiedades de los suelos del lago. Los resultados de las pruebas de laboratorio demostraron que algunos de los suelos lacustres de la bahía contenían material orgánico con baja resistencia al corte y eran fácilmente comprimibles, lo que los hacía inadecuados para la construcción. Uno de los resultados significativos del estudio fue que una zapata de 1,00 m<sup>2</sup> podía soportar un nivel, mientras que una zapata de 1,50 m<sup>2</sup> podía soportar dos pisos.

- c) **Fernández, (2015)** realizó la investigación “CAPACIDAD PORTANTE CON FINES DE CIMENTACIÓN MEDIANTE LOS ENSAYOS SPT Y CORTE DIRECTO EN EL DISTRITO DE AGUAS VERDES TUMBES”. La Región de Tumbes fue el sitio del presente estudio. Para determinar las características del suelo se realizaron un total de 8 ensayos de corte y penetración directos, conocidos como SPT. La capacidad de carga de la cimentación se estableció mediante la prueba de penetración estándar (SPT) y pruebas de corte directo realizadas a una profundidad de 3 metros en el Distrito de Aguas Verdes Tumbes. Los resultados de estas pruebas fueron 1,33 kg/cm<sup>2</sup> y 2,81 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Se concluyó que el ensayo de

penetración estándar (SPT) fue un 87% inferior al ensayo de corte directo. A una profundidad de 3 metros se descubrió que los suelos de cimentación estaban compuestos por arenas limosas mal graduadas y sin presencia de arcillas (SP-SM). Los análisis químicos mostraron que los sulfatos y cloruros estaban presentes en concentraciones más allá de los límites permitidos. Además, se encontró un nivel freático de 3 metros de profundidad. Con base en estos hallazgos, se recomienda mejorar los cimientos superficiales en estas situaciones.

### **2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

- a) Castillo, (2017)** “ESTUDIO DE ZONIFICACIÓN EN BASE A LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO EN LAS CIMENTACIONES DE LAS VIVIENDAS DEL CASCO URBANO DE LA PARROQUIA LA MATRIZ DEL CANTÓN PATATE PROVINCIA DE TUNGURAHUA”. El propósito del estudio fue utilizar software para determinar la capacidad de carga del suelo. El objetivo final era establecer un sistema de zonificación basado en las características del suelo. Los resultados del estudio concluyeron que, si la capacidad portante del suelo tiene resistencias superiores a 30 toneladas/m<sup>2</sup>, entonces la cimentación se mantendrá estable con un nivel de compensación de 1,50. En las zonas 2, 4, 5 y 6, donde la resistencia supere las 15 toneladas/m<sup>2</sup>, las cimentaciones se realizarán dentro de los parámetros máximos. Sin embargo, en la zona 3 se encontró una baja resistencia de 10,83 toneladas/m<sup>2</sup>, agravada por la presencia de un nivel freático. Para evitar fallas por hundimientos, se recomienda el mejoramiento del suelo y un sistema de drenaje, junto con la construcción de una cimentación reforzada.
- b) León, (2014)** “ESTUDIO GEOTÉCNICO Y ANÁLISIS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES DE LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE NORCAY”. El propósito de esta investigación fue examinar minuciosamente la base del puente, ya que los datos recopilados del

pilar derecho entran en conflicto con los cálculos anteriores, lo que genera la necesidad de nuevos cálculos. En consecuencia, la cimentación debe ampliarse a 7 metros para soportar las tensiones de carga en la zapata, lo que requiere el uso de pilotes hincados. Los Ensayos de Penetración del Suelo (SPT) revelaron la existencia de un estrato constituido por arena con mala granulometría y presencia de limo (SP-SM), con un valor NSPT de 75. Según la experiencia internacional, un valor NSPT superior a 50 indica un suelo robusto. estrato, y se aconseja reforzar la estructura con cemento a esta profundidad.

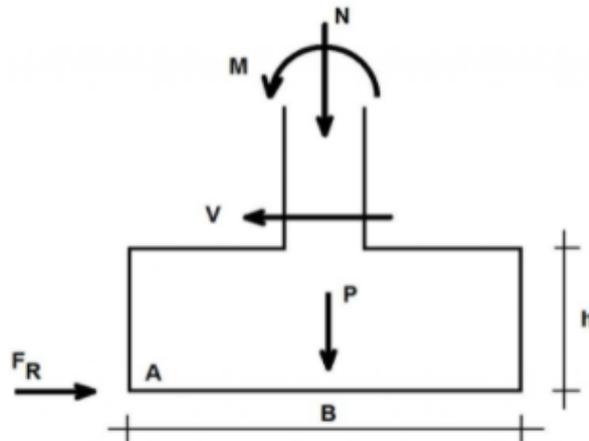
**c) Chavarria, (2017)** “DESARROLLO DEL CONTENIDO PROGRAMÁTICO DE LAS ASIGNATURAS “ANÁLISIS GEOTÉCNICO” Y “CIMENTACIONES”, DEL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA, PARA LA INCORPORACIÓN EN LA REFORMA CURRICULAR DE LA CARRERA INGENIERÍA CIVIL”. La investigación llegó a la siguiente conclusión: para desarrollar un mejor enfoque en los estudios de la Geotecnia Moderna es necesaria la implementación de estructuras acorde al desarrollo tecnológico, así, para garantizar una adquisición constante e integral de conocimientos a los estudiantes, es necesario integrar los contenidos de las distintas materias que se imparten dentro del departamento. Este proceso comienza con los fundamentos de la geología, luego avanza al estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, seguido del análisis del comportamiento del suelo bajo la aplicación de cargas y culmina en el diseño de estructuras como cimientos, muros de contención, taludes y Métodos de refuerzo del suelo, incluido el uso de anclajes.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 LA CIMENTACIÓN DEFINICIÓN:**

La cimentación cumple la función de transmitir la carga de una edificación, siendo estas la carga axial y de momento las descarga hacia el estrato

inferior del suelo. Tiene como objetivo soportar de manera estable en la profundidad que se proyecta su desplante sin que esto supere la presión admisible del terreno según indique su estudio de suelos. (ver Figura 1).



**Figura 1 Cargas sobre un cimiento superficial**  
Fuente: (Yepes, 2016)

Los procedimientos constructivos afectan de manera directa la resistencia de la cimentación. A modo de ejemplo en la actualidad se están construyendo calzaduras los cuales son estructuras provisionales para una cimentación vecinal, pero esta a su vez perjudica en alguna medida los muros y cimientos al generar cambio en los suelos del vecino. Existe una manera de mejorar la resistencia del suelo con el uso de pilotes.



**Figura 2 descalce de una cimentación vecina durante la excavación.**  
Fuente: E. Valiente

la profundidad a la que una cimentación debe ser colocada se clasifica (ver Figura 3). Así, de esta manera se nombra  $D$  a la cimentación ubicada a cierta profundidad y  $B$  la medida menor del cimientto, clasificandola de la siguiente manera:

## 2.2.2 TIPOS DE CIMENTACIÓN POR SU PROFUNDIDAD DE DESPLANTE

### A. Cimentación superficial o directa:

- $D/B < 4$
- $D < 3$  m

### B. Cimentación semi-profunda o pozos:

- $4 \leq D/B \leq 8$
- $3$  m  $\leq D \leq 6$  m

### C. Cimentación profunda o pilotaje:

- $D/B > 8$
- $D > 6$  m

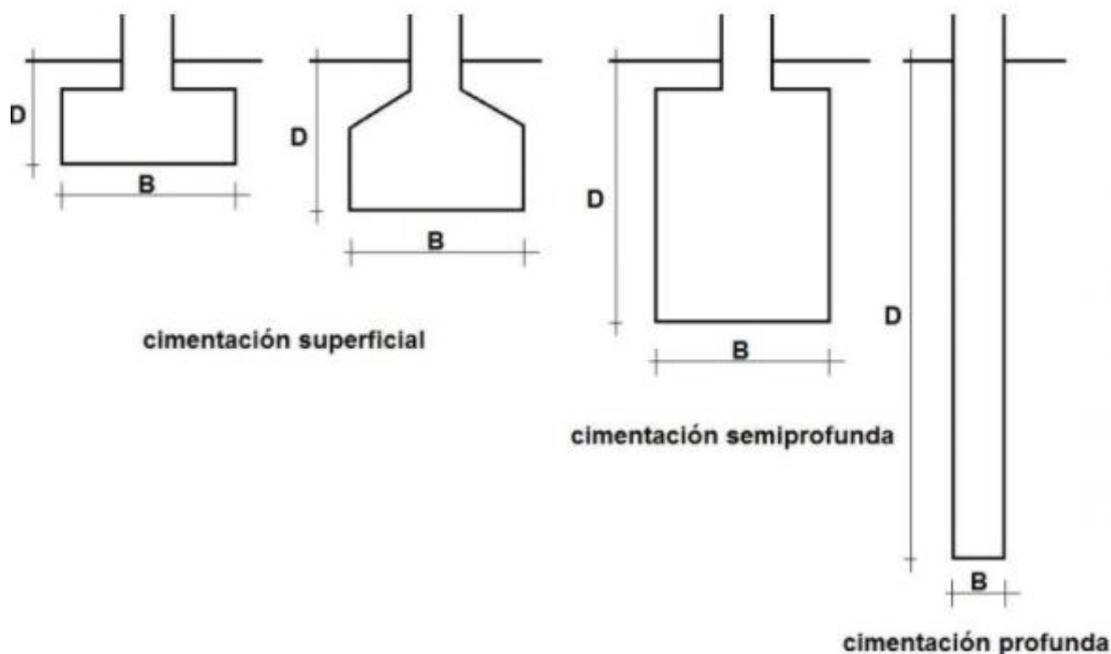


Figura 3 Clasificación de las cimentaciones en función de la profundidad de apoyo  
Fuente (Yepes, 2016)

existen varios tipos de cimentaciones superficiales según se menciona en la siguiente figura.

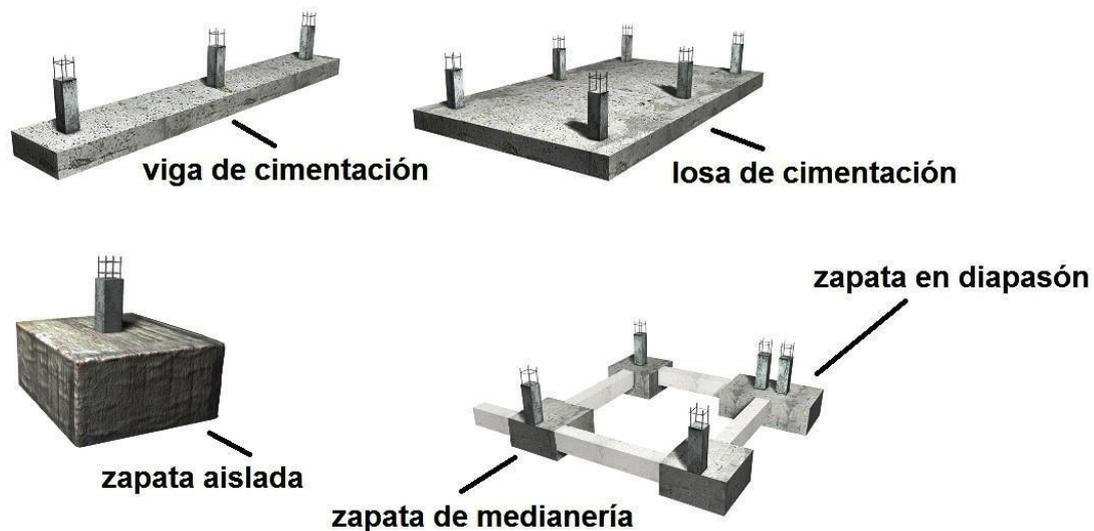


Figura 4 Tipos de zapata  
Fuente (Yepes, 2016)

De acuerdo a la tabla 1, se ha asignado el elemento estructural usual para cada cimentación.

Tabla 1  
Tipología de cimiento y elemento estructural para cimentación

Tipo de cimiento directo	Elementos estructurales más usuales a los que sirve de cimentación
Zapata aislada	Pilar aislado, interior, medianero o de esquina
Zapata combinada	Dos o más pilares contiguos
Zapata corrida	Alienaciones de tres o más pilares o muros
Pozo de cimentación	Pilar aislado
Emparrillado	Conjunto de pilares y muros distribuidos, en general, en retícula
Losa	Conjunto de pilares y muros

Fuente (Yepes, 2016)

### 2.2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

- **Asentamiento:** Es la deformación o falla del terreno de manera vertical, pudiendo ser por una sobrecarga hacia el terreno o agentes

externos que afectan el suelo que pierde su capacidad para soportar cargas.

- **Cimentación:** La cimentación consiste en la estructura que recibe la carga axial de una edificación y ésta la transmite a hacia el estrato inferior.
- **Carga:** Las cargas son fuerzas que se aplican a una estructura, pudiendo ocasionar alguna deformación sobre sus elementos.
- **Capacidad portante:** Se le llama a la presión máxima que el terreno puede soportar de tal manera que este no falle.
- **Estudio de suelos:** Es un análisis o estudio que nos permite conocer de qué está compuesto el suelo física y químicamente, estos estudios pueden llevarse a cabo en situ o en un laboratorio siendo esenciales para determinar su capacidad portante.
- **Edificación:** Es cualquier construcción fabricada con carácter permanente, con la función de acoger distintas actividades humanas además de cumplir con múltiples propósitos o particularidades.
- **Nivel Freático:** Es el Nivel superior al que se encuentra un acuífero con respecto al nivel del terreno pudiendo generar problemas al momento de realizar una cimentación. siendo así inestables para una cimentación.
- **Suelo Colapsable:** Son suelos que les falta cohesión debido a su estructura microporosa y mal acomodada siendo así inestables para una cimentación.
- **Suelo expansivo:** Son suelos que al estar saturados de agua pueden tener cambios de volumen y que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

- **Suelo:** Se trata todo tipo de material terroso con partículas de minerales sobre la corteza.
- **Replanteo:** Son puntos básicos que perfilan un proyecto y son trasladados al terreno por el diseñador. Estos puntos se materializan de forma precisa e inequívoca en el terreno para que el proyecto cobre vida según lo previsto.
- **Zapatas conectadas:** Son estructuras conectadas entre sí para evitar alguna deformación, rotación o falla de una construcción.
- **Zapatas aisladas:** Son un tipo de cimentación o estructura construida de manera superficial o poco profunda y que está sometida a cargas.
- **Zapatas combinadas:** Son aquellas fundaciones que soportan dos o más columnas pudiendo cubrir columnas de un solo eje convirtiéndose en una fundación alargada.

## 2.3 HIPÓTESIS

### 2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL:

La profundidad de desplante produce efectos significativos en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.

### 2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- A. Existe una relación significativa entre capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.
- B. Existe una relación significativa entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.

## **2.4 VARIABLES:**

### **2.4.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE:**

#### **Variable independiente (X)**

##### **Profundidad de desplante:**

Es el nivel donde la cimentación de una estructura hace contacto con el suelo y esta deberá comprender todos los materiales en los estratos sueltos o comprensibles que puedan alterar el comportamiento de la cimentación del edificio.

#### **Variable dependiente (Y)**

##### **Cimentación de una vivienda:**

Los cimientos de la casa cumplen el propósito crucial de brindar soporte al peso del edificio que se encuentra encima y garantizar que las cargas y pesos correspondientes se transmitan al suelo de manera segura y estable.

### **2.4.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE:**

#### **Variable independiente (X)**

##### **Profundidad de desplante:**

La profundidad de la zapata ( $D_f$ ): Este dato también se obtiene de la mecánica de suelos, ya que aquí se determina a qué profundidad se encuentra un estrato estable para la cimentación - Espesor total de la zapata ( $h$ ): Dato que se supone al principio del diseño.

#### **Variable dependiente (Y)**

##### **Cimentación de una vivienda:**

El diseño de la cimentación esta acordó a los establecido por la norma E050, y el reglamento nacional de edificaciones.

### **2.4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Tabla 2**  
**Operacionalización de las variables**

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente	Profundidad de desplante:	Capacidad, portante., gravedad específica Coeficiente de balasto	Kg/cm <sup>2</sup> Nro. de golpes
		Nivel de fondo de cimentación, Capacidad, portante., gravedad específica	Kg/cm <sup>3</sup>
		Coeficiente de balasto	Metros
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente	Cimentación de una vivienda:	Zapata	Largo metros
			Ancho metros
			Cantidad de acero
			Fc del concreto

### III. CAPÍTULO

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

##### 3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Los métodos de análisis es un procedimiento básico que va desde lo general al específico tomando en cuenta los pasos científicos que permitan identificar o extraer información.

##### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se aplico la investigación aplicada, ya que permite utilizar herramientas científicas dando solución al problema estudiado, siendo así una serie de procedimientos que ayudará a darnos información precisa coherente el estudio en mención.

### 3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de estudio es descriptivo correlacional, buscando de esta manera datos que se puedan cuantificar, encontrando dos o más variables que puedan ofrecer valores que se puedan comparar o relacionar entre sí pudiendo ser estas positivas o negativas

### 3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Fue un diseño de investigación cuasiexperimental, descriptivo, correlacional y transversal (Hernández, 2014), tal como se describe en el esquema de diseño de investigación siguiente:

GE	O <sub>1</sub>	x	O <sub>2</sub>
GC	O <sub>3</sub>	-	O <sub>4</sub>

Donde:

GE: Grupo experimental: “cimentación de la edificación”

GC: Grupo de control “parámetros según la norma técnica”

X: profundidad de desplante”

O<sub>1</sub>: Pre test del grupo experimental

O<sub>2</sub>: Pos test del grupo experimental

O<sub>3</sub>: Pre test del grupo control.

O<sub>4</sub>: Pos test del grupo control

### 3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1 POBLACIÓN

Para Hernández (2014), una población se puede definir como el conjunto completo de casos que cumplen un conjunto específico de criterios; así, para desarrollo de la presente investigación, la población será considerada por todas las cimentaciones construidas de la ciudad de Huancayo.

### **3.5.2 MUESTRA**

En cuanto a la muestra, esta tiene su origen en un muestreo no probabilístico por conveniencia. Ahora bien, en cuanto al tamaño de la muestra en sí, se considera lo mencionado por Carrasco (2005) sobre este punto, considera que la selección de unidades de análisis por parte de un investigador se basa en su propio conjunto de criterios, así, la muestra considerada para nuestra investigación es una vivienda proyectada para su construcción en la Av. Daniel Alcides Carrión Nro. 2480.

### **3.5.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

para este procedimiento de buscar información se obtendrán del estudio de la capacidad portante del terreno a diferentes profundidades. para esto se nos ha proveído de parte del dueño del inmueble de planos que darán información de la estructura del edificio (columna, vigas, escaleras, losa aligerada y demás componentes) los cuales serán para determinar la cargas que recibirán las cimentaciones.

## **3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

### **3.6.1 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS**

Esta investigación se desarrollará a través de análisis documental, los cuales nos permitirán procesarlos para la estructuración del marco teórico ya sea a nivel referencial como conceptual. De igual manera, se analizarán todos los resultados que nos brinden información significativa en relación a la naturaleza de la investigación que se está realizando.

### **3.6.2 DOCUMENTALES (MEDIANTE EL ANÁLISIS DOCUMENTAL)**

Según Carrasco (2006) la técnica por la cual se recopilan datos implica la revisión de documentos. Esto incluye cualquier objeto o material que contenga información procesada sobre hechos, eventos o sucesos naturales y sociales que hayan ocurrido en el pasado. Estos documentos suelen contener referencias valiosas como figuras, archivos, índices e indicadores que son útiles para proyectos de investigación.

### 3.6.3 INSTRUMENTOS

Según Carrasco (2006) los instrumentos de recolección de datos están constituidos por todos aquellos objetos físicos instrumentales a todos los equipos tangibles que facilitan la adquisición y recopilación de información y observaciones sobre las realidades del mundo.

La técnica para la recolección de datos se hará con instrumentos predeterminados los cuales nos darán información primaria de campo y que servirán para determinar la solución adecuada.

### 3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados obtenidos de la información primaria nos ayudarán para desarrollar y conocer las características físicas y químicas de nuestro estudio en desarrollo. para ello se realizarán cuadros comparativos usando software como se detalla a continuación.

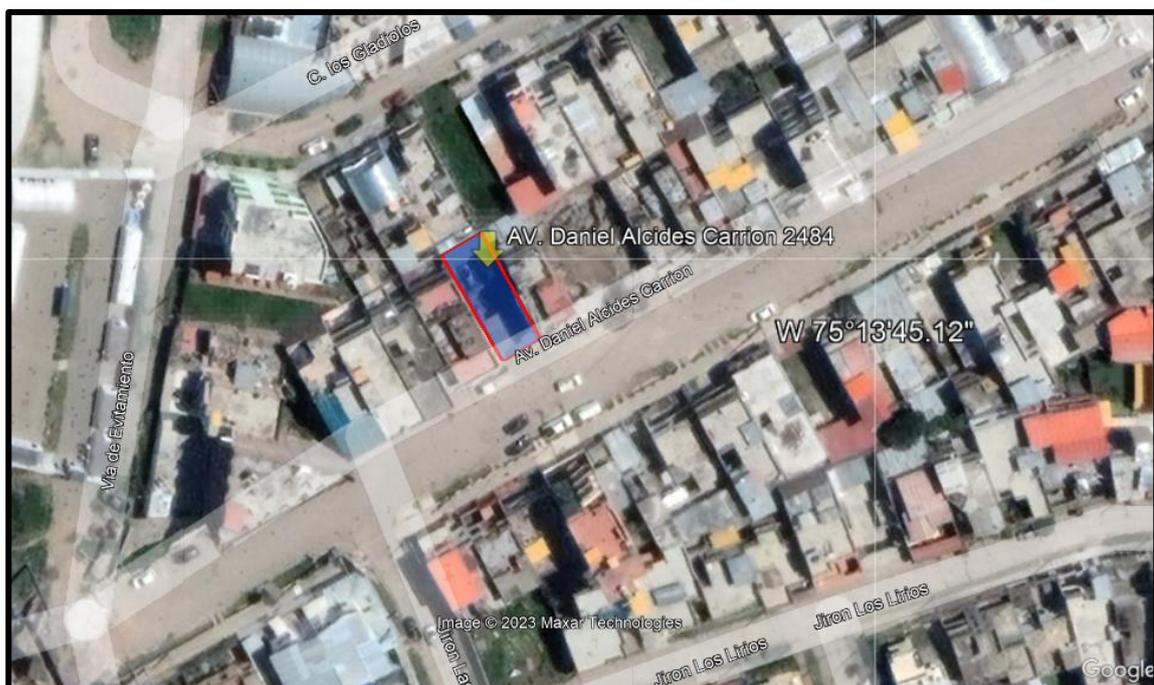
- **Microsoft Excel:** esta herramienta nos brinda la creación de tablas y gráficos.
- **SAFE:** programa que analiza datos de estructuras.
- **ETABS:** programa que desarrolla análisis estructural de edificios.
- **Auto CAD:** programa para la edición de dibujos (planos).
- **Microsoft Word:** herramienta que procesa texto.

## IV. CAPÍTULO

### RESULTADOS

#### 4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO:

- Lugar : Av. Daniel Alcides Carrión 2484
- Distrito : Huancayo
- Provincia : Huancayo
- Departamento : Junín



**Figura 5 Imagen de ubicación del proyecto**  
**Fuente de Google Earth**

#### 4.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

para obtener el estudio de mecánica de suelos es obtener los parámetros de la capacidad portante del terreno a diferentes profundidades de desplante, para esto se contrató los servicios del laboratorio A.C.J INGENIEROS & CONSULTORES SAC, quienes realizaron una calicata de 3m de profundidad para obtener una muestra inalterada del terreno.

La empresa A.C.J INGENIEROS & CONSULTORES SAC nos entregó un informe de mecánica de suelos, a continuación, se muestra los resultados en forma resumida.

**Tabla 3**  
**Capacidad portante y peso específico**

<b>DESPLANTE (m)</b>	<b>CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>COEFICIENTE DE BALASTO (Kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>PESO ESPECÍFICO (Tn/m<sup>3</sup>)</b>
1.45	1.61	3.08	1.09
1.95	1.59	3.36	1.17
2.20	1.96	3.79	1.29

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 ANÁLISIS SÍSMICO

#### 4.4 CÁLCULO:

Para el desarrollo del cálculo sísmico de la estructura y visualizar sus demandas del edificio proyectado ante un sismo, será necesario el uso del software ETABS, este programa nos brindara la rigidez de la estructura y el comportamiento del edificio en acción de las fuerza del sismo. Además de proyectar el comportamiento durante un movimiento sísmico, esta información también nos dará las cargas que soporta cada columna, los cuales posteriormente serán exportadas al software SAFE 2016 en donde diseñaremos una cimentación para cada profundidad de desplante mencionada en la tabla Nro. 03.

#### 4.5 NORMAS DE DISEÑO

Para la realización se ha considerado apoyarnos en la aplicación de código básico para el diseño de las estructuras, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) con las siguientes normas técnicas:

- Norma Técnica de Edificaciones E.0.20 - "Cargas"
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.60 - "Concreto Armado"
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.30- "Diseño Sismo-Resistente"

- Norma Técnica de Edificaciones E.0.50- “Suelos y Cimentaciones”

#### 4.5.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

##### A. Concreto:

- Resistencia a la compresión (F'c): 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 217370.65 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico (8c): 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson: 0.20

##### B. Acero de refuerzo:

- Límite de fluencia (Fy): 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 2100000 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico (8c): 78450 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson: 0.30

#### 4.5.2 CARGAS VERTICALES:

##### A. Carga muerta en pisos típicos:

- Losa aligerada: 300kg/m<sup>2</sup>
- Acabados: 100kg/m<sup>2</sup>
- Tabiquería: 100kg/m<sup>2</sup>

##### B. Carga viva en pisos típicos:

- Habitaciones: 200kg/m<sup>2</sup>
- Depósito: 500kg/m<sup>2</sup>
- Escalera: 400kg/m<sup>2</sup>

##### C. Carga muerta en azotea:

- Losa aligerada: 300kg/m<sup>2</sup>
- Acabado: 50kg/m<sup>2</sup>
- Parapeto: 200kg/m

##### D. Carga viva en azotea:

- Techo: 100kg/m<sup>2</sup>

**4.5.3 CONCRETO:**

- Resistencia a la compresión (F'c) : 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad (E) : 2173706.51 Tn/m<sup>2</sup>
- Peso específico (8c) : 2.40 Tn/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson : 0.15

**4.5.4 ACERO DE REFUERZO:**

- Límite de fluencia (Fy) : 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad (E) : 2100000 kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico (8c) : 7.845 Tn/m<sup>3</sup>
- Módulo de poisson : 0.30

**4.6 CARGAS VERTICALES:****4.6.1 CARGA MUERTA DEL 1° AL 5° NIVEL:**

- Losa aligerada: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Acabados: 100 kg/m<sup>2</sup>
- Tabiquería: 150 kg/m<sup>2</sup>

**4.6.2 CARGA MUERTA DEL 6° NIVEL Y AZOTEA:**

- Losa aligerada: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Acabados: 50 kg/m<sup>2</sup>
- Parapeto: 202.50 kg/m

**4.6.3 CARGA VIVA DEL 1° AL 5° NIVEL:**

- Viviendas: 200 kg/m<sup>2</sup>
- Corredores y escaleras: 200 kg/m<sup>2</sup>

**4.6.4 CARGA VIVA DEL 6° NIVEL Y AZOTEA:**

- Techos: 100 kg/m<sup>2</sup>

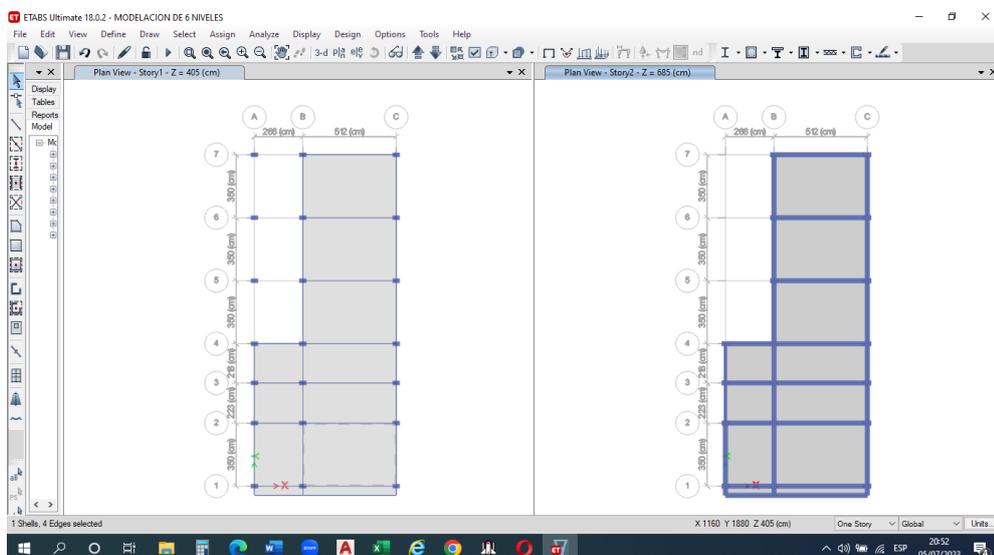
#### 4.6.5 COMBINACIÓN DE CARGAS:

Los elementos de hormigón armado fueron ensayados para su capacidad mediante un proceso de carga expandida que se apegó a la NTE E.060. Para este propósito se utilizó el procedimiento que se presenta a continuación:

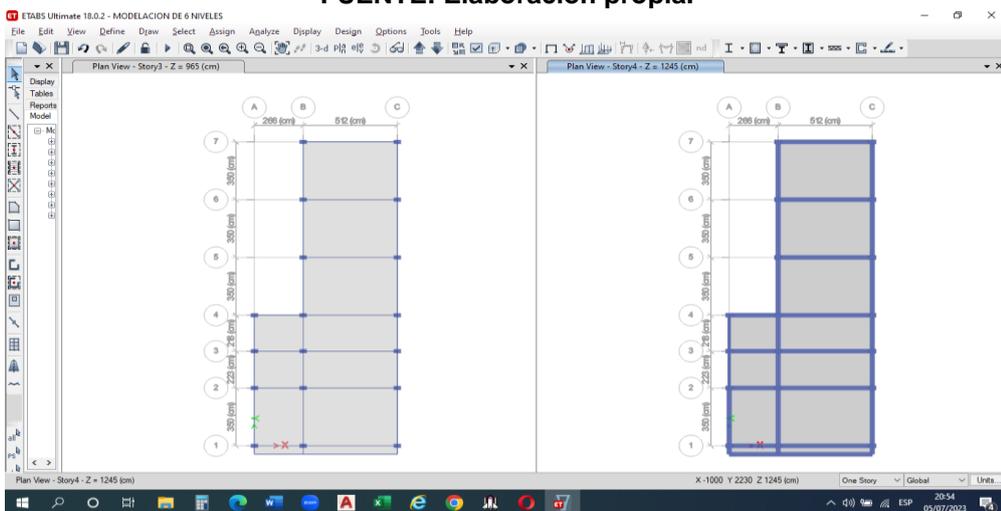
- COMB1: 1.4CM + 1.7CV
- COMB2: 1.25CM + 1.25CV + 1SX
- COMB3: 1.25CM + 1.25CV + 1SY
- COMB4: 0.90CM + 1SX
- COMB5: 0.90CM + 1SY
- ENVOLVENTE: COMB1 + COMB2 + COMB3 + COMB4 + COMB5

#### 4.7 MODELO ESTRUCTURAL:

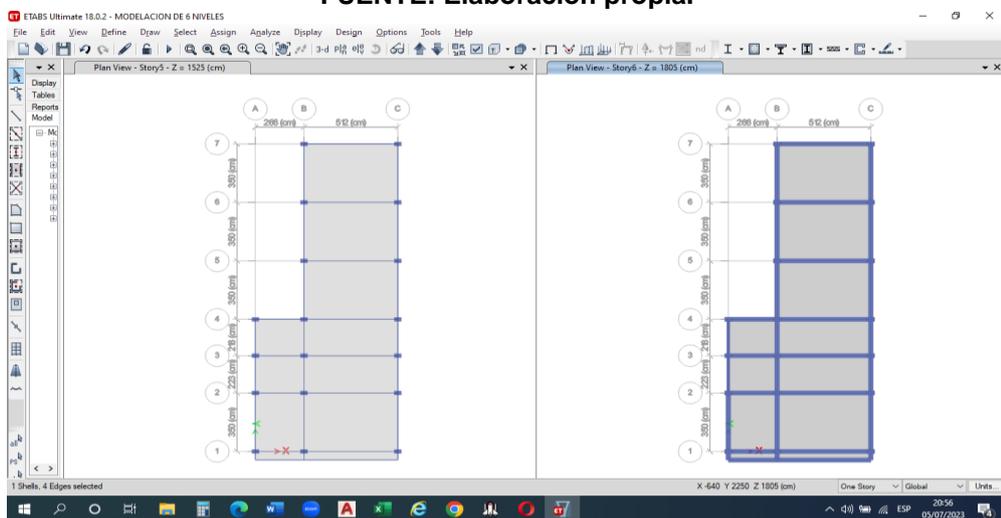
Para determinar la estabilidad, resistencia y rigidez de vigas y columnas, se emplea un método que utiliza barras de eje recto. Estas barras tienen en cuenta deformaciones por flexión, cargas axiales, fuerzas cortantes y torsión. El modelo empleado también considera el aspecto tridimensional de la contribución de rigidez de cada elemento estructural.



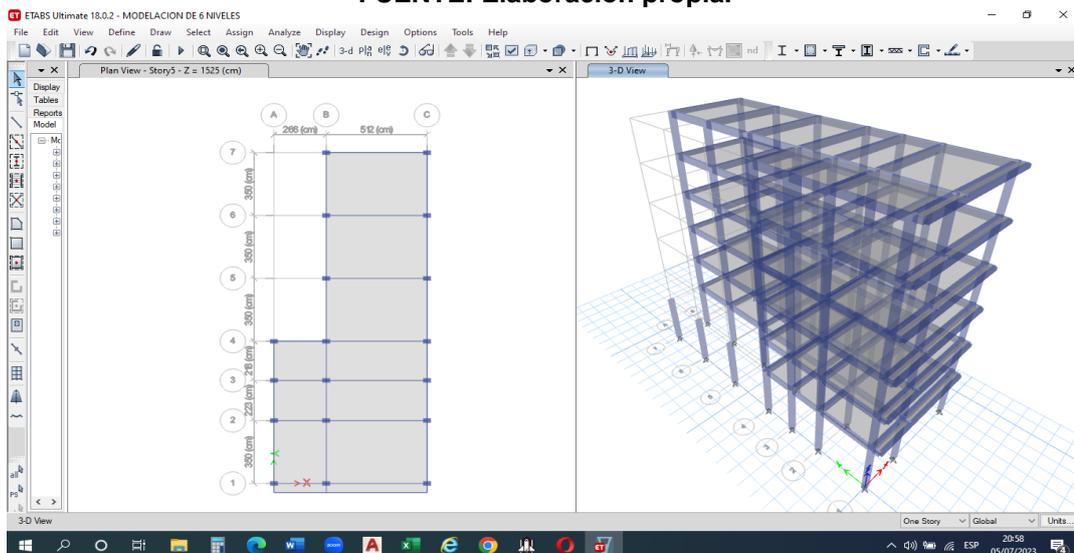
**Figura 6 planta 1° y 2° nivel en ETABS.**  
**FUENTE: Elaboración propia.**



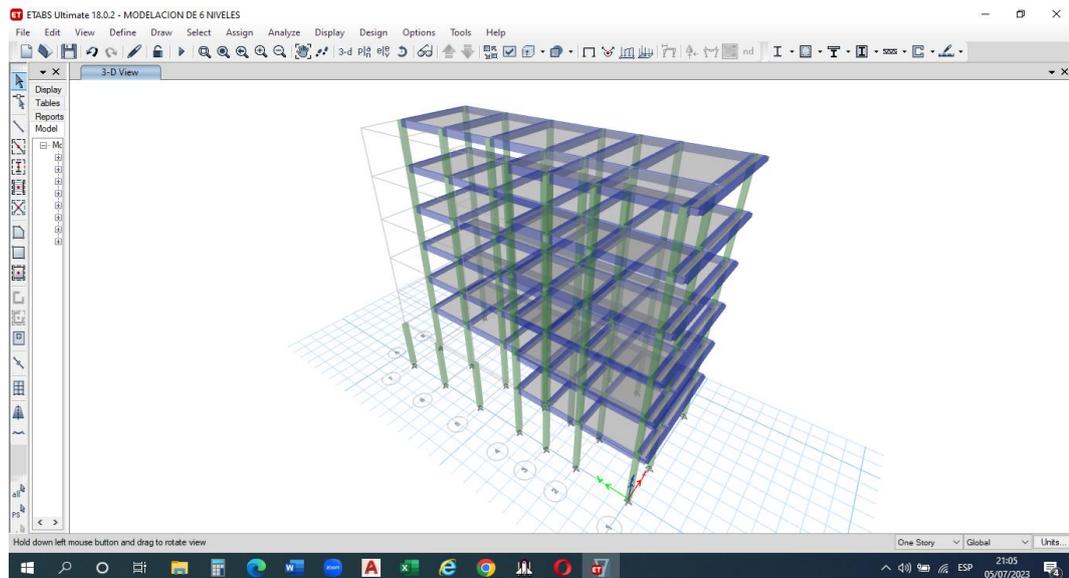
**Figura 7 planta 3° y 4° nivel en ETABS.**  
**FUENTE: Elaboración propia.**



**Figura 8 planta 5° y 6° nivel en ETABS.**  
**FUENTE: Elaboración propia.**



**Figura 9 planta 6° nivel y Azotea en ETABS.**  
**FUENTE: Elaboración propia.**



**Figura 10 Vista en 3D de la estructura.**  
**FUENTE: Elaboración propia.**

#### 4.8 ANÁLISIS SÍSMICO

Para evaluar el desempeño sismorresistente del módulo propuesto, se está considerando el criterio de diafragma rígido. Esto se debe a la presencia de una losa aligerada que mantiene en su lugar los distintos componentes del módulo. También se tiene en cuenta el peso de la estructura, que se ha calculado teniendo en cuenta todas las cargas permanentes (incluido el peso muerto y las cargas externas) además de un aumento del 25% en la carga viva de la cubierta como exige la normativa. la Norma Sismorresistente E.030.

También se verifica el comportamiento elástico, así como su desplazamiento lateral, todo ello brindara información para la evaluación del edificio teniendo en cuenta los límites establecidos según el tipo y material de la edificación.

#### 4.9 PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICOS

Para predecir con precisión los efectos de los terremotos, es crucial utilizar parámetros de diseño para examinar y establecer el curso de acción apropiado. La norma de Diseño Sismorresistente E.030-2018 prescribe los parámetros necesarios relacionados con la ubicación, categoría, tipo de suelo y sistema estructural empleado.

#### 4.9.1 FACTOR DE ZONA (Z):

Considerando la ubicación del proyecto en estudio descrito anteriormente, se encuentra ubicado en la zona 3, debido a esto el factor de zona (Z) es igual a 0.35.

#### 4.9.2 FACTOR DE USO (U):

La edificación propuesta en nuestro proyecto analizará una vivienda multifamiliar de acuerdo a la norma E.030 corresponde a la categoría C, por lo tanto, el factor de uso (U) será igual a 1.00.

#### 4.9.3 FACTOR DE AMPLIACIÓN SÍSMICA (C):

Este parámetro como factor según norma es según la siguiente figura:

$$\begin{array}{l} T < T_p \quad C = 2,5 \\ T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{array}$$

Figura 11 Factor de ampliación sísmica  
FUENTE: Norma E.030 del RNE.

Para determinar el resultado del factor, es fundamental conocer el período de vibración básico (T). Como resultado, calcularemos este valor más adelante.

#### 4.9.4 FACTOR DE AMPLIACIÓN DE SUELO (S):

el factor de ampliación será según el cuadro siguiente:

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$S_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Figura 12 Clasificación de suelos  
FUENTE: Norma E.030 del RNE.

El suelo en el que nos encontramos entra en la categoría de suelos intermedios, concretamente denominado suelo S2. Para calcular el factor suelo nos referimos a una cifra que es aplicable a este tipo de suelo:

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Figura 13 Clasificación de suelos**  
**FUENTE: Norma E.030 del RNE.**

Respecto a la ubicación de la zona 3, le corresponde el tipo de suelo S2 siendo el factor suelo igual a 1.15.

#### 4.9.5 PERIODO LARGO (TL) Y PERIODO DE PLATAFORMA (TP):

Los determinamos aplicando la siguiente figura:

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**Figura 14 Periodos Tp y TL**  
**FUENTE: Norma E.030 del RNE.**

Nuestro periodo de plataforma y periodo largo será igual a 0.60 y 2.00 respectivamente.

#### 4.9.6 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICA (R):

El sistema estructural del proyecto se basa en pórticos en ambas direcciones, como se indicó anteriormente. El coeficiente de reducción sísmica, como se muestra en la figura adjunta, se calcula en 8.

Tabla N° 4 PERÍODOS “T <sub>P</sub> ” Y “T <sub>L</sub> ”				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R <sub>0</sub> (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

**Figura 15 Sistemas estructurales**  
**FUENTE: Norma E.030 del RNE.**

La estructura del proyecto para nuestro estudio no presenta irregularidad ni en sus vistas, así como en planta o en altura por lo tanto el coeficiente de reducción sísmica estará planteado igual a los mencionado anteriormente.

**Tabla 4**  
**Parámetros Sísmicos.**

DESCRIPCION	SIMBOLO	TIPO	VALOR
Factor de zona	Z	Zona 3	0.35
Factor de uso	U	C	1.00
Factor de suelos	S	Intermedio	1.15
Periodo de zona	TL		2.00
Periodo de plataforma	TP		0.60
Factor de reducción	R	Pórtico	8.00
Factor de irregularidad	I <sub>a</sub>		1.00
Factor de irregularidad	I <sub>p</sub>		1.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10 ESPECTRO DE RESPUESTA:

Se realizará el método por superposición espectral de acuerdo al diseño según el factor de zona, categoría de edificación, tipo de suelo y sistema estructural.

considerando lo anterior las propiedades de la estructura determinan los pórticos en ambas direcciones por lo tanto se considera un espectro Pseudo – Aceleraciones el cual nos da el diagrama en la siguiente figura:

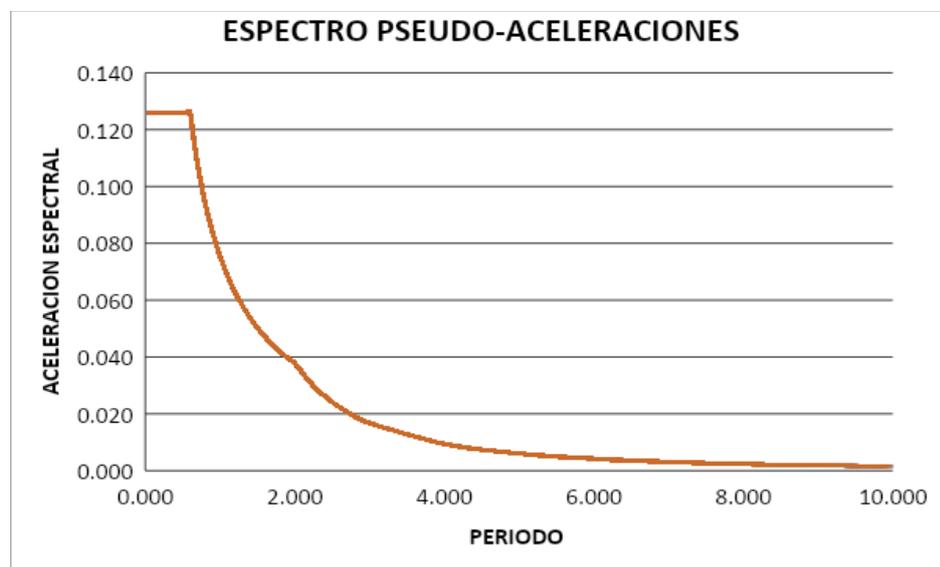


Figura 16 Espectro Pseudo - Aceleraciones.  
FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.11 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL:

El método utilizado para el Análisis recopila las propiedades de la estructura, todo ello de acuerdo a lo especificado en la Norma E.030 Análisis por Combinación Modal con la finalidad de obtener el comportamiento estructural real a partir de sus deformadas (modos) y sus respectivas frecuencias.

#### 4.12 MASAS Y PESO DEL EDIFICIO

Se determinó la masa de cada piso tanto en el sentido X - X como en el sentido Y - Y con el software ETABS.

**Tabla 5**  
**Peso del Edificio.**

N° DE PLANTA	DIAFRAGMA	MASA EN "X"	MASA EN "Y"
6 ° PLANTA	D6	5.36	5.36
5 ° PLANTA	D5	6.52	6.52
4 ° PLANTA	D4	6.52	6.52
3 ° PLANTA	D3	6.52	6.52
2 ° PLANTA	D2	6.52	6.52
1 ° PLANTA	D1	6.52	6.52
<b>PESO DEL EDIFICIO (Tn)</b>	<b>380.95</b>		

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4.13 PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN

Se tuvo como referencia el uso de tres modos por cada planta obteniendo un total de 18 modos. Según los criterios de estructuras convencionales, el periodo máximo de una estructura se determina con la siguiente ecuación:

$$P_{max} = 0.10 * n^{\circ} \dots\dots (1)$$

Donde:

Pmax: Periodo máximo (seg)

N°: Número de pisos.

La vivienda MULTIFAMILIAR cuenta con un total de 6 pisos y aplicando la ecuación Nro 1 determinamos que el periodo máximo de la edificación será igual a 0.70seg.

El periodo fundamental de vibración se tuvo como referencia el mayor modo de cada sentido.

**Tabla 6**  
**Periodo fundamental de vibración.**

CASO	MODO	PERIODO (seg)	UX	UY	RZ
MODAL	1	0.69	77.41	1.77	3.04
MODAL	2	0.62	3.77	64.31	14.10
MODAL	3	0.52	1.18	14.08	62.90
MODAL	4	0.22	9.37	0.35	0.64
MODAL	5	0.20	0.82	7.43	2.15

MODAL	6	0.16	0.26	3.36	7.61
MODAL	7	0.13	2.87	0.04	0.86
MODAL	8	0.12	0.43	2.40	0.58
MODAL	9	0.10	1.27	0.24	0.46
MODAL	10	0.10	0.09	0.05	0.60
MODAL	11	0.09	0.00	1.33	0.12
MODAL	12	0.08	1.23	0.47	0.67
MODAL	13	0.07	0.22	0.46	2.68
MODAL	14	0.07	0.03	1.24	0.03
MODAL	15	0.06	0.80	0.01	0.00
MODAL	16	0.05	0.00	0.36	0.32
MODAL	17	0.05	0.23	0.01	0.00
MODAL	18	0.05	0.01	0.14	0.06

FUENTE: Elaboración propia.

En mención del cuadro N° 04 observamos el periodo fundamental de vibración en el sentido X – X y en el sentido Y – Y es igual a 0.69seg y 0.62seg respectivamente.

Comparando los periodos de ambos sentidos con el periodo máximo calculado anteriormente, obtenemos una diferencia igual a 0.01seg para X – X y 0.08seg para Y – Y los cuales nos indican que la estructura no cuenta con la rigidez propuesta de acuerdo a norma, para tener un buen comportamiento durante un movimiento sísmico.

#### 4.14 DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Para calcular los desplazamientos laterales de estructuras estándar, se deben multiplicar los resultados del análisis elástico lineal por 0,75R. En cumplimiento de la E.030 del Reglamento Nacional de Edificación, las estructuras de hormigón armado no deben exceder un desplazamiento de 0,007.

Tabla 7  
Desplazamientos en el sentido "X - X"

N° DE PLANTA	UX (cm)	DESPLAZAMIENTOS ELÁSTICO	ALTURA DE PLANT	DESPLAZAMIENTOS INELÁSTICO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
6° PLANTA	1.60	9.60	280	0.003	CUMPLE
5° PLANTA	1.47	8.82	280	0.005	CUMPLE
4° PLANTA	1.25	7.50	280	0.006	CUMPLE
3° PLANTA	0.96	5.76	280	0.006	CUMPLE
2° PLANTA	0.62	3.72	280	0.005	CUMPLE

1° PLANTA	0.25	1.52	280	0.005	CUMPLE
-----------	------	------	-----	-------	--------

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 8**  
Desplazamientos en el sentido “Y - Y”

N° DE PLANTA	UY (cm)	DESPLAZA MIENTOS ELÁSTICO	ALTURA DE PLANT	DESPLAZA MIENTOS INELÁSTICO	COMPROBACIÓN CON LA NORMA
6° PLANTA	1.299	7.79	280	0.003	CUMPLE
5° PLANTA	1.163	6.98	280	0.004	CUMPLE
4° PLANTA	0.981	5.89	280	0.005	CUMPLE
3° PLANTA	0.745	4.47	280	0.006	CUMPLE
2° PLANTA	0.471	2.83	280	0.006	CUMPLE
1° PLANTA	0.190	1.14	280	0.004	CUMPLE

FUENTE: Elaboración propia.

En los cuadros Nro 7 y 8 podemos observar que en ambos sentidos existen niveles cuyos desplazamientos laterales exceden a 0.007 precisando que la estructura es flexible y corre el riesgo de que pudiese fallar durante un movimiento sísmico.

#### 4.15 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN:

Después de haber cumplido con el análisis sísmico dinámico, pasamos a exportar las cargas de cada columna al software SAFE 2016 en donde diseñaremos la cimentación para tres profundidades de desplante diferentes (1.50m, 2.00m 2.50m), contamos con los datos necesarios para este diseño los cuales se observa en la tabla n° 01.

##### 4.15.1 DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.45M:

para la propuesta de diseño se tiene presente que la capacidad portante es de  $\sigma = 1.50 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  metros, que serán usados para el modelado, se emplea el módulo de Balasto en consideración es  $3.10 \text{ kg/cm}^3$ , mientras que para la estructura del concreto el  $F'_c$  del concreto es de  $210 \text{ kg/cm}^2$  cuyo recubrimiento es de 10 cm.

## A. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN:

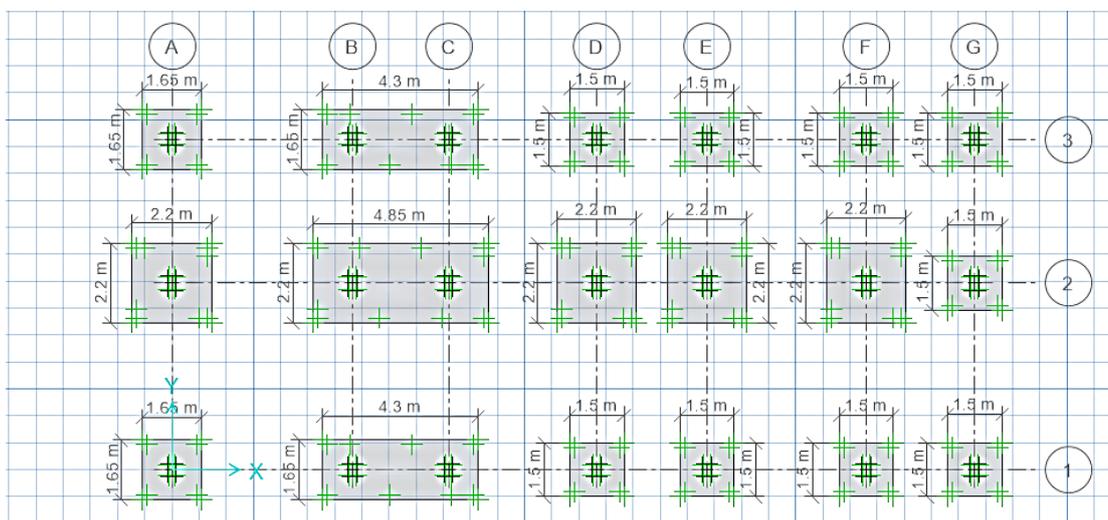
Teniendo en cuenta la simetría de la estructura y las correspondientes cargas axiales sobre la columna, se propuso que las bases de la cimentación se realicen en zapatas aisladas y combinadas, para ello se propuso las dimensiones según el cuadro donde podemos observar sus dimensiones y las cantidades:

**Tabla 9**  
Zapatas para un desplante de 1.45m

TIPO DE ZAPATA	ANCHO (m)	LARGO (m)	CANTIDAD
Zapata Z1	1.50	1.50	9
Zapata Z2	1.65	1.65	2
Zapata Z3	2.20	2.20	4
Zapata Z4	1.65	4.30	2
Zapata Z5	2.20	4.85	1

Fuente: Elaboración propia.

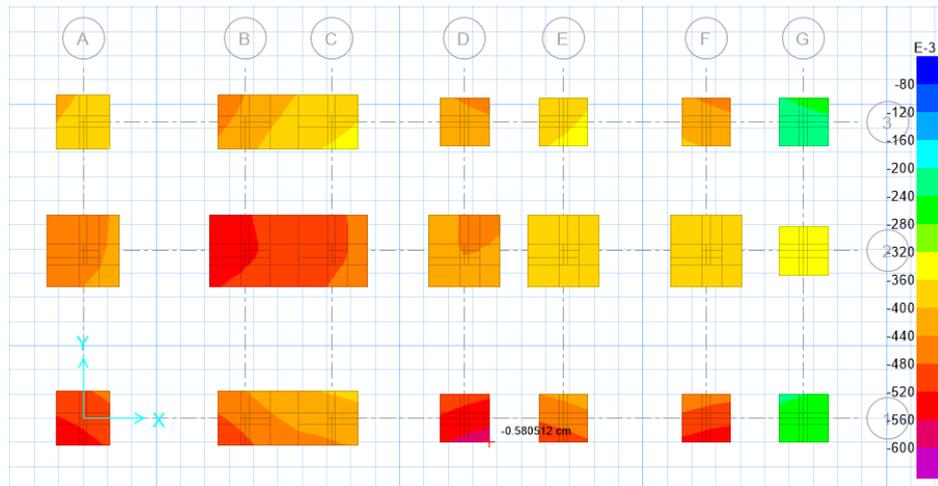
La cimentación propuesta para un desplante de 1.45m fue modulada con el programa SAFE resultando como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 17** Cimentación para un desplante de 1.45m

Fuente: Elaboración propia.

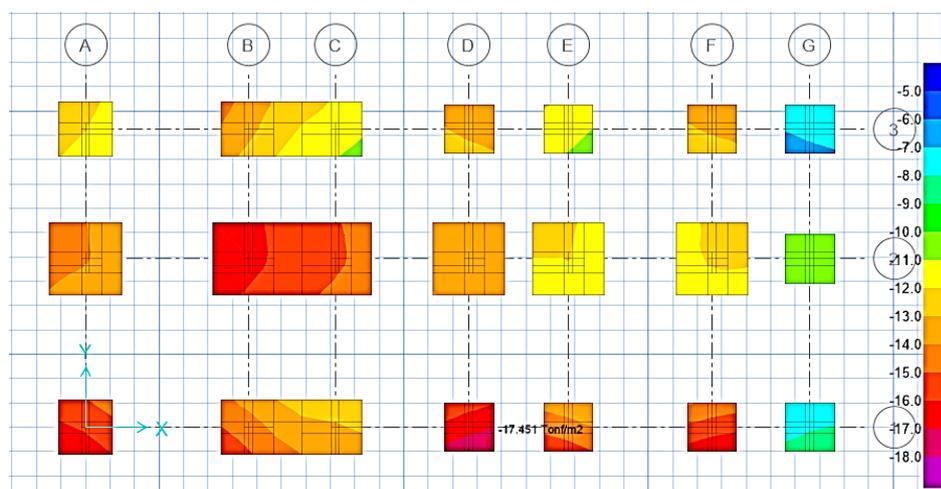
## B. Verificación de desplazamientos:



**Figura 18 Asentamiento en la cimentación para un desplante de 1.45m**  
Fuente: Elaboración propia.

La figura muestra que el desplazamiento máximo ocurre en la zapata propuesta del eje 1 - D el cual es de 0.58cm, el resultado 2.54cm es menor al asentamiento máximo permisible, concluyendo de esta manera que la falla por asentamientos extremos no ocurrirá.

### C. VERIFICACIÓN DE PRESIONES:



**Figura 19 Presiones en la cimentación para un desplante de 1.45m**  
Fuente: Elaboración propia.

La presión máxima permisible del suelo es la capacidad portante en kg/cm<sup>2</sup> por 12, en nuestro caso aplicando lo anteriormente mencionado nos resulta una presión máxima permisible igual a 18 Tn/m<sup>2</sup>. con se muestra en la figura 19 la presión máxima producida en las zapatas es

igual a 17.45Tn/m<sup>2</sup> en consecuencia las proyecciones en cuanto a las medidas de las zapatas son apropiadas.

#### 4.16 DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 1.95M:

El estudio de la mecánica de suelos en ingeniería geotécnica revela que la capacidad de carga del suelo aumenta a mayores profundidades. En este escenario particular, una profundidad de 1,95 metros da como resultado una capacidad de carga de 1,70 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a un coeficiente de balasto de 3,46 kg/cm<sup>3</sup>.

#### A. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN:

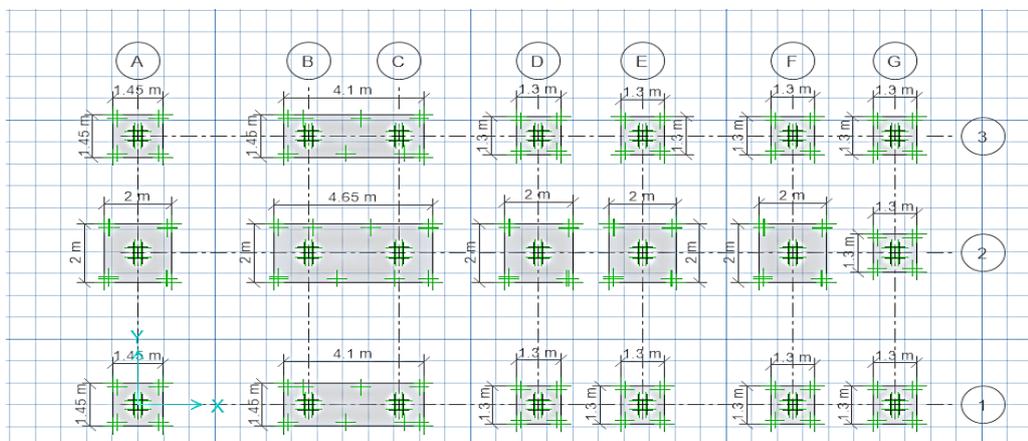
Debido a que la capacidad portante para esta profundidad es mayor, se propuso una cimentación más económica, para este propósito las dimensiones de las zapatas serán de acuerdo a la tabla:

**Tabla 10**  
**Zapatas para un desplante de 1.95m**

TIPO DE ZAPATA	ANCHO (m)	LARGO (m)	CANTIDAD
Zapata Z1	1.30	1.30	9
Zapata Z2	1.45	1.45	2
Zapata Z3	2.00	2.00	4
Zapata Z4	1.45	4.10	2
Zapata Z5	2.00	4.65	1

Fuente: Elaboración propia.

como se aprecia en la imagen la cimentación propuesta para una profundidad de desplante de 1.95m:



**Figura 20** Cimentación para un desplante de 1.95m

Fuente: Elaboración propia.

## B. VERIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS:

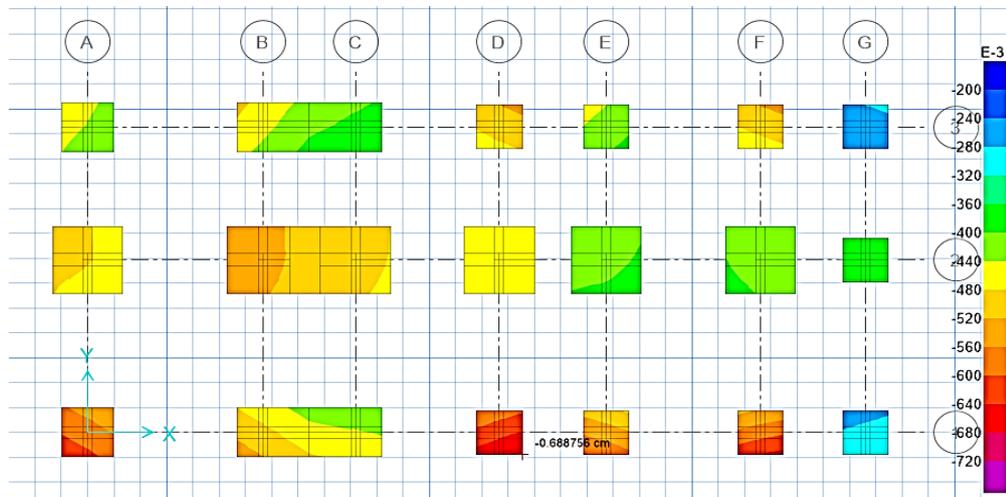


Figura 21 Asentamiento en la cimentación para un desplante de 1.95m  
Fuente: Elaboración propia.

hasta este punto se ha producido el máximo desplazamiento en la cimentación siendo de; 0.69cm que es menor al máximo permisible por lo tanto no se producirán asentamientos extremos.

## C. VERIFICACIÓN DE PRESIONES:

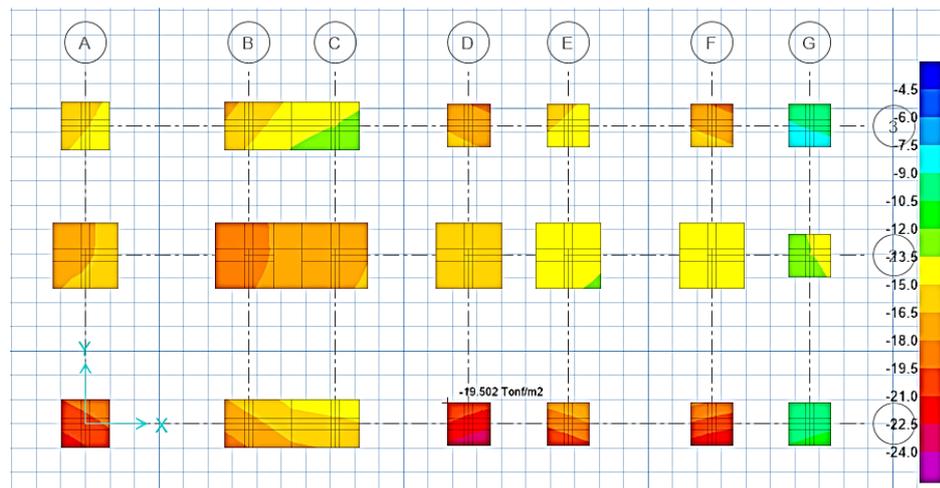


Figura 22 Presiones en la cimentación para un desplante de 1.95m  
Fuente: Elaboración propia.

La presión máxima permisible para esta profundidad de desplante es 20.40Tn/m<sup>2</sup> que es mayor a la presión máxima de 19.50Tn/m<sup>2</sup>,

consecuentemente las zapatas cuentan con las dimensiones adecuadas.

#### 4.17 DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA UN DESPLANTE DE 2.20M:

Para una profundidad de 2.50m la capacidad portante es 1.70kg/cm<sup>2</sup>, está a su vez tiene un coeficiente de balasto igual a 3.82Tn/m<sup>2</sup>.

##### A. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN:

Debido a que la capacidad portante para esta profundidad es mayor, se propuso una cimentación más económica reduciendo las medidas de las zapatas, en la siguiente tabla se muestra los detalles:

Tabla 11  
Zapatas para un desplante de 2.20m

TIPO DE ZAPATA	ANCHO (m)	LARGO (m)	CANTIDAD
Zapata Z1	1.20	1.20	9
Zapata Z2	1.35	1.35	2
Zapata Z3	1.75	1.75	4
Zapata Z4	1.50	1.50	4
Zapata Z5	1.75	4.40	1

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se aprecia la cimentación propuesta para una profundidad de desplante de 2.20m:

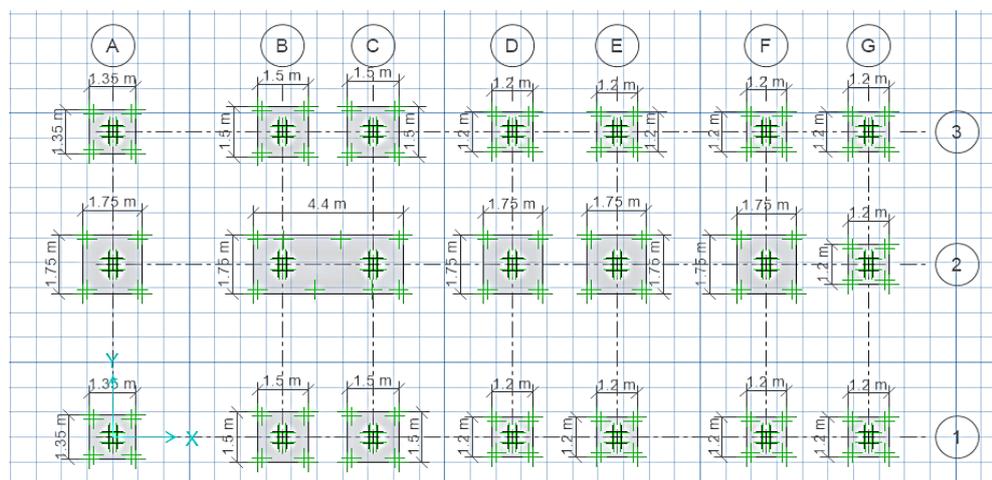


Figura 23 Cimentación para un desplante de 2.20m

Fuente: Elaboración propia.

## B. Verificación de desplazamientos:

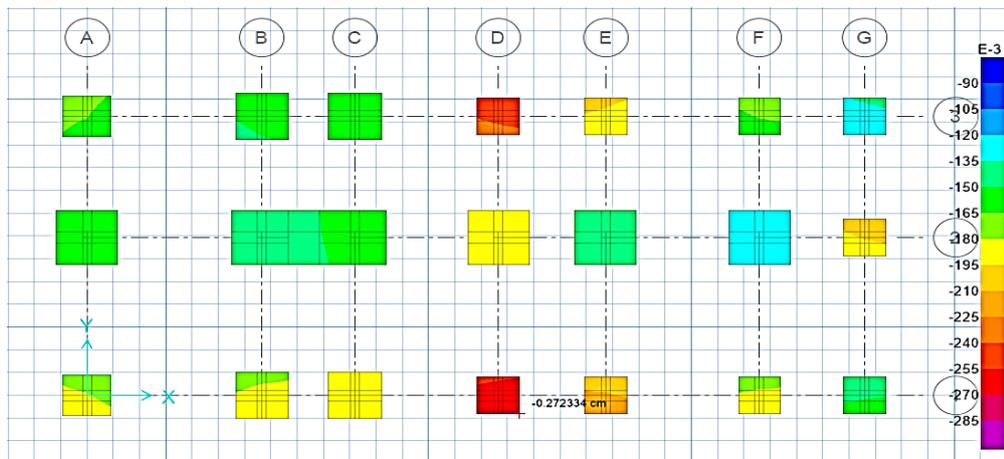


Figura 24 Asentamiento en la cimentación para un desplante de 2.20m  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la imagen anterior podemos examinar que el asentamiento máximo es de 0.27cm la cual es menor al asentamiento máximo admisible igual a 2.54cm, consecuentemente podemos descartar que ocurra asentamientos extremos.

## C. Verificación de presiones:

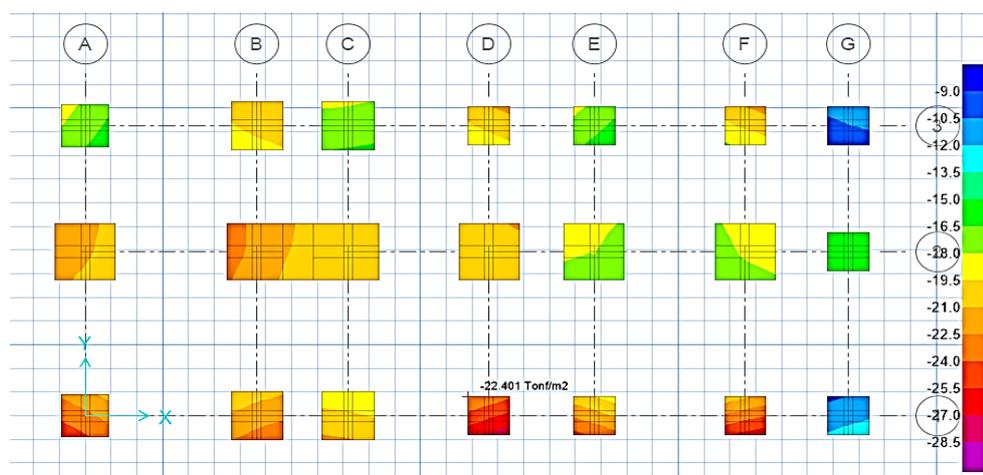


Figura 25 Presiones en la cimentación para un desplante de 2.20m  
Fuente: Elaboración propia.

La presión máxima permisible para esta profundidad de desplante es 23.40Tn/m<sup>2</sup> que es mayor a la presión máxima de 22.40Tn/m<sup>2</sup>, de modo que las zapatas proyectadas tendrán un comportamiento adecuado.

## V. CAPÍTULO

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La implementación propuesta de la investigación sugiere que la profundidad recomendada para las plantaciones es de 1,45 metros. Para lograrlo, es necesaria una capacidad portante de  $\sigma=1,65$  kg/cm<sup>2</sup>, teniendo en cuenta también un coeficiente de lastre igual a 3,17 kg/cm<sup>3</sup>. El hormigón utilizado se estima en 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10 cm adicionales de revestimiento. Se proponen cargas simétricas para cada pilar y zapatas tanto aisladas como combinadas. Los desplazamientos máximos se encuentran originados en la zapata de la columna con un eje 1-D de 0.58cm, el cual es aún menor que el asentamiento máximo permitido de 2.54cm. En consecuencia, no se producirán asentamientos extremos, y la presión máxima admisible viene determinada por el producto de la capacidad portante en kg/cm<sup>2</sup> por 12. En este caso, aplicando los cálculos antes mencionados, obtenemos una presión máxima admisible igual a 18Tn/m<sup>2</sup>. La cifra proporcionada indica que la presión máxima producida en las zapatas es igual a 17,45Tn/m<sup>2</sup>, lo que está dentro de las dimensiones adecuadas. Este modelo propuesto cumple con las especificaciones de la norma vigente.

Según el análisis de mecánica del suelo, a una profundidad de 1,95 metros, habrá un aumento en la capacidad de carga hasta 1,69 kg/cm<sup>2</sup>. Este valor equivale a un coeficiente de balasto de 3,82 kg/cm<sup>3</sup> porque la capacidad portante para esta profundidad es mayor, se propuso una cimentación más económica reduciendo las dimensiones de las zapatas, pero teniendo en cuenta los parámetros de la normatividad actual y el desplazamiento máximo producido en esta cimentación es de 0.69cm que es menor al máximo permisible por lo tanto no se producirán asentamientos extremos,

la presión máxima permisible para esta profundidad de desplante es 20.40Tn/m<sup>2</sup> que es mayor a la presión máxima de 19.50Tn/m<sup>2</sup>, consecuentemente las zapatas poseen adecuadas dimensiones.

Para una profundidad de 2.20m la capacidad portante que tiene el suelo es de 1.73kg/cm<sup>2</sup>, está a su vez tiene un coeficiente de balasto igual a 3.92Tn/m<sup>2</sup> porque la capacidad portante para esta profundidad es mayor, se propuso una cimentación más económica reduciendo las medidas respectivas de las zapatas, en la siguiente tabla se muestra los detalles: el asentamiento máximo de 0.27cm la cual es menor al asentamiento máximo admisible igual a 2.54cm, consecuentemente se descarta la presencia de asentamientos extremos.

La presión máxima permisible para esta profundidad de desplante es 23.40Tn/m<sup>2</sup> que es mayor a la presión máxima de 22.40Tn/m<sup>2</sup>, en consecuencia, las zapatas tendrán un comportamiento adecuado.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que al aumentar el desplante de la cimentación, en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo genera ventajas provechosas, ya que al realizar el desplante de mayor profundidad esto aumenta la capacidad portante para que pueda soportar mayores cargas y todo ello incide favorablemente de tal manera que las dimensiones de las zapatas puedan reducir sus secciones y esto a su vez beneficia económicamente al que desea construir, es importante hacer mención que también se reducirán la fallas o problemas sobre las estructuras.
- Para el presente se da como conclusión las muestras a un desplante de 1.45m. la correspondiente capacidad portante es 1.50kg/cm<sup>2</sup>., así también para el desplante de 1.95m., la capacidad correspondiente es de 1.70kg/cm<sup>2</sup>.,

así también para el desplante de 2.20m su capacidad correspondiente es de 1.95kg/cm<sup>2</sup>.

- Se concluye que la estructura estudiada en esta investigación cumple con lo requerido por la norma vigente E 030 de sismorresistente siendo esto conforme a desplazamientos no exceden el 0.007 en los ejes X – X e Y – Y, también se concluye que la fuerza cortante dinámica es mayor a la fuerza cortante estática considerando el estado de las cargas balanceadas.

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la elaboración de estudios tanto para los profesionales que proyectan realizar las cimentaciones y todo aquel que realice un proyecto de edificación, esto redundará en el buen comportamiento de la cimentación y dará garantías para su proyecto al momento de ocurrir un sismo u otra falla,
- Se recomienda a los técnicos que están inmersos en los estudios propios del suelo calibrar sus equipos para tener una información lo más cercana a la realidad para de esta manera se pueda verificar la capacidad portante en el proceso de la ejecución del proyecto.
- Se recomienda llevar a la práctica de acuerdo a la investigación realizada, ya que de acuerdo a estudio la profundidad de desplante de 1.95m su capacidad portante es 1.70kg/cm<sup>2</sup>, siendo esto la profundidad adecuada para realizar la cimentación.

## BIBLIOGRAFÍA

### A. Bibliografía:

- Pajuelo Barrera, A. N. (2018). Diseño geotécnico de la cimentación del mercado modelo Villas de Ancón distrito de Ancón.
- Laura Huanca, S. (2016). Evaluación de la capacidad predictiva de los métodos de estimación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la bahía de Puno, para cimentaciones superficiales
- Fernández Gálvez, R. A. (2015). Capacidad portante con fines de cimentación mediante los ensayos spt y corte directo en el distrito de Aguas Verdes-Tumbes.
- Castillo, M. (2017). Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia La Matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Castro, L. A. P. (2014). Estudio geotécnico y análisis de las posibles soluciones de la cimentación del puente Norcay (doctoral dissertation, universidad de cuenca).
- Pantoja Calderón, D. D. J., & Pérez Canedo, L. V. (2019). Análisis comparativo entre metodologías analíticas tradicionales de cimentaciones (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.20 - "Cargas"
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.60 - "Concreto Armado"
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.30- "Diseño Sismo-Resistente"
- Norma Técnica de Edificaciones E.0.50- "Suelos y Cimentaciones"
- **Carrasco (2005)**, metodología de la investigación, lima, editorial San Marcos.
- **Sampieri H., Fernández C. y Baptista L, (2010)**, Metodología de la Investigación, Editorial McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. de C.V., México D.F.

## **VI. ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

## EFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE SOBRE LA CIMENTACIÓN DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE HUANCAYO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Qué efectos produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>A. ¿Qué relación existe entre la capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?</p> <p>B. ¿Qué relación existe entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar los efectos produce la profundidad de desplante en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>A. Determinar la relación que existe entre la capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p> <p>B. Determinar la relación que existe entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La profundidad de desplante produce efectos significativos en la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>A. Existe una relación significativa entre capacidad portante y la profundidad de desplante en una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p> <p>B. Existe una relación significativa entre diversas profundidades de desplante con la cimentación de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Huancayo.</p>	<p><b>I. NOMBRE DE LA VARIABLE</b></p> <p>II. Profundidad de desplante:</p> <p><b>III. DIMENSIÓN</b></p> <p>IV. Capacidad, portante., gravedad específica Coeficiente de balasto. Nivel de fondo de cimentación, Capacidad, portante., gravedad específica, Coeficiente de balasto</p> <p><b>V. INDICADOR</b></p> <p>VI. Kg/cm<sup>2</sup> Nro. de golpes VII. Kg/cm<sup>3</sup> VIII. Metros</p> <p><b>IX. NOMBRE DE LA VARIABLE</b></p> <p>X. Cimentación de una vivienda:</p> <p><b>XI. DIMENSIÓN</b></p> <p>XII. Zapata XIII.</p> <p><b>XIV. INDICADOR</b></p> <p>XV. Largo metros, Ancho metros Cantidad de acero, <math>F_c</math> del concreto</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> análisis – síntesis</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> descriptivo correlacional</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> cuasi experimental</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p>- <b>Población:</b> para la presente investigación está constituida por todas las cimentaciones de las edificaciones de la ciudad de Huancayo.</p> <p>- <b>Muestra:</b> para el caso de esta investigación la muestra se encuentra ubicada en el pasaje visión Nro. 549 ubicada por alrededores del parque Peñaloza.</p>

**MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente	Profundidad de desplante:	Capacidad, portante., gravedad específica Coeficiente de balasto	Kg/cm <sup>2</sup> Nro. de golpes
		Nivel de fondo de cimentación, Capacidad, portante., gravedad específica	Kg/cm <sup>3</sup>
		Coeficiente de balasto	Metros
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente	Cimentación de una vivienda:	Zapata	Largo metros
			Ancho metros
			Cantidad de acero
			Fc del concreto

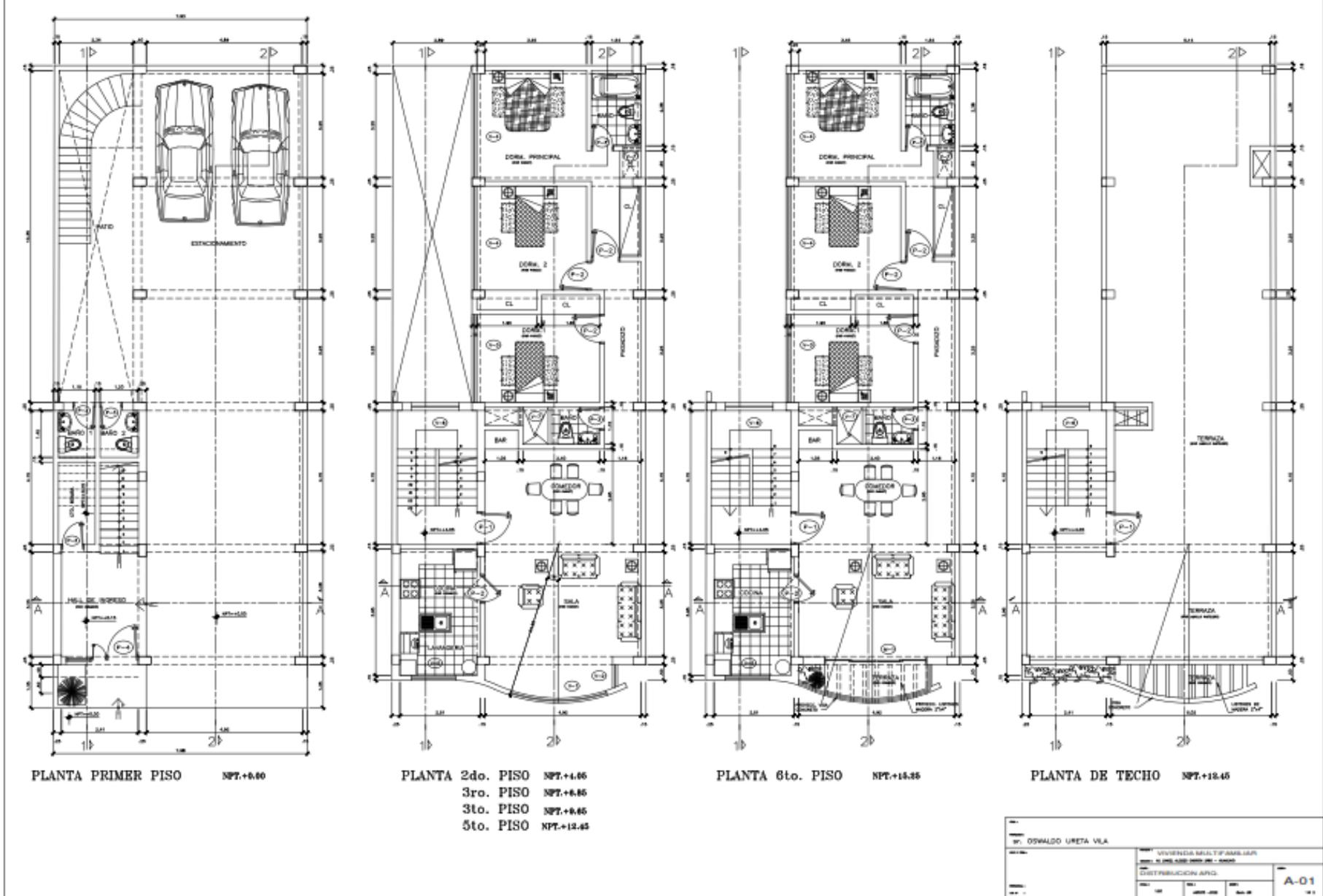
# **PANEL FOTOGRAFICO**

**FACHADA DEL TERRENO PROYECTADO PARA EL EDIFICIO****INTERIOR DEL TERRENO PROYECTADO PARA EL EDIFICIO DE 6 PISOS**

**LUGAR ESCOGIDO PARA LA EXCAVACION DE LA CALICATA**



# PLANOS



PLANTA PRIMER PISO NPT.+0.00

PLANTA 2do. PISO NPT.+4.05  
 3ro. PISO NPT.+6.05  
 4to. PISO NPT.+8.05  
 5to. PISO NPT.+12.45

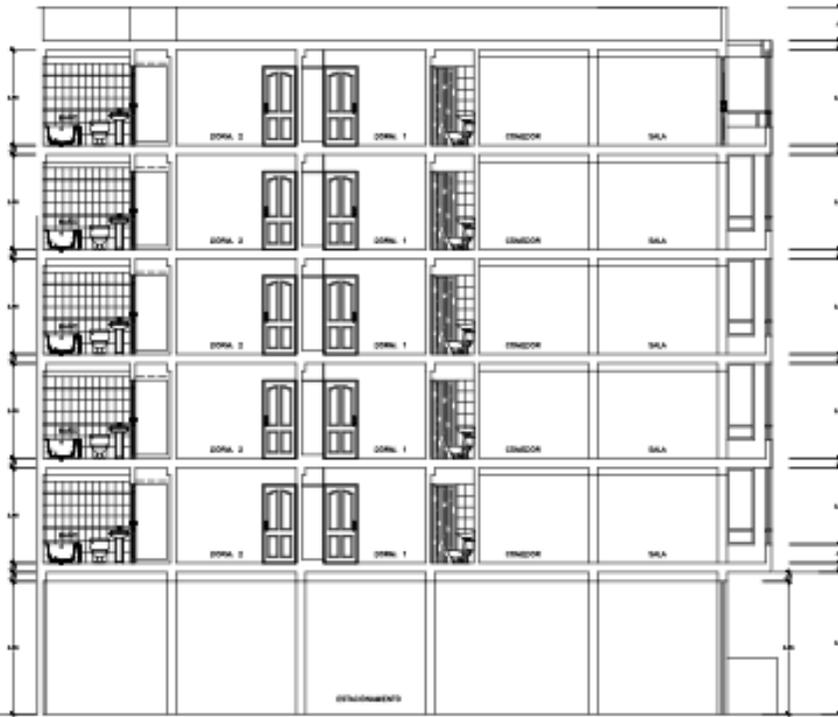
PLANTA 6to. PISO NPT.+16.45

PLANTA DE TECHO NPT.+19.45

DISEÑADO POR: OSWALDO URETA VILA		PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR	
LOCALIDAD: S. J. DE LOS RIOS, C.R.		FECHA: 2011	
ESCALA: 1:50		DISTRIBUCION: APOD.	
HOJA:		A-01	



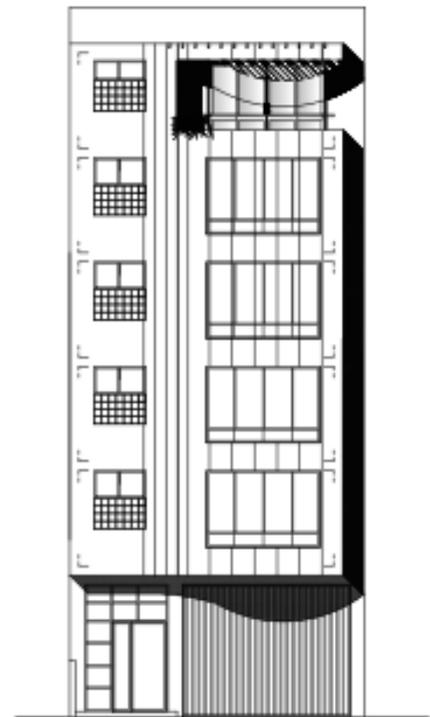




CORTE 2-2



CORTE A-A



ELEVACION PRINCIPAL 077-1184

Dra. FELISA ROSA RAMÍREZ FERNÁNDEZ	
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	
PROYECTO DE GRADUACIÓN	
TÍTULO: DISEÑO DE UN PISO DE UN EDIFICIO DE ALTIPLANO	
FECHA: 2011-2012	
LUGAR: LA PAZ, BOLIVIA	
A-02	

# VARIOS



A.C.J. INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.  
Proyectos, Construcción, Supervisión

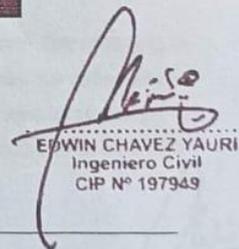
## PROYECTO:

**ESTUDIO MECANICA DE SUELOS CON  
FINES DE CIMENTACIÓN  
VIVIENDA UNIFAMILIAR**

**PROPIETARIO: OSWALDO URETA VILA  
UBICACIÓN: DANIEL ALCIDES CARRION  
2484**



**2022**

  
EDWIN CHAVEZ YAURI  
Ingeniero Civil  
CIP N° 197949



## CAPITULO IV: ENSAYOS DE LABORATORIO

### 4.1. EVALUACION

#### 4.1.1. TRABAJOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas en el campo han sido remitidas al laboratorio de Suelos, donde por las características físicas se han sometido a análisis de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM.

#### 4.1.2. TRABAJOS DE GABINETE

En el gabinete se prepararon las ilustraciones gráficas, cuadros de cálculos presentes en el informe.

#### 4.1.3. EVALUACION DE RESULTADOS

En este punto se realiza el análisis de resultados de los ensayos según reporte, así como descripción de campo y laboratorio, perfiles estratigráficos de las excavaciones realizadas, adjuntados en el informe.

### 4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron los ensayos con la muestra extraída:

- ASTM D-422: Análisis granulométrico
- ASTM D 4318: Limite Líquido y Plástico
- ASTM D 1557: Contenido de Humedad
- ASTM D 2487: Clasificación SUCS y AASHTO
- ASTM D3080: Corte Directo,

Cuadro de Ensayo de Granulometría

ESTUDIO	CALICATA	MUESTRA	SUCS	AASHTO	LIMITE DE CONSISTENCIA (%)			GRAVAS	ARENAS	FINOS
					LL	LP	IP			
CIMENTACION	C-01	M-1	GP	A-1-a	--	--	--	56.8	39.0	4.2

Cuadro de Ensayo de Corte Directo

N°	CALICATA	MUESTRA	Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kPa)
1	C-01	M-01	35.4	0.0

### 4.3. AGRESIVIDAD DEL SUELO

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

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de las muestras obtenidas de las calicatas C-1 Muestra 1.



A.C.J. INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.

Proyectos Construcción Supervisión

- La presencia de **Sulfatos solubles** es de 973 p.p.m se encuentra debajo de los 1,000.0 p.p.m. Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá plantada cimentación contiene concentraciones bajas de sulfatos solubles y cloruros, que podrán atacar el concreto y la armadura de la cimentación por lo cual se recomienda usar el **Cemento Portland Tipo I (UNO)**.

**Cuadro de Análisis químico**

TIPO DE EXPOSICION A LOS SULFATOS	SULFATOS SOLUBLES EN AGUA (SO <sub>4</sub> ) PRESENTES EN SUELOS (p.p.m)	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) EN AGUA (p.p.m)	RECOMENDADO (CONCRETO NORMAL)	RELACION AGUA / CEMENTO	f'c MINIMO (Kg/ cm <sup>2</sup> )
DESPRECIABLE	0 à 1000	0 à 150			
MODERADA	1000 à 2000	150 à 1500	II, IP(MS), IS (MS), I(PM) (MS), I(SM) (MS)	0.50	250
SEVERA	2000 à 20,000	1,500 à 10,000	V	0.45	315
MUY SEVERA	SOBRE 20,000	SOBRE 10,000	V + PUZOLANA	0.45	315

## CAPITULO V: PERFIL ESTRATIGRAFICO

### 5.1. PERFILES DE CALICATAS

A.C.J. INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.		EXPLORACION DE CAMPO		REGISTRO DE CALICATA		C - 1				
SOLICITADO	Sr. Oswaldo Ureta Vila		NIVEL PREACTICO	N.P.		CONDICION DE MUESTRA				
PROYECTO	vivienda multifamiliar		REGISTRADO POR	J.A.C.		<input checked="" type="checkbox"/> DISTURBADA <input type="checkbox"/> INTACTA				
UBICACION	Daniel Alcides Carrión 2484- HYO		REVISADO POR	C.M.S.R.						
PROFUNDIDAD	5.00 m	COORDENADAS	E. _____	COTA	_____	FECHA	_____			
PROF. (m)	SÍMBOLO (BUCE)	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRA	LL (%)	LP (%)	W (%)	Angulo de fricción (°)	Coeficiente (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso volumétrico (gr/cm <sup>3</sup> )
0.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
0.50			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
1.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
1.50			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
2.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
2.50			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
3.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
3.50			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
4.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
4.50			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---
5.00			Material de relleno de tipo arena gruesa con grava de 10 a 20 mm.	S1	---	---	---	---	---	---

Lima 06 Celular : 991277803 - 949842834

[www.acjingenierosconsultores.com](http://www.acjingenierosconsultores.com)

EDWIN CHAVEZ YAURI  
Ingeniero Civil  
CIP N° 197949

## CAPITULO VI: ANALISIS DE CIMENTACION

### 6.1. ANALISIS DE CIMENTACION

#### 6.1.1. TIPO DE CIMENTACION

El terreno de fundación está constituido por estratos de grava arenosa compacidad media, según información existente y dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas.

#### 6.1.2. PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

De acuerdo al R.N.E. y las Normas E-050, para cimentaciones superficiales el nivel de cimentación de la estructura se tomará la profundidad de desplante que garantice el empotramiento de la estructura al suelo de fundación.

#### 6.1.3. CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic. De acuerdo a las dimensiones de zapatas cuadradas, se ha considerado lo siguiente:

- Para la cimentación se recomienda una dimensión entre 2.00 m. y 2.50 m. de ancho para zapata cuadrada. De acuerdo a la caracterización y perfil estratigráfico de la Calicata C-1, se cimentará sobre grava arenosa.

Con la finalidad de obtener un rango cuantificable de parámetros  $\phi$  de resistencia, se considera los resultados obtenidos del ensayo de corte directo a suelo de fundación, el cual indica ángulos de fricción y cohesión del suelo. De acuerdo a lo anterior se adoptará conservadoramente los siguientes parámetros de fricción y cohesión, indicadas en el cuadro de parámetros de suelo de cohesión, ángulo de fricción y sus capacidades de carga por falla local de corte.

Cuadro de Parámetros de Suelo Cohesión y Angulo de Fricción

Estrato de Cimentación	y (kg/m <sup>3</sup> )	Nc'	Ny'	Nq'	Valores Adoptados para el Diseño	
					Cohesión c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de Fricción Interna $\phi$ (°)
GP	1750	57.75	45.41	41.44	0.01	35



A.C.J. INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.  
Proyectos Construcción Supervisión

#### CUADRO DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE – CIMENTACION

DESPLANTE (m)	CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm2)	COEFICIENTE DE BALASTO (Kg/cm3)	PESO ESPECÍFICO (Tn/m3)
1.45	1.61	3.08	1.09
1.95	1.59	3.36	1.17
2.20	1.96	3.79	1.29

De acuerdo a la formación de Mecánica de Suelos, se empleará la expresión dada por TERZAGHI.

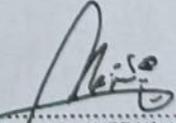
$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

$$q_{ad} = q_u / FS$$

donde:

- q<sub>ul</sub> = Capacidad última de carga
- Q<sub>ad</sub> = Capacidad admisible de carga
- FS = Factor de seguridad =3
- γ = Densidad del Suelo Natural
- B = Ancho de Cimentación
- D<sub>f</sub> = Profundidad de Cimentación
- N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>, N<sub>c</sub> = Factores de capacidad de carga

Se recomienda usar como el valor de la capacidad portante del suelo al valor más desfavorable y teniendo en cuenta el factor de seguridad F.S=3

  
 EDWIN CHAVEZ YAURI  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 197949

Lima 06 Celular : 991277803 - 949842834

[www.acjingenierosconsultores.com](http://www.acjingenierosconsultores.com)