

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS  
VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE  
ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAPALLANGA  
PROVINCIA DE HUANCAYO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:  
BACH. REMUZGO ROJAS, JUNIOR**

**ASESOR:  
Mag. Jesus Iden Cardenas Capcha**

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

**Huancayo – Perú**

**2021**

**ASESOR**

**Mag. JESÚS IDÉN CÁRDENAS CAPCHA**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres por su constante motivación y por haberme formado constantemente con buenos valores, por la ayuda que me brindaron en los momentos más difíciles de mi vida.

Bach. Remuzgo Rojas, Junior

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su continua ayuda, mis mayores promotores durante el proceso de realización de mi tesis, por confiar y creer en mí y en mis expectativas, a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

Bach. Remuzgo Rojas, Junior

# CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0327 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

## COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. REMUZGO ROJAS JUNIOR**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Mg. JESÚS IDEN CÁRDENAS CAPCHA**

Fue analizado con fecha **24/09/2024**; con **177 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

**Excluye Bibliografía.**

X

**Excluye citas.**

X

**Excluye Cadenas hasta 20 palabras.**

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **20** %.

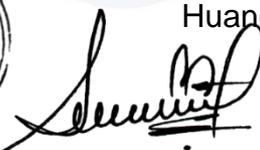
En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

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



Huancayo, 24 de septiembre del 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMIJEFA**  
Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo”, nace de la problemática de cuáles son las viviendas informales con sistemas de albañilería confinada para cual no se toman medidas como el comportamiento estructural.

Fue necesario realizar pruebas con esclerómetro, escaneo de refuerzo y estudios de suelo de referencia porque no había investigaciones previas sobre la casa para construir el estudio.

En una charla con uno de los propietarios se planteó la necesidad de realizar un estudio para evaluar el comportamiento estructural de la vivienda del propietario con el fin de reforzarla potencialmente en caso de un posible movimiento sísmico en esta región.

Con el método científico tendremos más elementos para rechazar o confirmar el planteamiento.

Cinco capítulos componen la investigación para su amplia comprensión, la cual ha sido dividida y examinada de la siguiente manera:

### **El capítulo I: planteamiento del problema**

La descripción del problema y sus detalles, el objetivo general de la investigación, sus objetivos particulares, su razonamiento, sus limitaciones y su justificación.

### **El capítulo II: marco teórico**

Se considera el contexto nacional e internacional de la investigación, los fundamentos teóricos, las definiciones conceptuales, el marco teórico y el desarrollo de hipótesis generales y particulares.

### **El capítulo III: metodología de la investigación**

Se aborda la técnica de estudio, variables independientes y dependientes, tipo, diseño de investigación, población, muestra y operacionalización de variables.

### **El capítulo IV: análisis de resultados**

Se muestra cómo han evolucionado los resultados y cómo se han realizado los cálculos para el análisis representativo de los resultados de laboratorio.

### **El capítulo V: Discusión de resultados**

Describe la discusión de resultado conclusión y recomendación.

Bach. Remuzgo Rojas, Junior.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>vii</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>9</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>12</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>14</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>16</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>18</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	18
1.2. Delimitación de la investigación.....	19
1.2.1. Delimitación espacial.....	19
1.2.2. Delimitación temporal.....	19
1.2.3. Delimitación conceptual.....	20
1.3. Limitaciones.....	20
1.4. Formulación del problema.....	20
1.4.1. Problema general.....	20
1.4.2. Problemas específicos.....	20
1.5. Justificación de la investigación.....	20
1.5.1. Justificación social.....	21
1.5.2. Justificación teórica.....	21
1.5.3. Justificación metodológica.....	21
1.6. Objetivos de la investigación.....	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.1. Marco teórico.....	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	25
2.2. Marco conceptual.....	29
2.2.1. Generalidades.....	29

2.2.2. Sistema de albañilería confinada	48
2.3. Definiciones de términos	57
2.4. Hipótesis	58
2.4.1. Hipótesis general	58
2.4.2. Hipótesis específica	58
2.5. Variables	58
2.5.1. Definición conceptual de las variables	58
2.5.2. Definición operacional de la variable	59
2.5.3. Operacionalización de variables	59
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>61</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>61</b>
3.1. Método de investigación	61
3.2. Tipo de investigación	61
3.3. Nivel de la investigación	62
3.4. Diseño de la investigación	62
3.5. Población y muestra	62
3.5.1. Población	62
3.5.2. Muestra	62
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.6.1. Técnicas	63
3.6.2. Instrumentos	63
3.7. Procesamiento de la información	63
3.7.1. Contexto de la zona de trabajo	64
3.7.2. Caracterización del estudio de suelos	65
3.7.3. Calculo de la aceleración espectral	68
3.7.1. Definición de cargas	73
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>80</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>80</b>
4.1. Cálculos	80
4.1.1. Análisis de elementos de albañilería	80
4.1.2. Determinación del espectro inelástico de pseudo aceleración	81
4.1.3. Análisis del desplazamiento en las estructuras	82
4.1.4. Análisis de distorsión de entre piso	84
4.1.5. Determinación de la carga lateral o esfuerzos en las estructuras	85
4.1.6. Análisis de los desplazamientos en los diafragmas	86

4.1.7. Determinación de la fuerza cortante en la estructura	88
4.1. Contratación de hipótesis .....	89
4.1.1. Hipótesis específica (1)	89
4.1.2. Hipótesis específica (2)	92
4.1.3. Hipótesis específica (3)	95
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>99</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>99</b>
5.1. Discusión de resultados con antecedentes .....	99
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>102</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia .....</b>	<b>110</b>
<b>Anexo N°02: Planos de levantamiento de información .....</b>	<b>112</b>
<b>Anexo N°03: Certificado de los Ensayos .....</b>	<b>119</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de zona “Z” .....	43
Tabla 2: Clasificación de los perfiles de Suelo .....	44
Tabla 3: Aplicación y Limitaciones del Ensayo SPT .....	44
Tabla 4: Categoría de las Edificaciones y Factor "U" .....	45
Tabla 5: Valores de Máximas aceleraciones estimadas para las capitales de departamento de Perú (referencia, Plaza de Armas). .....	46
Tabla 6: Unidad de albañilería para fines estructurales.....	50
Tabla 7: Dosificación .....	53
Tabla 8: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros Confinados .....	56
Tabla 9. Operacionalización de variables.....	59
Tabla 10. Factor de zona “Z” .....	64
Tabla 11: Resultados de los ensayos.....	65
Tabla 12: Factor de suelo “S” .....	66
Tabla 13: Periodos “Tp y TL” .....	67
Tabla 14: Irregularidad en planta y altura de las edificaciones .....	67
Tabla 15: Periodo fundamental en las edificaciones .....	68
Tabla 16: Espectro inelástico en una relación de periodo fundamental y factor de amplificación sísmica para la 1ra edificación y la 2da edificación .....	69
Tabla 17: Espectro inelástico en una relación de periodo fundamental y factor de amplificación sísmica para la 1ra edificación y la 2da edificación .....	70
Tabla 18: Limites de distorsión según material predominante.....	72
Tabla 19: Características de los materiales.....	73
Tabla 20: Peso de una losa aligerada .....	73
Tabla 21: Cargas mínimas repartidas .....	74
Tabla 22: Combinación de cargas para un sistema dinámico .....	74
Tabla 23: Densidad de albañilería.....	80
Tabla 24: Desplazamientos máximos.....	83
Tabla 25: Distorsión en la 1ra edificación.....	84
Tabla 26: Distorsión en la 2da edificación.....	84
Tabla 27: Distorsión en la 3ra edificación.....	84

Tabla 28: Cargas laterales .....	85
Tabla 29: Desplazamiento horizontal de los diafragmas .....	87
Tabla 30: Fuerzas cortantes en elevación.....	88

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Provincia de Huancayo- Región Junín. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Figura N° 2: Caída del Techo de Recepciones dejó 6 muertos, Huancán.....	39
Figura N° 3: Diagrama del Procedimiento Sugerido para la Determinación de las Acciones Sísmicas. ....	41
Figura N° 4: Mapa de peligro Sísmico para el Perú, CRISIS-2007.....	43
Figura N° 5: Deformación en los elementos estructurales de un entrepiso con diafragma rígido en su mismo plano ante un desplazamiento en el eje X.....	47
Figura N° 6: Albañilería confinada.....	48
Figura N° 7: Vivienda dañada debido al terremoto de Pisco. 15 de agosto, 2017. ....	49
Figura N° 8: Ladrillos.....	51
Figura N° 9: Los ladrillos tubulares son los ladrillos pandereta .....	52
Figura N° 10: No deben tener materias extrañas en su superficie o interior....	52
Figura N° 11 : No deben estar agrietados .....	52
Figura N° 12: Buen ladrillo, pero estribo deficiente y escasa longitud del gancho. ....	54
Figura N° 13: Zonificación sísmica .....	64
Figura N° 14: Propiedades del perfil del suelo .....	66
Figura N° 15: Factor de amplificación sísmica ( $S_a$ ) vs Periodo (T) .....	70
Figura N° 16: Factor de amplificación sísmica ( $S_a$ ) vs Periodo (T) .....	72
Figura N° 17: Vista en planta y en 3D de la primera edificación.....	75
Figura N° 18: Momento flector de los muros en el eje F-F y A-A .....	75
Figura N° 19: Fuerza cortante en el eje C-C y 1-1 .....	76
Figura N° 20: Vista en planta y en 3D de la 2 da edificación.....	76
Figura N° 21: Momento flector.....	77
Figura N° 22: Fuerza cortante .....	77
Figura N° 23. Vista en planta y en 3D de la 3ra edificación.....	78
Figura N° 24: Momento flector.....	78
Figura N° 25: Fuerza cortante .....	79
Figura N° 26: Espectro inelástico de pseudo aceleración de la 1ra y 2da edificación con un $I_p=0.9$ (irregularidad- esquina entrante).....	81

Figura N° 27: Espectro inelástico de pseudo aceleración de la 3ra edificación con un sin irregularidad.....	82
Figura N° 28: Espectro en respuesta a lo largo del tiempo .....	82
Figura N° 29: Máximo desplazamiento en la historia de las edificaciones .....	83
Figura N° 30: Cargas en la historia de las edificaciones .....	85
Figura N° 31: Desplazamientos máximos en los diafragmas de las edificaciones .....	87
Figura N° 32: Prueba de normalidad de los datos de distorsión en las viviendas .....	91
Figura N° 33: Resumen de la prueba de hipótesis distorsión de viviendas por Anova.....	92
Figura N° 34: Prueba de normalidad de los datos del comportamiento sísmico .....	94
Figura N° 35: Resumen de la prueba de hipótesis comportamiento sísmico por Anova.....	95
Figura N° 36: Resumen de la prueba de hipótesis Fuerza cortante por Anova	97
Figura N° 37: Resumen de la prueba de hipótesis fuerza cortante por Anova.	98

## RESUMEN

El estudio se denominó “Comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en el Distrito de Sapallanga Provincia de Huancayo” el mismo que involucra a la norma técnica de estudios de la parte de estructura, diseño sismo resistente (E.0.30), suelos y cimentación (E.050), concreto armado (E.060), albañilería (E.070) Contribuirá a mejorar la situación actual del usuario de la vivienda antes mencionada. Para conocer el estado actual de la vivienda y recoger datos de campo, se realizó una inspección de toda la zona de construcción.

El desarrollo del trabajo se basó en la identificación de las estructuras, recopilando datos de la cimentación, columnas, vigas, losas, escaleras, con una evaluación estructural, la prueba experimental no destructiva por ejemplo escaneos de refuerzos, visibilidad de la dimensión que lo caracteriza, como el ensayo con el esclerómetro hallando características reales de los elementos en construcción del acero y concreto, como defección de la armaduras resistencias a compresiones del concreto ( $f_c$ ), diámetro de acero, y recubrimiento en todo elemento estructural de la construcción. Al realizar el estudio nos dan un diagnóstico real de las estructuras de las viviendas informales, por tal razón es importante identificar los causales que se generaron y se desarrollaron con el tiempo, con dicho conocimiento adquirido podemos decir, que al determinar el efecto de anomalía en diseño, materiales y anomalías de construcción se debe corregir los daños estructurales durante un movimiento sísmico.

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación estructural, metrado, comportamiento estructural.

## **ABSTRACT**

The study was called "Structural behavior of informal housing with confined masonry system in the District of Sapallanga, Province of Huancayo" which involves the technical standard of studies of the structure part, earthquake-resistant design (E.0.30), soils and foundation (E.050), reinforced concrete (E.060), masonry (E.070) It will contribute to improve the current situation of the user of the aforementioned house. To know the current state of the house and collect field data, an inspection of the entire construction area was carried out. The development of the work was based on the identification of the structures, collecting data from the foundation, columns, beams, slabs, stairs, with a structural evaluation, non-destructive experimental testing such as reinforcement scans, visibility of the dimension that characterizes it, such as the test with the sclerometer finding real characteristics of the elements in construction of steel and concrete, such as deflection of the reinforcement, compressive strength of concrete ( $f'_c$ ), steel diameter, and coating in every structural element of the construction. By carrying out the study we are given a real diagnosis of the structures of informal housing, for this reason it is important to identify the causes that were generated and developed over time, with this acquired knowledge we can say that by determining the effect of anomaly in design, materials and construction anomalies, structural damages during an earthquake must be corrected.

**KEY WORDS:** Structural evaluation, measurement, structural behavior.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

La construcción de edificaciones ha sido uno de los primeros signos de desarrollo y crecimiento territorial, cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad poblacional, sin embargo, estos incrementos de las construcciones no son controladas originando en proceso de construcción tradicional, en las cuales se encuentran lapsos técnicos en los diseños de arquitectura, estructura, y procesos constructivos.

Las construcciones tradicionales en estos últimos tiempos se ha vuelto costumbre en diversos sectores de Huancayo, en la actualidad no hay un estudio donde se haya evaluado las resistencias estructurales de las viviendas tradicionales para un evento sísmico de gran magnitud y las consideraciones futuras.

Independientemente de las edificaciones su objetivo principal es de aguardar a las familias ya sea edificación multifamiliar o edificación unifamiliar para ellos es importante tener en cuenta la seguridad estructuralmente, porque se convierte en peligro para los habitantes del edificio, es así la importancia saber cómo es el comportamiento estructural, de las viviendas informales.

Las estructuras están para resistir su rango elástico, rango no lineal que ocurra un solo sismo de gran magnitud en su vida útil. En elementos estructurales, se admiten daños significativos, aunque no sea el colapso de ellos.

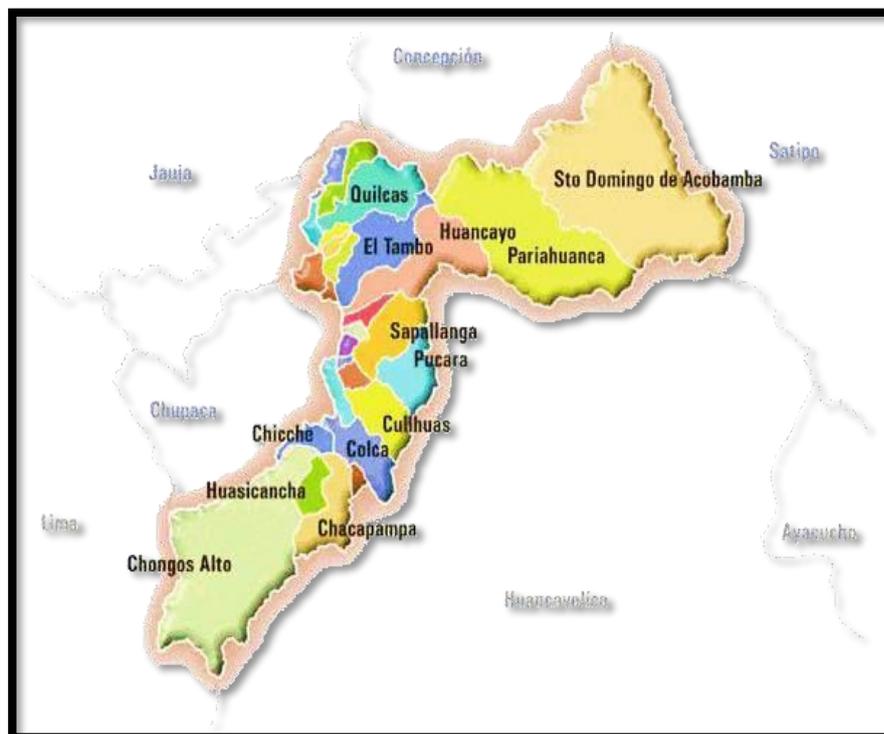
La industria de la construcción de edificios en nuestro país ha avanzado y mejorado enormemente en los últimos años, lo que permite a las personas vivir con seguridad. Dado que las herramientas, la maquinaria y los aditivos actuales han facilitado este trabajo, estos métodos han mejorado con el tiempo.

## 1.2. Delimitación de la investigación

### 1.2.1. Delimitación espacial

Este estudio se realizará en el distrito de Sapallanga, ya que engloba el estudio de comportamiento estructural de viviendas informales en situ a diferentes estructuras. Durante el período de trabajo a programarse, que será de 4 meses se desarrollará la parte teórica y los ensayos que puedan darnos el sustento necesario para llegar a una conclusión satisfactoria.

*Figura N° 1: Provincia de Huancayo- Región Junín.*



Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.2. Delimitación temporal

Cuando avanzamos en 2021 para modificar nuestras alternativas para el comportamiento estructural de las casas no oficiales con un sistema de aislamiento confiable en función de la humedad de la construcción.

### **1.2.3. Delimitación conceptual**

El tema de estudio fue regido por la norma de estructuras y albañilería confinada, para lo cual se realizará un estudio, determinando así el comportamiento de las viviendas informales con sistema de albañilería, a fin de corroborar el comportamiento estructural de dichas viviendas.

### **1.3. Limitaciones**

El presente estudio no presenta limitaciones económicas, existe información bibliográfica, sin embargo, hay carencias de material bibliográfico actualizado, y trabajos de investigación internacionales en relación a las viviendas informales. Además del limitado acceso a la base de datos para establecer los cálculos respectivos.

### **1.4. Formulación del problema**

#### **1.4.1. Problema general**

¿Cuál es el comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?

#### **1.4.2. Problemas específicos**

- a) ¿Se cumplen los límites permitidos de distorsión de entrepiso en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?
- b) ¿Como varían el comportamiento sísmico de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?
- c) ¿De qué manera varia la fuerza cortante en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?

### **1.5. Justificación de la investigación**

La justificación de la investigación pretende realizar un análisis del comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada.

### **1.5.1. Justificación social**

Conforme a (Fernández Bedoya, 2020), Todo esfuerzo de investigación debe tener cierta trascendencia social para trascender la sociedad e indicar su alcance o proyección.

Con los conocimientos adquiridos durante su formación, los graduados universitarios se comprometen a asumir el reto de mejorar de forma sostenible las condiciones medioambientales. Esto significa que ya no se trata sólo de tener conciencia social, sino también de asumir, en la medida de lo posible, el deber medioambiental que cada uno de ellos, en sus respectivos ámbitos de especialización, tiene. El problema es inmenso, ya que implica armonizar el avance de la humanidad y la mejora de los niveles de vida con la obligación de proteger los recursos naturales que ya poseemos para beneficio de las generaciones futuras.. El alcance de esta investigación sería académico, aportando conocimientos para la futura construcción de viviendas en la ciudad de Sapallanga, ya que su objetivo principal es determinar el impacto sísmico en la mampostería restringida de la ciudad..

### **1.5.2. Justificación teórica**

Conforme a (Méndez Álvarez, 2020), en el estudio existe una justificación teórica cuando el propósito de la investigación es originar reflexiones y debates académicos sobre el conocimiento que existe, analizar teorías verificar un resultado o realizar epistemología del conocimiento que existe. Gracias a la construcción de este informe de tesis podremos evaluar tanto cualitativa como numéricamente los elementos técnicos, económicos y ambientales para el estudio de evaluación del comportamiento estructural de una vivienda tradicional de Sapallanga, provincia de Huancayo. En consecuencia, podremos comprender el comportamiento estructural gracias a los aportes realizados durante el desarrollo de la tesis, lo que ampliará nuestra perspectiva para la creación de nuevos proyectos estructurales.

### **1.5.3. Justificación metodológica**

Según (Bernal, Blanco, & Villalpando, 2010), una investigación se justifica metodológicamente cuando se propone o desarrolla un nuevo

método o estrategia que permita obtener conocimiento válido o confiable.

La metodología de evaluación se ha basado en el uso de diversos instrumentos, siendo el utilizado el método analítico. Estos han permitido recoger opiniones, percepciones e intereses de los diversos actores sociales involucrados en estos procesos. En el cual se pretende establecer el mecanismo que se estudia. A la estructura así de esta manera permitirá conocer el comportamiento estructural de una vivienda informales los instrumentos con que se diseñaran y elaboraran para la investigación y cuyos datos servirá para recopilar la información. Así mismo analizar los datos, los mismos que han sido guiados y orientados en todo momento por el método científico. La metodología utilizada servirá para investigaciones análogas y con aplicaciones de otros temas.

## **1.6. Objetivos de la investigación**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en el Distrito de Sapallanga Provincia de Huancayo.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar el cumplimiento de los límites permitidos de entrepiso en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.
- b) Evaluar cómo varían el comportamiento sísmico de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.
- c) Identificar de qué manera varia las fuerzas cortantes en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Blacio Vidal, 2016), presento la tesis de grado **denominada:** “Análisis estructural de una vivienda de interés social, existente de hormigón armado sismorresistente, en el Cantón Pasaje”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar la estructura de una vivienda de interés social existente de hormigón armado sismorresistente en el sector urbano La Orquídea, del cantón Pasaje de la Provincia de El Oro., haciendo uso de la **metodología:** De tipo de investigación aplicada, de diseño de investigación experimental, de nivel de investigación explicativo, obteniendo de resultado: el diámetro de estribo en viga y columna y su separación no cumplen con lo referido en la norma (NEC\_SE\_VIVIENDA), y finalmente **concluyo:** Del análisis del caso actual, se puede inferir que la actual estructura de vivienda de interés social presenta fallas en su sistema estructural, probablemente porque el diseño estructural no fue bien ejecutado y el sistema constructivo fue insuficiente..

(Cevallos Sánchez, 2016), realizo la tesis de pregrado **titulado:** “Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad la moya perteneciente a la parroquia Calpi, cantón río Bamba,

provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sismo resistente”, el cual fija como **objetivo general**: Hacer el diseño de la estructura de un albergue comunitario basado en adobes tecnificados, con la **metodología**: un tipo de investigación aplicada, con un diseño de investigación experimental, de nivel de investigación explicativo, teniendo como **resultado**: El 50% sabe del beneficio del Adobe, el 43% no lo conoce y un 7% dudan de su conocimiento, y **concluye**: Con base en los resultados de los estudios, se determina que el diseño de una construcción de adobe debe cumplir con los requerimientos de la zona sísmica La Moya – Calpi y al mismo tiempo mantener vivo el patrimonio cultura.

(Egas Estéfano, 2017), muestra la tesis de pregrado **titulado**: “Análisis de comportamiento de la estructura de una vivienda de interés social del subsidio oeste de la ciudad de Guayaquil y propuesta de soluciones” el cual fija como **objetivo general**: hacer un estudio de comportamiento de la estructura de una vivienda con estructura mixta, del suburbio de Guayaquil afectada por el sismo de Pedernales 2016, con la **metodología**: Con un tipo de investigación aplicada de un diseño de investigación experimental, teniendo el **resultado**: Los daños que sufrió la casa durante y después del terremoto de abril de 2016 pueden haberse atribuido a varios elementos estructurales que no cumplían con los requisitos nacionales de construcción..

(Arias Cando, Mejía Ayala, Mora Calvopiña, Rivadeneira Flores, & Santiana Cualchi, 2017), presentó la tesis de pregrado **titulado**: “Análisis del comportamiento mecánico y elástico de mamposterías con resistencia estructural para ser usada para construir viviendas de un piso y proyección de dos”, el cual fija como **objetivo general**: Experimentar con mampostería: sans mortero, con mortero, con ductos de concreto y acero de refuerzo, y desarrollar modelos estructurales con la asistencia de aplicaciones a disminución actual (SAP 2000). Realizar experimentos y comprender el comportamiento mecánico y elástico de mampostera con resistencia estructural hasta el agotamiento., empleando la **metodología**: Con un tipo de investigación Aplicada de nivel explicativo y un diseño experimental, teniendo como como **resultado**: Llegó a la

siguiente conclusión final: la mampostería funciona lo mejor posible en estado estático debido a los prismas probados en el laboratorio bajo compresión, que provieron una resistencia promedio de 18,07 MPa.

(Bedoya Ruiz, 2017), presentó la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento”. el cual fija como **objetivo general:** }analizar la resiliencia y el comportamiento estructural de viviendas de bajo costo en ferrocemento y realizar una aproximación a la evaluación de su vulnerabilidad estructural utilizando la siguiente metodología: Es de tipo aplicado con un diseño no experimental de investigación., teniendo el **resultado:** Los daños moderados, que se definen como fallos en la malla y el mortero, resultan en una deriva del 0,8%, mientras que las primeras grietas en las viviendas señalan una deriva aproximada del 0,12%. Estas derivaciones se traducen aproximadamente en 15 y 37 kN de carga, respectivamente. y al final **concluye:** Los gastos de reparación se reducían significativamente en ambos casos, debido al daño esperado. Señor, la esencia fundamental para aumentar la capacidad de deformación senza daño de esta clase de viviendas consiste in estabilidad en las conexiones..

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Camila, 2022), presentó la tesis de pregrado **titulado:** “Característica del comportamiento sísmico de muro de albañilería confinada con huecos en el Perú” el cual fija como **objetivo principal:** Utilizando un modelo numérico en un programa computacional de uso comercial, se puede conocer las características del comportamiento sísmico del muro de albañilería confinada con unidad hueca. El objetivo is determinar de manera estadística el comportamiento de los muros desde la etapa elástica hasta la falla, con el programa SAP2000. El program se emplea para modelar geoméricamente las curvas de comportamiento no lineal de los materiales, obtenidas a partir de una revisión bibliográfica, junto con seis muros evaluados por Pari y Manchego (2017).

Para crear un modelo que refleje con precisión los resultados experimentales, el proceso implica calibrar los parámetros que afectan la

curva de capacidad del sistema. Los resultados del procedimiento de calibración se aplican a este muro, ya que los muros examinados por Pari y Manchego tienen características distintas y atributos geométricos después de los evaluados por Barr y Pineda (2011). En conclusión, se examinan las deficiencias del modelo comparando la evolución de las tensiones en el modelo con los resultados experimentales. **metodología:** La metodología consistió en una revisión bibliográfica, un análisis de los ensayos experimentales realizados, el proceso de modelado en software y la aplicación a un muro con distinta geometría a los ensayados. **resultado:** Como era de esperar, el muro no reforzado sufrió una falla por corte durante las pruebas y mostró un comportamiento similar al de los muros Pari y Manchego (Figura 43). Inicialmente se agrietó en las esquinas inferiores de las columnas como resultado de la tensión de tracción causada por las fuerzas de flexión. A partir de entonces, el panel de mampostería tuvo fracturas que se extendieron en diagonal y que finalmente resultaron en una ruptura frágil. En última instancia, se puede determinar la magnitud del daño causado por los golpes de corte. Llego a la conclusión de que antes de realizar una prueba de laboratorio o, en este ejemplo, desarrollar un modelo numérico, se debe completar un análisis teórico exhaustivo. La utilización de fórmulas permite establecer un rango de valores base y valores con los que comparar los hallazgos más recientes. Esto ayuda a obtener una comprensión preliminar del comportamiento del muro antes de su análisis. Considerando las caídas significativas en las muertes proyectadas después de la revisión bibliográfica, se debe incluir el elemento de resistencia a la flexión en el caso de las muertes de Paris y Manchego.

(Borja Salazar, 2019), muestra la tesis sustentada en pregrado **titulado:** “Análisis comparativo del comportamiento de la estructura de una vivienda de albañilería confinada usando ladrillo sílico calcáreo y arcilla, Lima, 2019”, el cual fija como **objetivo principal:** conocer la injerencia del estudio sísmico en el diseño estructural de una vivienda de albañilería confinada de 5 niveles, comas – 2019, empleando la **metodología:** es tipo aplicada – cuasi experimental – explicativa, teniendo como **resultado** Se estableció cuáles fueron los esfuerzos cortantes en los muros y base. Es

posible determinar que la estructura con ladrillo industrial de arcilla influye positivamente en los esfuerzos cortantes de una casa de mampostería confinada con base en el peso total del edificio de mampostería confinada de 5 pisos con ladrillo silico-calcáreo tipo IV de  $f'm$  130 Kg/cm<sup>2</sup> y con ladrillo industrial de arcilla tipo IV de  $f'm$  180 Kg/cm<sup>2</sup>, como se muestra en las figuras 17 y 18.

(Montes Cuellar, 2019) en su investigación **titulada:** “La construcción informal en el comportamiento estructural de viviendas multifamiliares de albañilería confinada, Bellavista Callao”, el cual fija como **objetivo general:** Establecimiento del impacto de la construcción informal en el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar tipo albañilería en el distrito de Bellavista-Calao, con una **metodología:** El método de investigación fue el científico de tipo aplicada, con un diseño de investigación no experimental de corte transversal descriptiva, obteniendo como **resultado:** Según la norma E.070 artículo 19.2b, las dimensiones de un muro no cumplen la dirección XX del primer al quinto nivel y la dirección YY del tercer al quinto nivel. Además, las anomalías en planta y altura se muestran en la tabla 25 y, por último, **concluyo:** La construcción informal evaluada presenta un comportamiento estructural deficiente.

(Cutisaca Laura, 2020), en su estudio **denominado:** “Validación de estructura de una vivienda informale construida en Huancayo metropolitano hasta el año 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Hacer una validación de la estructura de una vivienda informal construidas en Huancayo Metropolitano hasta el año 2017, empleando la **metodología de** tipo de investigación aplicada, con un enfoque de investigación experimental, obteniendo como **resultado:** Tras el análisis dinámico modal espectral de cuatro módulos importantes, se determinó que el eje X, que está formado por pórticos, supera la deriva límite de 0,007, mientras que el eje Y, que está formado por muros de ladrillo, no lo hace y finalmente **concluyo:** Debido a que el resultado de esta tesis es consistente con los datos reportados, los muros de carga son la razón por la cual la deriva es menor que la máxima, demostrando su importante contribución a la rigidez de la estructura.

(Macedo Meza & Vega Salas, 2020), en su trabajo **llamado**: “Evaluación del Comportamiento Estructural de Una Vivienda de Albañilería Confinada Utilizando Unidades de Albañilería Fabricadas en Cerro Azul-Cañete”, el cual fija como **objetivo general**: Evaluar el desempeño estructural de una vivienda construida con unidades de mampostería restringida realizadas en Cerro Azul-Cañete. Además, brindar a los clientes consejos pertinentes para que puedan reforzar sus viviendas, usando la **metodología**: Este proyecto de investigación es de tipo cuantitativa-explicativa con un diseño no experimental, obteniendo como **resultado**: Se determinó la fuerza cortante dinámica en el eje X la cual tuvo un valor de 158,14 Tn y la fuerza cortante dinámica en el eje Y la cual tuvo un valor de 94,0087 Tn. Se obtuvo la deriva inelástica en X-X la cual tiene un valor de 0,0103338, concluyéndose finalmente: De acuerdo a lo establecido en la Norma E.030 del RNE no cumple con los límites permitido.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Generalidades**

El barrio Progreso de Sapallanga, provincia de Huancayo, es el sitio donde se lleva a cabo la investigación para evaluar la efectividad de la construcción de viviendas informales con un sistema de mampostería constreñida.

Los estudios de suelo de referencia, la prueba esclerométrica y los escaneos de refuerzo se tuvieron que realizar porque no se contaba con estudios previos de la casa para el desarrollo de la investigación.

Durante una conversación con el propietario de la casa anterior, quedó claro que sería necesario realizar más investigaciones y análisis del comportamiento estructural de su edificio para reforzarlo potencialmente con métodos alternativos y prepararse para cualquier movimiento sísmico potencial en la zona.

#### **2.2.1.1. Descripción general**

El comportamiento estructural de una vivienda informal es hacer un análisis de la edificación principalmente de sus elementos estructurales, para saber cómo esta o en qué situación se encuentra la vivienda actualmente, si está diseñado correctamente, si está capacitado para un evento sísmico.

El comportamiento estructural de una vivienda informal puede causar una impresión positivo o negativo al concluir el estudio y la calidad de vida de los usuarios, de igual manera genera la felicidad de la familia que lo habitan para tomar las medidas respectivas.

Para que la circulación de los habitantes de la vivienda resulte segura y cómoda, es indispensable tener una superficie óptima, los elementos estructurales que tengan las condiciones adecuadas de diseño.

#### **2.2.1.2. Fundamentos**

##### **a) Losas**

Son piezas estructurales de sección rectangular que cubren una parte considerable del piso, compuestas de hormigón armado o de materiales prefabricados, y pueden ser macizas o perforadas. También son de espesor delgado. Con el apoyo

de muros o vigas, ayudan a formar los pisos y techos de un edificio. Pueden estar formadas por una o más partes continuas.

A diferencia de las losas unidireccionales, que se apoyan estructuralmente solo en dos extremos, las losas con apoyo perimetral se apoyan en vigas o paredes en los cuatro lados y, por lo tanto, pueden funcionar de dos maneras. Las losas planas son aquellas que no tienen vigas entre las columnas y se apoyan simplemente en las columnas.

Tipos de losas:

- ✓ Losa macizas
- ✓ Nervadas
- ✓ Aligeradas

#### **b) Vigas**

Estas vigas, a veces llamadas vigas de confinamiento, cuentan con componentes estructurales de hormigón armado que tienen como objetivo evitar oscilaciones en la pared sobre la que se colocan en caso de un sismo. Las vigas de hormigón armado también tienen el propósito adicional de distribuir el peso del techo de manera equitativa entre los muros. Finalmente, al utilizar una construcción horizontal, también se utilizan para unir a los muros.

Los pórticos primarios o secundarios sirven como base para la construcción de vigas de hormigón armado. En el primer caso se construyen vigas que soportan el peso de las losas del piso superior, mientras que en el segundo caso se construyen vigas que no pueden soportar esfuerzos estructurales.

#### **c) Columnas**

Una columna, que puede tener forma cuadrada o circular, se considera un soporte vertical alargado en la industria de la construcción. Permite sostener todo el peso de la estructura que se desea construir.

Examine el papel y la importancia de las columnas en todos los tipos de edificios. Sin duda, habrá reconocido que la

construcción no puede sostenerse sin este componente; dicho de otra manera, no podría completarla. Esto explica la importancia de un componente tan básico, que con frecuencia se construye de manera sencilla. Todo el peso de su edificio será soportado por las columnas.

Además de construir las columnas de cemento para soportar el peso del edificio, los ingenieros las utilizan porque les da libertad en los espacios y les permite distribuirlos como mejor les parezca.

#### **d) Concreto Armado**

En el concreto, el acero se incrusta de forma que integra los dos materiales en fuerzas de resistencia. En una estructura de hormigón, la tracción, la cizalladura y ocasionalmente los esfuerzos de compresión son absorbidos por las varillas de hierro, barras o malla. De acuerdo con la mayoría de aplicaciones estructurales, el concreto en masa no es apropiado para reter esfuerzos de tracción o fuerzas causadas por el viento, terremotos, vibraciones y otras fuerzas. El armado concreto, en contraposición, tiene una resistencia extraordinaria al acero y al hormigón que se combinan para darle la capacidad del elemento para mantener estas fuerzas inusuales durante largos períodos de tiempo.

#### **e) Análisis estructural**

Determinar los esfuerzos y deformaciones que sufre la estructura debido a la acción de los agentes externos es el objetivo del análisis estructural.

Las estructuras están formadas por una o más piezas conectadas entre sí y con el medio externo circundante.

En otras palabras, pueden trabajar juntos para detectar fuerzas externas (vibraciones), soportarlas y transmitir la fuerza a sus soportes de manera que la fuerza externa encuentre un sistema en equilibrio y estable.

#### **f) Pre dimensionamiento de elementos estructurales**

La estimación de las dimensiones iniciales de un elemento estructural permite el análisis y la verificación del elemento. Este procedimiento se conoce como predimensionamiento. Para diseñar de manera eficiente una estructura, ya sea una losa, una viga elevada, una viga plana, una columna, un muro de corte o una cimentación, es fundamental comprender las dimensiones estándar empleadas.

El predimensionamiento reduce la probabilidad de agrietamiento, pandeo o deflexión excesiva al brindar una noción previa del excelente comportamiento de un elemento estructural.

#### **g) Recubrimiento para el refuerzo**

Si has tenido la oportunidad de utilizar hormigón armado en la construcción de una vivienda, comprenderás la importancia del revestimiento a la hora de colocar las armaduras en el encofrado. Este revestimiento es la capa de hormigón, de espesor variable, que recubre y protege las armaduras de acero de los elementos.

El revestimiento se mide desde la cara interior de madera del encofrado hasta la superficie exterior de las armaduras. Se medirá desde los estribos si los tiene, y desde la armadura longitudinal si no los tiene, como ocurre con las viguetas..

### 2.2.1.3. Comportamiento estructural

#### a) Estructura problemas que resuelve

Las estructuras se construyen para resolver problemas se trata en principio de problemas distintos pero todos ellos tienen en común la existencia de fuerzas (acciones) sobre la estructura provocada por, los propios usos que la estructura soporta, la existencia de la propia estructura.

#### b) Estructura como transmisora de acciones

La estructura es el medio por el cual las acciones ejercidas sobre ella se transmiten o comunican al suelo.

Las acciones a resolver son la sobre carga de uso, peso del material (propio de la estructura)

Acciones permanentes, asociadas al uso tabiquería, solado, otros, peso de la estructura forjado, concreto, acero,

Acciones del medio, sobrecarga viento, sobrecarga sismo, sobrecarga nieve, empuje de terreno.

Las estructuras transfieren las acciones al terreno trabajando básicamente de dos formas diferentes en todas o algunas de sus partes.

Traslado longitudinalmente de las cargas genera tracciones y compresiones en la estructura.

Traslado transversalmente de las cargas genera flexiones en la estructura.

#### c) Equilibrio estructural suelo

Gracias a su capacidad resistente, el suelo puede proporcionar el necesario equilibrio de la estructura. Esta es por tanto un sistema por el que acciones y reacciones se comunican consiguiendo el equilibrio mecánico entre ellas. La determinación de las acciones cuyo valor y dirección dependen en, muchos casos de la forma de la estructura. A su vez las reacciones también pueden presentar dificultades a la hora de su determinación puesto que dependen de, la forma global de la

estructura, las secciones de los distintos elementos de la estructura.

#### **d) Estructura deformación**

La estructura en equilibrio esta deformada, es decir presenta alteraciones respecto a su geometría original, deformación que se produce en el proceso que tiene lugar en ella para lograr comunicar acciones y reacciones. La magnitud de estas variaciones geométricas depende tanto de la forma de la estructura como de las secciones, como de los materiales de que está constituida, aquella que se deforman mucho se denominan flexibles y las que se deforman poco rígidas, siendo ambos términos relativos entre sí.

#### **2.2.1.4. ¿Qué entendemos por falla en un componente estructural?**

Definimos como elemento estructural a cualquier elemento o componente cuya función esencial sea la transmisión de esfuerzos mecánicos o la retención de fluidos a presión. Esta definición es muy general e incluye por ejemplo desde una biela en un motor de combustión interna hasta una tubería de presión para conducción de fluidos a larga distancia.

Es necesario tener en cuenta que, si bien la función primaria de un elemento estructural es la transmisión de esfuerzos o la retención de presión, existirán en general requerimientos adicionales que el elemento deberá satisfacer. Por ejemplo, el elemento puede tener que cumplir su función en un ambiente químicamente agresivo o a alta temperatura, bajo condiciones de desgaste abrasivo o bajo flujo neutrónico, etc. Estos requerimientos limitan en general el rango de materiales que será posible emplear para cumplir la función estructural primaria.

Cualquier circunstancia que impida a un elemento estructural realizar su función prevista de transmitir tensión o retener presión se considerará un fallo del elemento según nuestra definición.

se origina cuando el elemento pierde su capacidad para soportar los esfuerzos anticipados en el diseño. Esta definición es muy amplia y por lo tanto cubre una amplia gama de situaciones. Una falla podría ser, por ejemplo, la existencia de defectos en una soldadura de tubería que impide que la misma opere a la presión de diseño. Si el álabe de la turbina se rompe o se deforma excesivamente, se cae.

#### **2.2.1.4.1. Descripción de los modos de falla.**

El fenómeno o mecanismo que provoca el evento o la situación de falla se denomina modo de falla. En consecuencia, los siguientes mecanismos de falla son típicamente capaces de afectar a un componente estructural:

- ✓ Inestabilidad elástica (pandeo local o generalizado)
- ✓ Excesiva deformación elástica
- ✓ Excesiva deformación plástica (fluencia generalizada)
- ✓ Inestabilidad plástica (estricción, pandeo plástico)
- ✓ Fatiga de alto ciclo y bajo ciclo
- ✓ Corrosión, erosión, corrosión-fatiga, corrosión bajo tensiones, etc.
- ✓ Creep y creep-fatiga
- ✓ Fractura rápida (frágil, dúctil, mixta)

En la actualidad se ha aplicado un gran número de productos

#### **2.2.1.4.2. Excesiva Deformación e inestabilidad Elástica.**

Cuando una pieza que debe mantener sus dimensiones dentro de un rango establecido experimenta una deformación elástica que empuja esas dimensiones por encima del límite permitido, surgen problemas de interferencia como adherencias o deflexiones excesivas. Este es un ejemplo del modo de falla por deformación elástica excesiva. Las alteraciones dimensionales o distorsiones inaceptables pueden resultar de la recuperación elástica que ocurre cuando una pieza inmovilizada durante la soldadura se libera en el caso de uniones soldadas.

#### **2.2.1.4.3. Excesiva deformación plástica**

La base del diseño tradicional de componentes estructurales es la deformación plástica excesiva, que es sin duda el modo de fallo mejor comprendido en un componente estructural. Determinar el tamaño de las porciones resistentes necesarias para garantizar su comportamiento elástico es, de hecho, el objetivo principal de este tipo de diseño. Teóricamente, esto indica que nunca se cumple una condición de fluencia, o deformación plástica, en un segmento resistivo. Sin embargo, la presencia de concentradores de tensiones más o menos severos y la formación de zonas plastificadas en el vértice de dichos concentradores son inevitables en las estructuras reales, especialmente en las construcciones soldadas. Mientras las dimensiones de la sección resistente sean típicamente grandes en comparación con el tamaño de estas zonas plásticas, la sección se comportará elásticamente, al menos según la teoría de ingeniería. Por el contrario, en el caso de que las zonas plásticas se expandan como resultado de cargas elevadas y acaben abarcando una parte sustancial de la sección, nos encontraremos ante un fallo resultante de una deformación plástica excesiva. En el peor de los casos, toda la sección podría plastificarse; en este escenario, lo llamaríamos una condición de fluencia generalizada.

#### **2.2.1.4.4. Inestabilidad plástica**

Bajo ciertas condiciones que analizaremos más adelante, un material que ha alcanzado la condición plástica puede inestabilizarse y conducir rápidamente a un colapso plástico. La inestabilidad plástica puede ser responsable en otros casos de la propagación rápida de una fisura, dando así origen a un fenómeno de fractura dúctil rápida. Hoy se sabe que muchas fallas catastróficas que en el pasado fueron atribuidas a fracturas frágiles, tuvieron su origen como inestabilidades dúctiles. El incremento logrado en las últimas décadas en la resistencia y tenacidad de los materiales, hace que el

fenómeno de falla por inestabilidad dúctil sea objeto de especial atención por parte de ingenieros e investigadores.

#### **2.2.1.4.5. Fatiga**

Una fractura rápida es frecuentemente precedida por el fenómeno de fatiga, que se cree es responsable de más del 90% de las roturas de uniones. Una discontinuidad que sirve como concentrador de tensiones puede comenzar con pequeñas deformaciones climáticas y crecer lentamente hasta alcanzar un tamaño crítico, momento en el cual puede crecer rápidamente y provocar casi inmediatamente el colapso de la estructura afectada. En el pico de discontinuidades geométricas relativamente severas, en presencia de cargas variables, se produce un proceso cíclico de deformación elastoplástica, fenómeno en el que se inicia la grieta por fatiga. Un factor clave en la resistencia a la fatiga, o el número de ciclos necesarios para que surja una grieta, es el tipo de medio y el estado de la superficie. Desde una perspectiva de ingeniería, se considera que la etapa de iniciación se ha completado cuando la fractura alcanza una longitud de alrededor de 0,25 mm. A partir de ese punto, se piensa que se está aproximando a la etapa de extensión o crecimiento estable, que finalmente conduce a la ruptura abrupta de la porción restante.

#### **2.2.1.4.6. Creep y creep-fatiga.**

Es una práctica común idealizar las deformaciones elásticas y plásticas que experimenta un material suponiendo que la fuerza que las provoca actúa instantáneamente. La fluencia es la deformación que normalmente avanza con el tiempo y puede surgir más tarde en determinadas circunstancias.

La deformación por fluencia de los materiales metálicos y cerámicos se vuelve considerable en el rango de temperatura de  $0,3/0,6 T_f$ , donde  $T_f$  es el punto de fusión absoluto del material. Por el contrario, la temperatura a la que los fenómenos de fluencia se vuelven significativos para los vidrios

y polímeros es típicamente cercana a la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) del material. Por lo tanto, muchos vidrios y polímeros tendrán efectos de fluencia a temperatura ambiente, pero los metales en general no los tendrán.

#### **2.2.1.4.7. Fractura rápida**

Una definición de fractura es el fin del proceso de deformación plástica. En términos generales, se manifiesta como la división o fragmentación de un cuerpo sólido en dos o más partes bajo la influencia de una enfermedad.

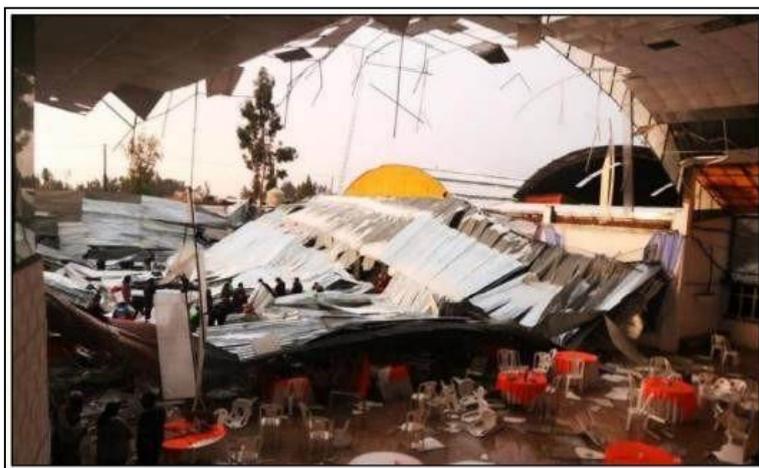
Cuando un metal se somete a un ensayo de tracción, puede producirse una estrangulación en la zona central de la muestra, lo que puede llegar a provocar una reducción del valor de área del 100%. Este tipo de fractura, conocida como fractura dúctil, es típica de materiales muy puros pertenecientes al sistema cúbico centrado en las caras (fcc). Sin embargo, una gran cantidad de sólidos, especialmente cristales iónicos y metales cúbicos centrados en el cuerpo (bcc), muestran signos de fracturas que están precedidas por cantidades extremadamente modestas de deformación plástica. Estas fracturas se propagan rápidamente a lo largo de planos cristalográficos claramente definidos, conocidos como planos de clivaje, que tienen una energía superficial baja. Nos referimos a este tipo de fractura como frágil.

#### **2.2.1.5. Viviendas informales**

Debido a la migración de personas de las zonas rurales a las áreas metropolitanas en busca de mayores perspectivas e ingresos, la Huancayo Metropolitana vive actualmente una creciente evolución de su morfología urbana. Sin embargo, esto también se acompaña de una gran informalidad debido a la necesidad básica de vivienda, con edificios de dos a cinco pisos construidos con materiales y mano de obra de mala calidad, así como con planos y estructuras deficientes.

Los persindividuos optan por construir sus propias viviendas en un intento de ahorrar dinero y agilizar el proceso de construcción. Sin embargo, no toman en cuenta que, en caso de un sismo de gran magnitud, la principal causa de muertes no es el movimiento tectónico, sino el derrumbe de las propias viviendas. Además, las condiciones climáticas como la lluvia y el granizo contribuyen a este problema, así como la falta de obtención de los permisos de construcción necesarios, como se demostró en el caso del 14 de octubre de 2019, cuando se derrumbó el techo de la sala de recepción 16 “Dos Estrellas” en el distrito de Huancán, dejando seis personas muertas y numerosas heridas (ver Figura 7)..

**Figura N° 2:** *Caída del Techo de Recepciones dejó 6 muertos, Huancán*



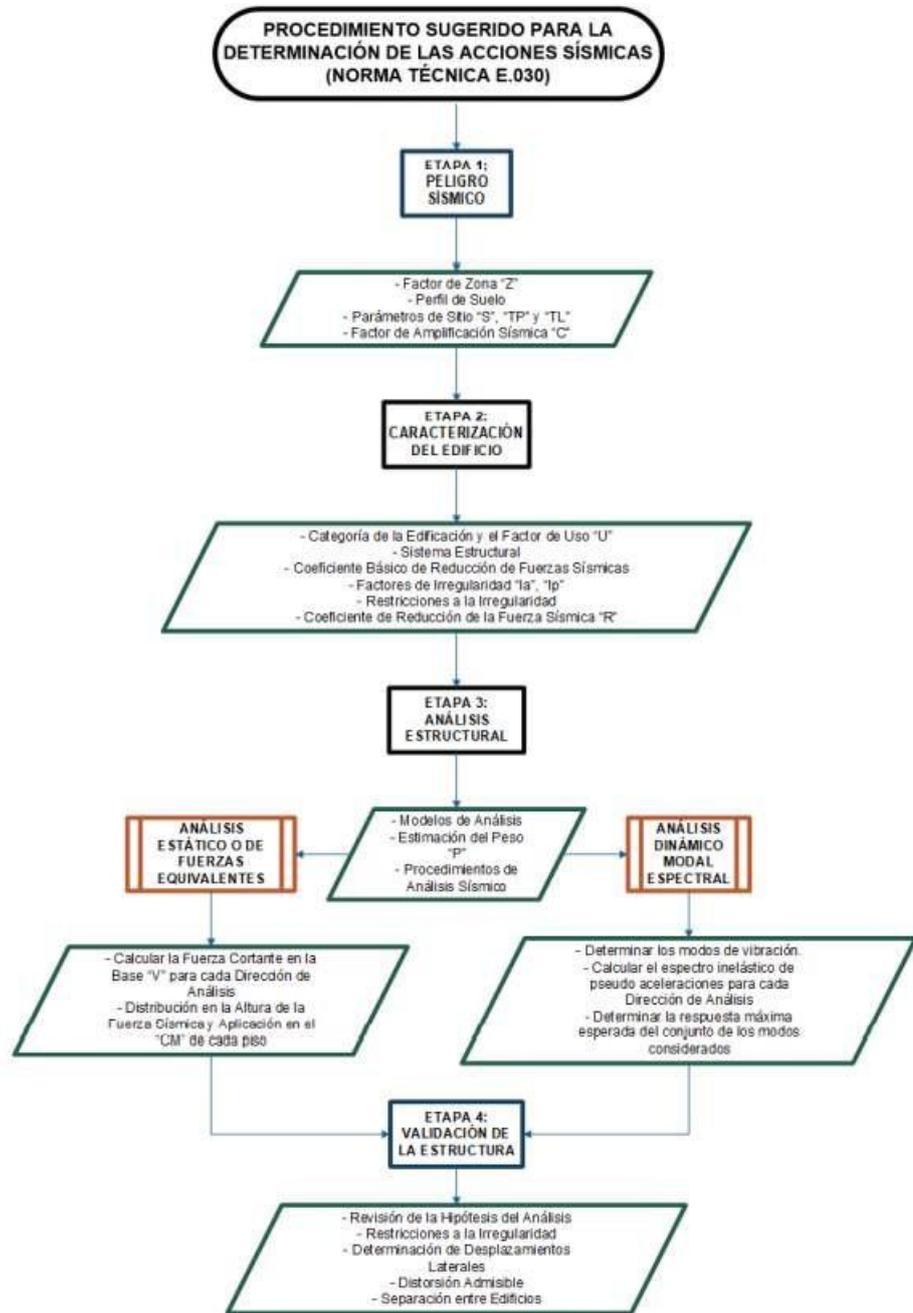
**Fuente:** El comercio, 14 de Octubre del 2019

El Instituto Nacional de Seguridad Nacional (INDECI) es reconocido como uno de los organismos encargados de identificar, clasificar y evaluar los peligros que pueden presentarse en este tipo de construcciones. En la misma línea, el SENCICO registra el número de viviendas informales que existen en un territorio determinado. Los municipios son los encargados de otorgar los permisos de construcción de viviendas, pero no existen entidades formales que validen las viviendas informales.

#### **2.2.1.6. Procedimiento sugerido para la Determinación de las Acciones Sísmicas – Norma E.030 “Diseño Sismo resistente”**

El Anexo I de la Norma E.030 considera 3 etapas previas para la validación estructural; estas etapas previas llevan por título Peligro Sísmico, donde solo nos indica identificar el lugar y las características del edificio basado en su categoría, sistema estructural e irregularidad; la tercera es el análisis estructural dependiente de las dos etapas anteriores donde se plantean los criterios del modelado matemático así como calcular el peso de la estructura y define los procedimientos de análisis en un rango lineal, tanto el análisis estático como el dinámico; cumpliendo estas tres previas, se llega a la última etapa: la validación de la estructura, que depende de los resultados obtenidos de la etapa previa y determina si la estructura cumple o no con los requisitos de la rigidez e irregularidad que la norma exige

**Figura N° 3:** Diagrama del Procedimiento Sugerido para la Determinación de las Acciones Sísmicas.



**Fuente:** Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” – 2019.

En este procedimiento, la fuerza causada por un sismo futuro es representada matemáticamente en función de las características propias de la estructura, como su ubicación geográfica, categoría y otros. Dicha fuerza será repartida en todos los pisos, lo que permiten analizar el desplazamiento de cada uno de ellos, cumpliendo con las etapas siguientes:

### a) ETAPA 1: Peligro Sísmico

Un estudio de barrios y diseño de edificaciones sismo-resistentes requerirá del conocimiento de algún valor que represente la intensidad del movimiento del suelo en diversos lugares de la región establecida. El IGP define la amenaza sísmica de una región como la probabilidad de que el parámetro que mide el movimiento del suelo producido por un sismo supere un límite establecido en un período de tiempo determinado. De acuerdo con la norma E.030, se producirán múltiples sismos para determinar el valor de "Z", que define el porcentaje de la aceleración horizontal máxima sobre suelo rígido con una probabilidad del 10% de ser superada en 50 años. Por ejemplo, si ocurre un sismo severo de cada 10 con un período de retorno de 475 años, existe una certeza del 90% de que la estructura diseñada resistirá este sismo, pero una certeza del 10% de que será mayor al 100%.

#### ***Ecuación 1: Probabilidad de excentricidad***

$$E (\%) = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^{Vu}$$

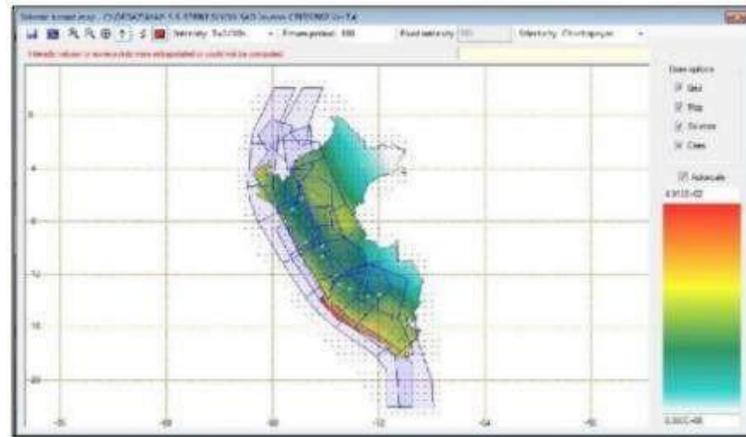
Donde:

- E (%): Probabilidad de excedencia
- $Vu$ : Vida útil en años
- TR: Período de retorno en años

Utilizando el software CRISIS 2007, se utilizó una evaluación probabilística del peligro sísmico en 22 para calcular los valores "Z". Con base en la distribución espacial de la sismicidad, se creó un mapa de peligro sísmico para el Perú, tomando en cuenta 33 fuentes sismogénicas. (Ver Figura 11). Huancayo se puede encontrar en la fuente 24. El programa predice futuras magnitudes de terremotos; en esta investigación, produjo mapas de peligro sísmico que muestran las aceleraciones anticipadas para varios períodos de retorno y estructurales.

Se obtuvo una aceleración máxima de 444,23 gals (cm/s<sup>2</sup>) en el suelo del área de estudio para un período de retorno de 475 años, con un punto de ubicación de coordenadas geográficas en Lima en latitud - 12,05 y longitud - 77,05. Este valor es de aproximadamente 0,45 g similar al valor que se muestra en la Tabla 1 de la norma E.030.

**Figura N° 4:** Mapa de peligro Sísmico para el Perú, CRISIS-2007



**Fuente:** Re-Evaluación del Peligro Sísmico Probabilístico para el Perú, IGP - Lima 2014.

En esta etapa se requiere determinar los valores de los siguientes factores: factor de amplificación sísmica “C”, condición geotécnica con los valores de “TP” y “TL” (véa Tabla 1) and “Z” y “S” en función a la zone.

**Tabla 1:** Factores de zona “Z”

Factores de zona “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Fuente:** Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” – 2019

El Estudio de Mecánica de Suelos, con base en tres pruebas que permite la Norma E.030, determina el valor de “S” clasificando los perfiles de suelo: El promedio ponderado de los resultados N60 o, para suelos cohesivos, el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (Su) es otra opción para suelos granulares. El ensayo de

penetración estándar (SPT), basado en los parámetros definidos en NTP 339.133, es otra opción. Desde el nivel más bajo de la cimentación hasta una profundidad de 30 metros, son aplicables todos los parámetros calculados para cada perfil de suelo. La Norma E.030 proporciona la Tabla N° 2, que resume los valores normales para cada tipo de perfil de suelo (consulte la Tabla 2):

**Tabla 2: Clasificación de los perfiles de Suelo**

Clasificación de los perfiles de suelo			
Perfil	$\check{V}_s$	$N_{60}$	Su
$S_0$	> 1500m/s	-	-
$S_1$	500m/s a 1500m/s /s	> 50	> 100kPa (1kgf/cm <sup>2</sup> )
$S_2$	180m/s a 500m/s	15 a 50	50kPa a 100kPa (0,5kgf/cm <sup>2</sup> a 1kgf/cm <sup>2</sup> )
$S_3$	< 180m/s	< 15	25kPa a 50kPa (0,25kgf/cm <sup>2</sup> a 0.5kgf/cm <sup>2</sup> )
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” – 2019

Además, los límites de uso permitidos para el análisis SPT están establecidos por la Norma E.050 “Suelos y Cimentaci” en la siguiente tabla (Ver Tabla 3). **Tabla 3: Aplicación y Limitaciones del Ensayo SPT**

Aplicación y limitaciones del ensayo SPT						
Ensayos	Norma	Permitida			No Permitida	
		Técnica Exploración	Tipo de <u>suelo(1)</u>	Parámetro para <u>obtener(2)</u>	Técnica de Exploración	Tipo de <u>suelo(1)</u>
In Situ	Aplicable					
SPT	NTP 339.133	Perforación	Todos excepto gravas	N	Calicata	Gravas

(1) Según la clasificación SUCS, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda: N = Número de golpes por cada 0,30 m de penetración en el ensayo estándar de penetración.

Fuente: Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" – 2018

## b) ETAPA 2: Caracterización del Edificio

En este paso se determina la categoría del edificio y se determina el valor del factor de uso "U" (ver Tabla 4) utilizando la Tabla de Factores de Zona de la Norma E.030. **Tabla 4: Categoría de las Edificaciones y Factor "U"**

Categoría de las edificaciones y factor "u"		
Categoría	Descripción	Factor u
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir como refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.  - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota

Fuente: Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" – 2019

Para la obtención de los valores de “U”, se hace uso, una vez más, del estudio de peligro sísmico. Basado en los estudios realizados en los análisis para un sismo severo (raro) en la ciudad de Lima con un 28 período de retorno de 475 años, se obtuvo una aceleración máxima de 444.23cm/s<sup>2</sup>, pero ahora haciendo uso de un sismo muy raro que tiene por período de retorno de 975 años su aceleración máxima es de 541.15cm/s<sup>2</sup> (Ver Tabla 5). La relación de aceleraciones del sismo muy raro sobre el severo resulta 1.22 y la Norma coloca un valor de factor de uso “U” de 1.30, lo que significa que se analiza una estructura para un sismo muy raro y no para uno severo.

**Tabla 5:** Valores de Máximas aceleraciones estimadas para las capitales de departamento de Perú (referencia, Plaza de Armas).

Ciudad	Coordenadas Geográficas		Aceleraciones $PGA(gals)$ por periodo de retorno en año $T_r$			
	Latitud	Longitud	$T_r=50$	$T_r=100$	$T_r=475$	$T_r=975$
Tumbes	-3.56	-80.45	181.72	228.43	409.05	494.84
Piura	-5.2	-80.63	181.32	228.89	412.19	499.87
Chiclayo	-6.77	-79.84	166.02	201.69	366.46	437.97
Trujillo	8.11	79.03	181.79	230.20	413.56	498.62
Huaraz	9.53	77.05	102.48	158.22	253.80	312.68
Lima	-12.05	-77.05	188.66	246.28	444.23	541.15
Ica	-14.07	-77.73	206.92	279.28	473.32	569.62

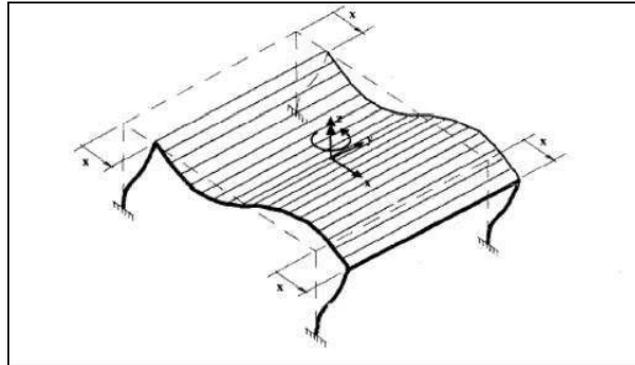
**Fuente:** Re-Evaluación del Peligro Sísmico Probabilístico para el Perú, IGP-Lima 2014.

### c) ETAPA 3: Análisis Estructural

El programa ETABS v.16.2.1 será utilizado para realizar el modelo de análisis, donde las estructuras de concreto armado y albañilería serán evaluadas a través de las inercias de las secciones brutas. Además, cada piso contará con diafragmas rígidos y, para lograr esto, se empleará un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad (2 translacional en dirección longitudinal y transversal además de 1 rotacional en la dirección Z) para cada diafragma (Ver

Figura 13); de esta manera, la distribución de las fuerzas horizontales se dará en función de la rigidez que cada elemento resistente posee.

**Figura N° 5:** *Deformación en los elementos estructurales de un entrespacio con diafragma rígido en su mismo plano ante un desplazamiento en el eje X.*



**Fuente:** Dinámica Estructural Aplicada al Diseño Sísmico; García Reyes, Luis Enrique – 1998.

El peso sísmico “P” se estima utilizando la siguiente metodología: si asumimos un diafragma rígido, se considera la masa que se mueve para cada nivel, la masa de los elementos a la mitad de la altura del piso más la mitad del piso superior, creando un modelo pseudo tridimensional que se mueve en el 3GDL descrito anteriormente; en consecuencia, el peso de los elementos ubicados a la mitad de la altura del primer nivel no se toma en cuenta en el cálculo del peso sísmico total porque se supone que se distribuirá hacia el suelo. Todos estos factores se combinan para producir el peso sísmico “P”.

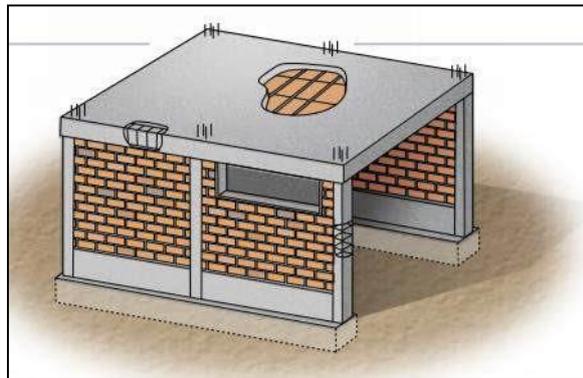
En el Centro de Masas de cada diafragma de la estructura, serán aplicadas las fuerzas sísmicas (inerciales) determinadas en este análisis estático, y este peso de cada nivel será ubicado en este lugar.

### 2.2.2. Sistema de albañilería confinada

El método de construcción que se emplea habitualmente en la construcción de viviendas es la mampostería confinada. En este tipo de edificación se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de unión, vigas, etc.

Este tipo de construcción comienza con la pared de ladrillo, luego se vierte el hormigón en las columnas de unión y, por último, se crean juntos el techo y las vigas. Martínez y Blanco Blasco.

**Figura N° 6:** Albañilería confinada



**Fuente:** Manual de construcción para maestros de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

#### 2.2.2.1. Importancia de la albañilería confinada

Este tipo de viviendas han sido los diseños arquitectónicos más comunes en las ciudades de nuestro país durante mucho tiempo y esta tendencia sigue presente en la actualidad. Sin embargo, si estás a cargo de este tipo de proyectos, debes tener en cuenta tres cosas:

- a) El diseño estructural.
- b) El control de los procesos constructivos.
- c) El control de la calidad de los materiales.

Una casa necesita tener una estructura resistente y resistente para soportar adecuadamente los impactos catastróficos de un terremoto, por lo que es fundamental tener en cuenta estos tres factores. Una casa mal construida o que carece de integridad estructural sufrirá daños durante un terremoto (ver Figura 2). La

casa podría colapsar, lo que provocaría lesiones graves a sus ocupantes, importantes pérdidas materiales e incluso la muerte de algunos de ellos. (Blanco Blasco y Medins Cruz).

**Figura N° 7:** Vivienda dañada debido al terremoto de Pisco.  
15 de agosto, 2017.



**Fuente:** Manual de construcción para maestros de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

#### **2.2.2.2. Características de la albañilería confinada**

Entre sus propiedades tenemos:

- Un objeto que se puede manipular con una mano debido a su peso y tamaño se llama ladrillo. Los bloques son objetos grandes y pesados que requieren dos manos para moverlos..
- Ladrillos y cuales se refiere esta Norma.bloques, cuya elaboración use materia prima como arcilla, sílice-cal, o concreto, son las unidades de albañilería a las
- Estas piezas pueden realizarse de manera industrial o artística y pueden tener forma maciza, hueca o tubular.
- Una vez alcanzada la resistencia y estabilidad volumétrica requeridas, se procederá a la utilización de unidades de mampostería de hormigón. El plazo mínimo de uso de los departamentos saneados con agua será de 28 días (Ministerio de Vivienda, 2019.)

### 2.2.2.3. Clasificación para fines estructurales

Las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 6 para efectos del diseño estructural.

**Tabla 6:** Unidad de albañilería para fines estructurales

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales					
Clase	Variación de la dimensión (Máxima en porcentaje)			Alabeo (Máximo en mm)	Resistencia característica a compresión f <sub>b</sub> mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	+/-8	+/-6	+/-4	10	4,9(50)
Ladrillo II	+/-7	+/-6	+/-4	8	6,9(70)
Ladrillo III	+/-5	+/-4	+/-3	6	9,3(95)
Ladrillo IV	+/-4	+/-3	+/-2	4	12,7(130)
Ladrillo V	+/-3	+/-2	+/-1	2	17,6(180)

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – Reglamento Nacional de Edificaciones.

### 2.2.2.4. Componentes de la albañilería confinada

Los componentes utilizados en este tipo de construcción son los siguientes:

- Ladrillo
- Mortero
- Fierro de Construcción
- Concreto

Revisemos cada componente detalladamente.

#### a) Ladrillo

Actualmente, en el mercado se encuentran disponibles diversas variedades de ladrillos que se pueden utilizar para construir muros de carga. Si bien algunos son de buena calidad, otros no son aptos para su uso. Los ladrillos se presentan en dos amplias variedades: macizos y tubulares. Debido a su fragilidad y poca resistencia, los ladrillos tubulares, también conocidos

como ladrillos pandereta (ver figura 17), no son la mejor opción para construir muros de carga por las razones ya mencionadas. Los ladrillos King Kong, que son macizos, son los más recomendados. En el mercado, existen dos variedades:

**Figura N° 8: Ladrillos**



**Fuente:** Manual de construcción para maestros de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

A la hora de comprar nuestros ladrillos, ten en cuenta las siguientes sugerencias:

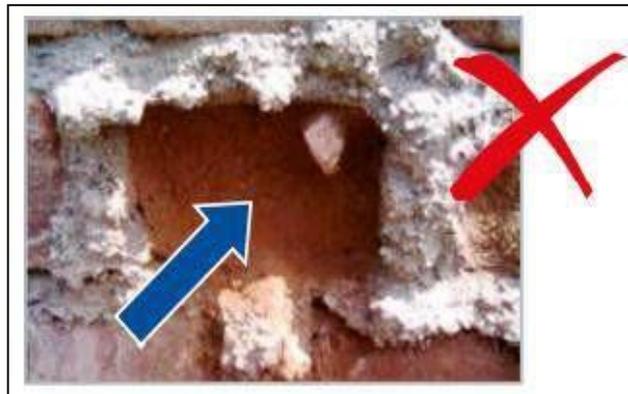
- Ni el exterior ni el interior de los mismos deben contener ningún material extraño (Ver imagen 18).
- Asegúrate de que estén bien cocidos, no quemados.
- Si los golpeas con un martillo, deben sonar metálicos.
- La figura 19 ilustra por qué no deben estar agrietados.
- No deben tener vetas blancas que provengan de la sal.

**Figura N° 9:** Los ladrillos tubulares son los ladrillos pandereta



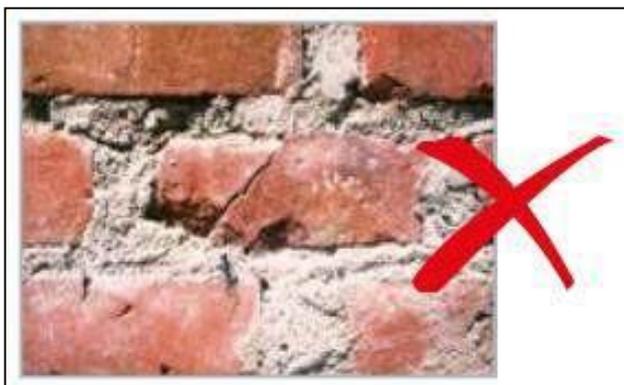
**Fuente:** Manual de construcción para maestros de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Los ladrillos tubulares son los ladrillos pandereta.

**Figura N° 10:** No deben tener materias extrañas en su superficie o interior



**Fuente:** Manual de construcción para maestros de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Los ladrillos tubulares son los ladrillos pandereta.

**Figura N° 11 :** No deben estar agrietados



**Fuente:** Manual de construcción para maestro de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

## b) Mortero

Un componente esencial de la resistencia de un muro de carga es el mortero. Es importante recordar que el mortero se utiliza principalmente para unir los ladrillos. - Para reparar cualquier imperfección en los ladrillos. Debido a la importancia de este componente, se debe preparar un mortero de alta calidad. Para lograr esto, es necesario prestar atención a dos cosas esenciales:

### a. La calidad de sus ingredientes.

Cemento:

- Debe ser fresco.

Arena:

- Debe ser limpia, sin restos de plantas, cáscaras, etc.

Agua:

- Bebible.

- Limpia.

- Libre de ácidos.

### b. La dosificación.

La dosificación volumétrica apropiada está descrita en la Norma Técnica de Edificaciones E-070. Estas son las medidas:

**Tabla 7: Dosificación**

Tipo	Cemento	Arena
P1	1	3 - 3.5
P2	1	4 - 5

**Fuente:** Manual de construcción para maestro de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

Los dos morteros se utilizan en muro portantes

## c) Fierro de Construcción

La productividad de los trabajadores que se emplean para construir estructuras de hormigón armado tiene un impacto significativo en su calidad. Incluso la mejor ingeniería y los mejores materiales para el diseño

estructural son ineficaces si no se siguen los procedimientos de construcción de manera adecuada (ver Figura 20).

La calidad del refuerzo que se incorporará al edificio es uno de los procedimientos de construcción más cruciales. Se debe asegurar que se ajuste a las especificaciones que figuran en los planos estructurales y que tenga las "dimensiones y formas" adecuadas.

En particular, en el "Capítulo 1", hemos brindado algunas sugerencias relevantes en relación al tema de los fierros.

**Figura N° 12:** Buen ladrillo, pero estribo deficiente y escasa longitud del gancho.



**Fuente:** Manual de construcción para maestro de obra – Ing Medina Cruz, Ricardo; Ing Blanco Blasco Antonio.

#### **d) Concreto**

Las técnicas de producción de hormigón son otro aspecto de la construcción que requiere una atención especial.

Las siguientes variables afectan la calidad final del hormigón:

- Propiedades de los componentes.
- Dosificación, o la cantidad de cada ingrediente que se requiere emplear en la creación de la mezcla..

- Producción.
- Transporte.
- Colocación.
- Compactación.
- Curado. (Medins Cruz & Blanco Blasco)

#### 2.2.2.5. Pruebas para la albañilería confinada

**a) Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

**b) Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondiente, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**c) Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

**d) Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

**e) Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

#### 2.2.2.6. Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

**Tabla 8:** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros Confinados

Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería			
Tipo	Zona sísmica 2,3 y 4		Zona sísmica
	Muro portante en los edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Artesanal	Sí		Sí
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

**Fuente:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – Reglamento Nacional de Edificaciones.

Con el respaldo de un informe y memoria de cálculo visado por un ingeniero civil, las restricciones especificadas establecen requisitos mínimos que pueden ser obviados.

### 2.3. Definiciones de términos

- a. **Agregado Grueso:** El MTC E207 agregado grueso es la fracción del Agregado que se mantiene en el tamiz N° 8. Respecto a la página 25, Herrmann do Nascimento (2018).
- b. **Análisis granulométrico:** es lo cual se refiere a la que la mezcla de pavimentación tiene cada tamaño de partícula presente en ciertos porcentajes y las partículas agregadas están dentro de un cierto margen de tamaños. Página 89 del libro de Valdivia Sánchez 2017)
- c. **ASTM (American Society for testing and Materials):** Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- d. **Cemento:** Partículas en suspensión combinadas con una cantidad adecuada de agua para crear una pasta aglomerante que resiste tanto al agua como al aire. 2014; Norma E.060. del RNE)
- e. **Cemento portland:** Definido como el producto mineral algo hidratado e hidráulicamente activo, se crea calentando una mezcla de materiales amorfos y calcáreos.
- f. **Concreto:** Debido a sus múltiples usos, desde vías ferroviarias hasta estructuras de edificios, es uno de los materiales más utilizados en la construcción.
- g. **Diseños de mezcla:** Es el proceso de elaborar la proporción de los componentes integrantes de la unidad cúbica de concreto. (Absalon & Salas, 2008)
- h. **Durabilidad:** Definible como la capacidad del hormigón para soportar fuerzas ambientales externas, ataques químicos, abrasión y diversos fenómenos o dotaciones de utilidad estructural.
- i. **Resistencia**  
Es la capacidad de un material de mostrar oposición, mayor o menor, a las fuerzas que se le aplican sin deformarse ni romperse.

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada llegara a ser deficiente en Sapallanga provincia de Huancayo.

### 2.4.2. Hipótesis específica

- a) La distorsión no cumple con los límites permitidos notablemente en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.
- b) El comportamiento sísmico varía notablemente en las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.
- c) La fuerza cortante varía levemente en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

#### a) Variable independiente (X)

##### **Albañilería confinada**

Cuando se construyen muros de primer nivel, la base de concreto se considera un confinamiento horizontal. La mampostería confinada, también conocida como mampostería reforzada, está rodeada por elementos de concreto reforzado en todo su perímetro. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020).

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

##### **Comportamiento estructural de viviendas informales**

El término se refiere al conjunto de reacciones que experimenta la estructura en respuesta a la actividad sísmica y las cargas gravitacionales, incluyendo deformaciones, tensiones y tensiones internas. En el caso de la mampostería, la falla más común en el

comportamiento de la mampostería confinada es el agrietamiento.  
(Cuellar Montes, 2019).

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

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

##### **Albañilería confinada**

Dimensiones:

- ✓ D1: Albañilería
- ✓ D2: Densidad de muros

Indicadores:

- ✓ Resistencia
- ✓ Rigidez

Al mismo tiempo, cada dimensión se vuelve opaca en los indicadores.

#### **b) Variable Dependiente (Y)**

##### **Comportamiento estructural de viviendas informales**

El comportamiento estructural se operacionaliza mediante sus dimensiones:

- ✓ D1: Distorsión de entre piso
- ✓ D2: Comportamiento sísmico
- ✓ D3: Cargas sometidas

A su vez cada una de las dimensiones se desglosa en indicadores.

### **2.5.3. Operacionalización de variables**

*Tabla 9. Operacionalización de variables.*



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Albañilería confinada	La albañilería confinada o albañilería reforzada vienen a	La albañilería confinada se operacionaliza	Albañilería	Resistencia	Norma E 030		X			
	estar rodeada por elementos de concreto armado en el total de su perímetro, luego de la construcción del elemento de albañilería y en caso de los muros del primer nivel el cimiento de concreto es considerado como un confinamiento horizontal. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2020)	mediante sus dimensiones: D1: Albañilería, D2: Densidad de muros	Densidad de muros	Rigidez	Norma E 030		X			
1: Variable Dependiente Comportamiento estructural de viviendas informales	Se denomina al conjunto de respuestas ante acciones sísmicas y cargas de gravedad,	El comportamiento estructural se operacionaliza	Distorsión de entre piso	Desplazamiento	Modelamiento Estructural	X				
	tales como los esfuerzos internos, deformaciones y tenciones las cuales vienen a actuar sobre la estructura, en el caso de la albañilería el	mediante sus dimensiones: D1: Distorsión de entre piso, D2: Esfuerzo, D3: Comportamiento	Comportamiento sísmico	Análisis dinámico espectral	Modelamiento Estructural		X			
	agrietamiento es la falla más frecuente en el comportamiento de la albañilería confinada. (Montes Cuellar, 2019)	sísmico.	Fuerza cortante	Cargas sismicas	Modelamiento Estructural		X			

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de investigación

Según (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 1997), nos menciona que el método científico a que método basado en procedimientos confiables que busca rechazar o confirmar un planteamiento, de esta forma recopilando más información para una base de datos.

Esta metodología nos permitirá realizar un diagnóstico de las viviendas informales en Sapallanga con ayuda del programa ETABS ante el comportamiento de sísmico que llegan a tener.

El método de investigación aplicado en la investigación corresponde al ***método científico***.

#### 3.2. Tipo de investigación

Carrasco Díaz, (2006), nos menciona que la investigación aplicada está basada en propósitos prácticos bien definidos, realizando una investigación para transformar, cambiar e innovar una parte de la realidad, este proceso viene a ser realizado de forma organizada.

En la investigación se evaluó el comportamiento estructural de la vivienda realizadas de manera informal con sistemas de albañilería confinada y ver si presentan anomalías con relación al RNE.

Con los aspectos antes mencionados en la investigación se hizo uso de un **tipo de investigación aplicada**.

### **3.3. Nivel de la investigación**

La tesis establecida presenta un nivel de investigación descriptiva, de tal manera que establezca un grado de presentación y nuevos conocimientos que miden las variables con el uso de técnicas establecidas. (Marroquín Peña, 2012)

El nivel de investigación de tipo descriptiva nos permite establecer un grado de conocimiento es los nuevos conocimientos entre las variables entre las viviendas estudiadas en base a albañilería informal ante el comportamiento estructural que presenta.

En base a lo antes mencionado en la presente tesis se aplicó un **nivel de investigación descriptiva**.

### **3.4. Diseño de la investigación**

La presente investigación se basa en una investigación no experimental que vienen a ser fundamentado por una evaluación de un sistema existente y el comportamiento que esta presenta ante eventos naturales.

Se realizó una evaluación de sistemas de albañilería informal existentes en función al comportamiento que presenta ante agentes naturales sísmicos.

Con respecto a estos antecedentes se empleó un **diseño de investigación no experimental**.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Dado que “la población es el conjunto de todos los casos que cumplen una serie de especificaciones”, como afirman Hernández et al. (2006, p. 238), es deseable definir con precisión las características de la población para poder definir los parámetros de la muestra.

La población a estudio son las viviendas informales con sistemas de albañilería ubicadas dentro del distrito de Sapallanga

#### **3.5.2. Muestra**

Según Cárdenas (1974), menciona que una muestra llega a ser definida tomando como base la población la cual llega a representar a este conjunto al presentar la mismas características y cualidades, este tipo de muestreo viene a ser aleatorio.

En la presente investigación se seleccionaron tres viviendas informales 2 de estas compuestas por 3 niveles y 1 azotea y la tercera vivienda de cuatro niveles.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

Según lo refiere Vásquez Vélez (2011), las técnicas vienen a ser un conjunto de medios, recursos y mecanismos las que ayudan el el proceso de recopilacion, organizar y conservar información relacionada a los objetivos del tema.

##### **a) Observación**

Esta técnica viene a ser utilizada para detallar, definir y comparar fenómenos y eventos que se presencian.

##### **b) Análisis de documentos**

Los documentos usados son aquellos que fueron usados desde el inicio de la investigación como fuente de recopilación de datos e interpretación de los mismos.

- **Revisión de bibliografía**

Se hizo revisión bibliográfica para profundizar y tomar como base de información y antecedentes relacionados al tema, la cual guio el trabajo para el procesamiento de datos.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Hernández Sampieri (2018), nos menciona que los instrumentos llega a hacer aquellos que ayuda a una medicion adecuada, encargandose asi una medicion de datos observables que vienen a representar los conceptos y variables de la investigación.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Según Giraldo Huertas (2016), el procesamiento de la información ayuda a

proporcionar datos organizados y agrupados que facilitan al investigador el correcto análisis de los mismos.

### 3.7.1. Contexto de la zona de trabajo

#### 3.7.1.1. Zonificación sísmica

Este estudio se realizó en el distrito de Sapallanga, ya que engloba el estudio de comportamiento estructural de viviendas informales en situ a diferentes estructuras.

Se realizara el estudio de tres viviendas construidas sin guía de profesionales, las cuales vienen a basarse en albañilería.

**Figura N° 13:** Zonificación sísmica



**Fuente:** (Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020)

**Tabla 10.** Factor de zona “Z”

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

**Fuente:** (Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020)

Sapallanga pertenece a la provincia de Junín y a la vez a la Región Junín de esta manera llega a ser clasificada en una zona sísmica 3 resultando así tener un factor  $Z=0.35$ .

### **3.7.2. Caracterización del estudio de suelos**

Se realizaron tres calibraciones para la investigación geotécnica, una para cada habitación a una profundidad de tres metros bajo la superficie y con una sección que coincidía con la profundidad.

Se extrajeron muestras de suficiente cantidad para realizar los ensayos necesarios mencionados bajo la norma técnica E 0.30 Diseño sísmico resistente, las zonas de excavación llegan a ser lugares de habitados en un 90% con un nivel de suelo regular.

La zona de estudio llega a clasificarse como una zona de mediana actividad sísmica, la cual viene a ser relacionada con la sub división de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana.

Ensayos de laboratorio que se realizaron son a base y en función con la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

#### **a) Ensayos estándar**

- ASTM D-422 (Análisis Granulométrico por Tamizado)
- ASTM D-4318 (Límite Líquido)
- ASTM D-4318 (Límite plástico)

#### **b) Ensayos especiales**

- ASTM D-3080 (Corte directo)
- ASTM D-2216 (Humedad)

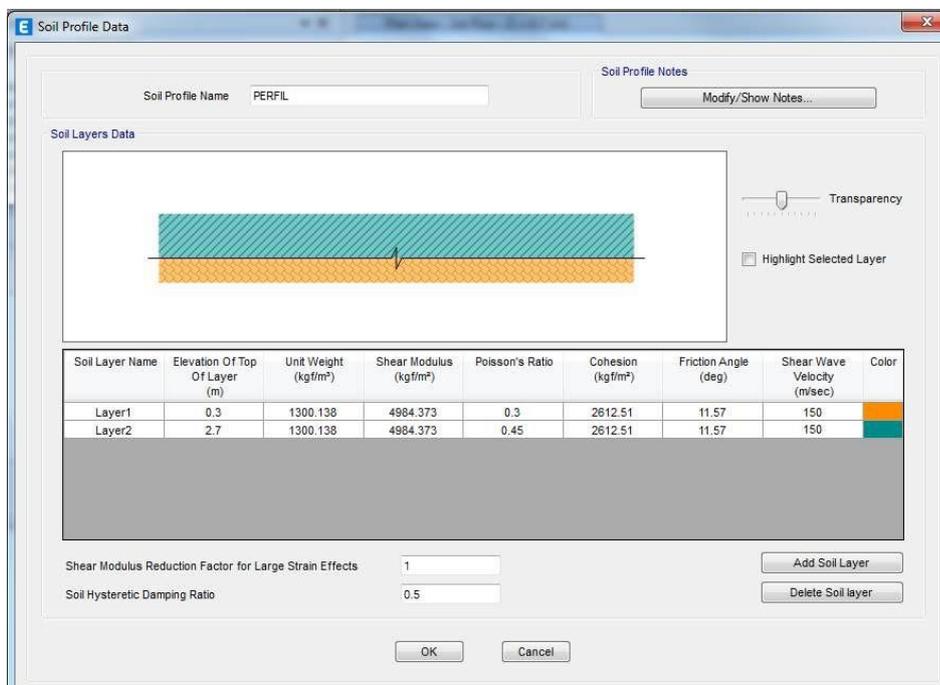
De esta forma se llegaron a obtener los siguientes resultados en los siguientes ensayos.

***Tabla 11: Resultados de los ensayos***

	ÍTEM 2	ÍTEM 2	ÍTEM 2
Diámetro o lado (mm)	50.8	50.8	50.8
Peso unitario (g/cm <sup>3</sup> )	0.20	0.41	0.64
Área (mm <sup>2</sup> )	2026.83	2026.83	2026.83
Velocidad (mm/min)	0.012	.012	0.013
Esfuerzo normal (kPa)	114.91	211.68	405.22
Esfuerzo de corte (kPa)	48.88	67.95	107.18
Cohesión (kPa)	25.62		
Angulo de fricción	11.37		
Cohesión efectiva (kPa)	26.28		
Angulo de fricción efectiva	11.57		

Fuente: Estudio de suelos

Figura N° 14: Propiedades del perfil del suelo



Fuente: Programa ETBS

Al realizar el estudio de suelos de la zona, se aprecia un suelo arcilloso

por lo que viene a ser clasificada en un suelo de tipo blando (S2) como suelo flexible donde la velocidad de propagación de onda de corte  $V_s = 180$  m/s.

**Tabla 12: Factor de suelo "S"**

Suelo Zona	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z4		1.00	1.05	1.10
Z3		1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (E.030 Diseño sismo resistente )

El factor de suelo  $S = 1.20$  para un suelo de clasificación S3

**Tabla 13: Periodos "Tp y TL"**

	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

Fuente: (E.030 Diseño sismo resistente )

Perfil de suelo

Fuente: (E.030 Diseño sismo resistente )

La duración que define la plataforma para el factor C (TP) = 1,0 y la duración que define el inicio de la zona para el factor C en desplazamiento constante (TL) = 1,6

Los inmuebles como viviendas se categorizan como pertenecientes a la categoría C con un factor de uso  $U = 1,0$  de acuerdo a la caracterización mediante la tabla N° 5 de la categoría de edificaciones y el método de diseño sismorresistente RNE e0.30.

De acuerdo a la tabla N° 7 de sistemas estructurales se viene trabajando con un sistema de muros estructurales con un coeficiente básico de reducción  $R_0 = 6$

**Tabla 14:** Irregularidad en planta y altura de las edificaciones

	Edificación		
	1ra Edificación	2da Edificación	3ra Edificación
Irregularidad estructural en altura ( $I_a$ )	NO TIENE $I_a=1.00$	NO TIENE $I_a=1.00$	NO TIENE $I_a=1.00$
Irregularidad estructural en planta ( $I_p$ )	Esquinas entrantes IP= 0.90	Esquinas entrantes IP= 0.90	NO TIENE IP= 1.00
Coefficiente de reducción sísmica R	5.4	5.4	6

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del periodo fundamental de vibración vienen a ser estimada con la expresión.

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

**Tabla 15:** Periodo fundamental en las edificaciones

	Edificación		
	1ra Edificación	2da Edificación	3ra Edificación
$C_T = 60$	$C_T = 60$	$C_T = 60$	
$h_n = 8.90 \text{ m}$	$h_n = 8.6 \text{ m}$	$h_n = 8.9 \text{ m}$	
$T=0.148$	$T=0.143$	$T=0.148$	

Fuente: elaboración propia

Con los resultados antes obtenidos se calculara el factor de amplificación sísmica que viene representada por el factor C, de acuerdo a la norma E 0.30 Diseño sismo resistente para los datos obtenidos de usar la siguiente expresión:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

**3.7.2.1. Cálculo de la fuerza cortante en la base en las edificaciones** La fuerza cortante de la estructura en la base se obtendrá usando los valores anteriormente calculados, en la siguiente ecuación:

**Ecuación 2:** Fuerza cortante en la base de la edificación

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R}$$

Donde:

Z= Zonificación sísmica

U=Categoría de edificación y factor U

C=Factor de amplificación sísmica

S=Factor de suelo

R=Coficiente básico de reducción

1ra Edificación	2da Edificación	3ra Edificación
$V = 0.194$	$V = 0.194$	$V = 0.175$

### 3.7.3. Cálculo de la aceleración espectral

De acuerdo a las características de la zona en la que trabajamos, se define el factor de amplificación sísmica para ver el comportamiento estructural a lo largo de un periodo, por lo que se usara la siguiente expresion:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$
$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 * \frac{T_P}{T}$$
$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_P - T_L}{T^2} \right)$$

Estos valores llegarán a ser sustituidos en la siguiente fórmula para ver el comportamiento en la aceleración espectral que presenta.

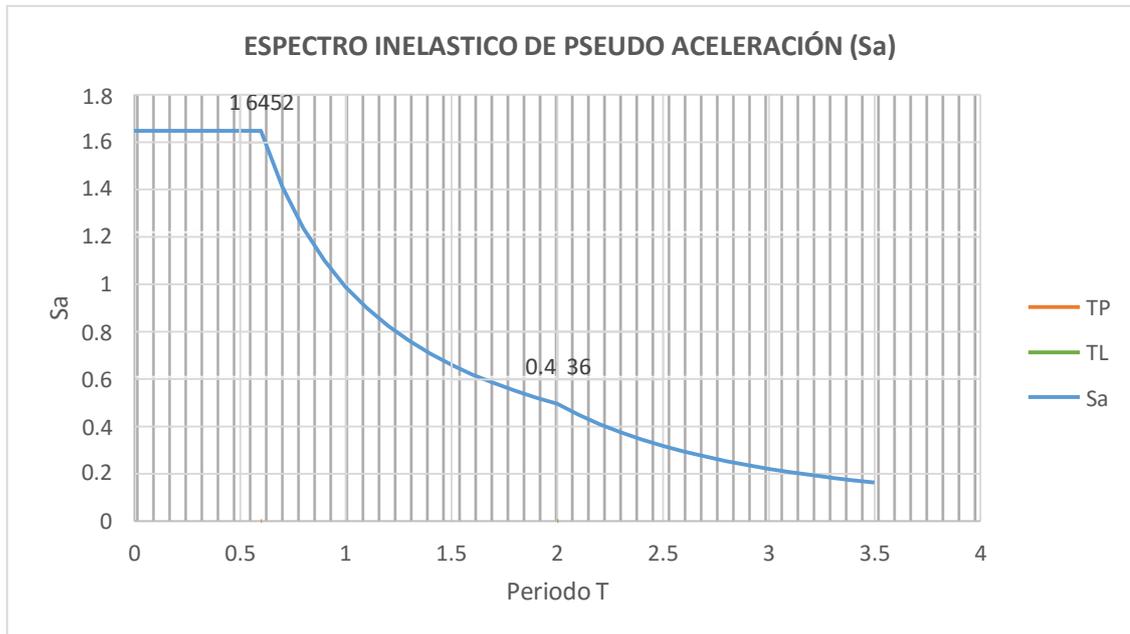
$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R}$$

**Tabla 16:** Espectro inelástico en una relación de periodo fundamental y factor de amplificación sísmica para la 1ra edificación y la 2da edificación.

Periodo fundamental de vibración (T)	Factor de amplificación sísmica ( $C_s$ )	Espectro inelástico de pseudo-aceleración ( $S_a$ )
1	2.5000	1.8280
0.1	2.5000	1.8280
0.2	2.5000	1.8280
0.3	2.5000	1.8280
0.4	2.5000	1.8280
0.5	2.5000	1.8280
0.6	2.5000	1.8280
0.7	2.1429	1.5669
0.8	1.8750	1.3710
0.9	1.6667	1.2187
1	1.5000	1.0968
1.1	1.3636	0.9971
1.2	1.2500	0.9140
1.3	1.1538	0.8437
1.4	1.0714	0.7834
1.5	1.0000	0.7312
1.6	0.9375	0.6855
1.7	0.8824	0.6452
1.8	0.8333	0.6093
1.9	0.7895	0.5773
2	0.7500	0.5484
2.1	0.6803	0.4974
2.2	0.6198	0.4532
2.3	0.5671	0.4147
2.4	0.5208	0.3808
2.5	0.4800	0.3510
2.6	0.4438	0.3245
2.7	0.4115	0.3009
2.8	0.3827	0.2798
2.9	0.3567	0.2608
3	0.3333	0.2437
3.1	0.3122	0.2283
3.2	0.2930	0.2142
3.3	0.2755	0.2014
3.4	0.2595	0.1898
3.5	0.2449	0.1791

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 15:** Factor de amplificación sísmica ( $S_a$ ) vs Periodo ( $T$ )



Fuente: Elaboración propia

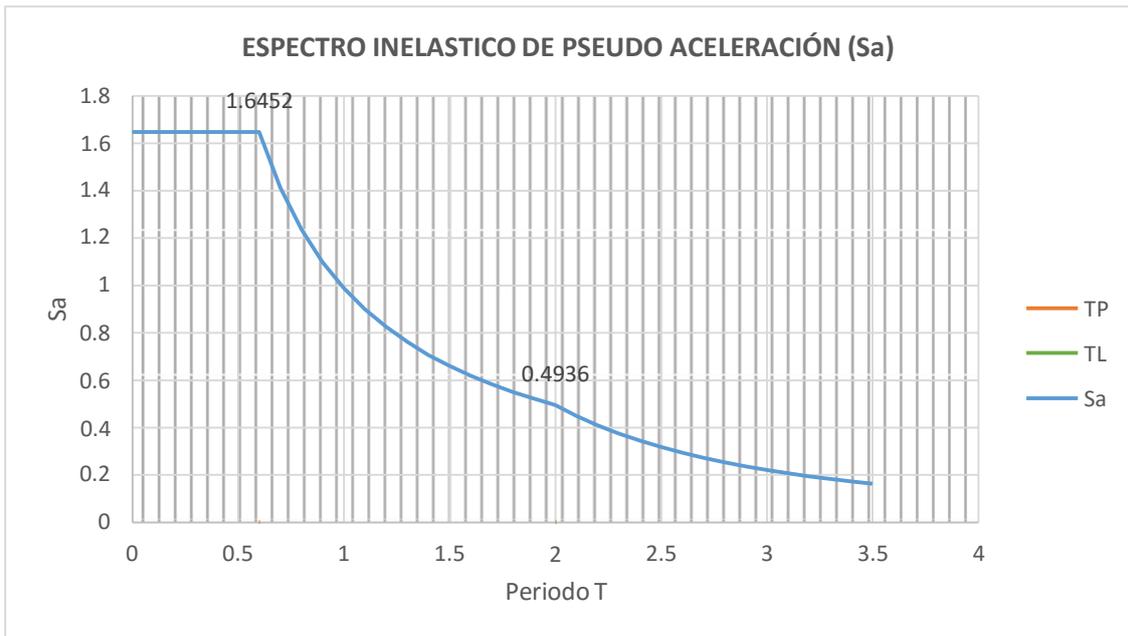
**Tabla 17:** Espectro inelástico en una relación de periodo fundamental y factor de amplificación sísmica para la 1ra edificación y la 2da edificación.

Periodo fundamental de vibración (T)	Factor de amplificación sísmica ( $C$ )	Espectro inelástico de pseudo-aceleración ( $S_a$ )
0	2.5000	1.6452
0.1	2.5000	1.6452
0.2	2.5000	1.6452
0.3	2.5000	1.6452
0.4	2.5000	1.6452
0.5	2.5000	1.6452
0.6	2.5000	1.6452
0.7	2.1429	1.4102
0.8	1.8750	1.2339
0.9	1.6667	1.0968
1	1.5000	0.9871
1.1	1.3636	0.8974
1.2	1.2500	0.8226
1.3	1.1538	0.7593
1.4	1.0714	0.7051
1.5	1.0000	0.6581
1.6	0.9375	0.6170
1.7	0.8824	0.5807
1.8	0.8333	0.5484

1.9	0.7895	0.5195
2	0.7500	0.4936
2.1	0.6803	0.4477
2.2	0.6198	0.4079
2.3	0.5671	0.3732
2.4	0.5208	0.3428
2.5	0.4800	0.3159
2.6	0.4438	0.2921
2.7	0.4115	0.2708
2.8	0.3827	0.2518
2.9	0.3567	0.2348
3	0.3333	0.2194
3.1	0.3122	0.2054
3.2	0.2930	0.1928
3.3	0.2755	0.1813
3.4	0.2595	0.1708
3.5	0.2449	0.1612

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 16:** Factor de amplificación sísmica ( $S_a$ ) vs Periodo ( $T$ )



**Fuente:** Elaboración propia

Para las edificaciones de albañilería los límites de distorsión encontrados en entrepiso deberán de cumplir con el siguiente parámetro:

**Tabla 18:** Límites de distorsión según material predominante

Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros con ductilidad limitada	0.005

**Fuente:** (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018)

➤ **Parámetros a tomar en cuenta como límites de desplazamiento**

Las estructuras deben de contemplar una separación con la estructura vecina desde el terreno natural con distancia mínima  $s$  con el fin de evitar el contacto ante movimientos sísmicos, dicha distancia no llegara a ser menor que los dos tercios de la suma de los desplazamientos máximos de las edificaciones que colindan con este, pero a la vez no deberán ser menores a

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde:

h = se considera desde una altura media a partir del nivel del TN hasta el nivel de evaluación "s".

De esta forma las edificaciones que colindan las edificaciones presentan una altura de entre 11.40 m a 12 m de esta las edificaciones deben tener un desplazamiento mínimo de 0,0684 m.

### 3.7.1. Definición de cargas

#### 3.7.1.1. Carga muerta

La carga muerta va directamente dirigida a los elementos estructurales de la edificación como las columnas, arriostre, losa y muros de albañilería.

**Tabla 19: Características de los materiales**

Material	Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	Coefficiente de poisson	Módulo de elasticidad (kg/ cm <sup>2</sup> )
Elementos de albañilería	1800	0.25	Em= 500 f'm
Acero	7800	0.27 – 0.30	Ec= 2.1 * 10 <sup>6</sup>
Concreto	2400	0.15 – 0.20	Ec= 15000* $\sqrt{f'_c}$

**Fuente:** (Abanto Castillo, 2017)

El peso de la losa llega a depender del espesor que presenta y del tipo de losa con la que se trabaja si es una losa aligerada o rígida.

En las edificaciones estudiadas se viene trabajando con una losa aligerada de un grossor de 20 cm.

**Tabla 20: Peso de una losa aligerada**

Espesor de losa (m)	Peso unitario (Kg/m <sup>2</sup> )
0.17	280
<b>0.20</b>	<b>300</b>
0.25	350
0.30	450

**Fuente:** (Abanto Castillo, 2017)

#### 3.7.1.2. Carga viva

Las cargas vivas llegan a ser generados por los componentes móviles que llegan a variar de ubicación como las personas, muebles, mercancía, etc. Para el momento del análisis llegan a ser distribuidas de manera uniforme en un área de piso.

**Tabla 21:** Cargas mínimas repartidas

Ocupación o uso	Cargas impuestas kPa (kgf/m <sup>2</sup> )
<b>Tiendas</b>	5.0 (500)
Corredores y escaleras	5.0 (500)
<b>Viviendas</b>	<b>2.0 (200)</b>
Corredores y escaleras	2.0 (200)

Fuente: (Norma E0.20 Cargas, 2021)

### 3.7.1.3. Combinación de cargas en Etabs

Para realizar el análisis dinámico se hará una combinación de cargas para su cálculo en el programa Etabs, involucrando las cargas vivas, muertas y sísmicas.

**Tabla 22:** Combinación de cargas para un sistema dinámico

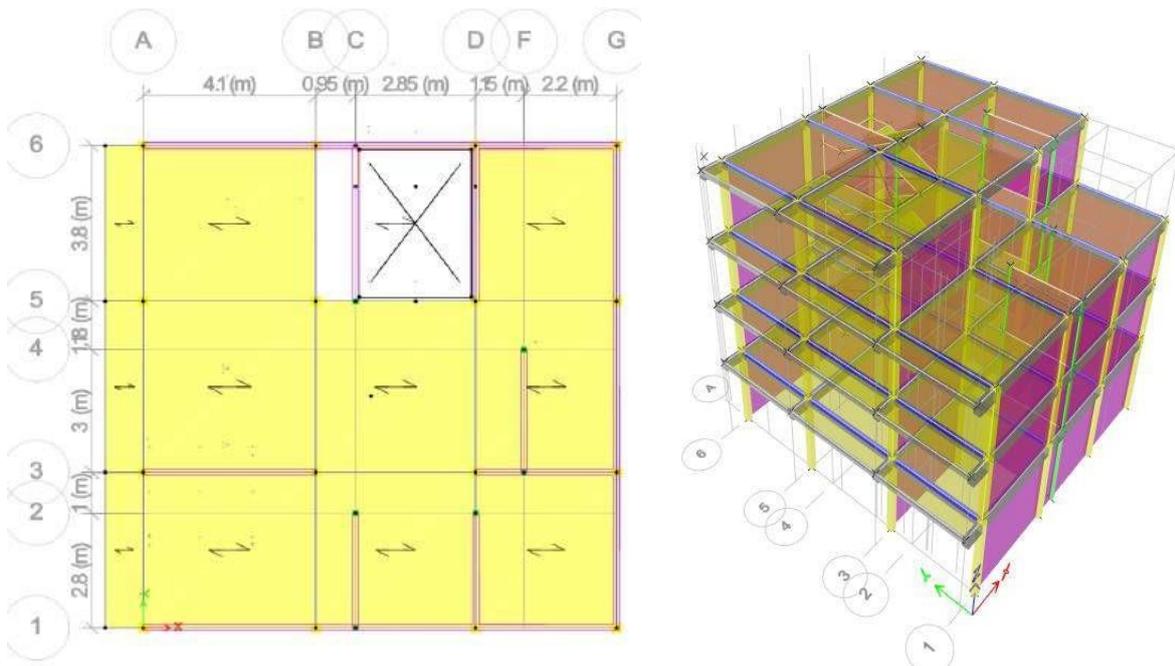
$U = 1.4 CM + 1.7 CV$
$U = 0.9 CM - CS_x$
$U = 0.9 CM - CS_y$
$U = 0.9 CM + CS_x$
$U = 0.9 CM + CS_y$
$U = 1.25(CM + CV) + CS_x$
$U = 1.25(CM + CV) + CS_y$
$U = 1.25(CM + CV) - CS_x$
$U = 1.25(CM + CV) - CS_y$

Fuente: (RNE E 0.60 Concreto armado, 2021)

### 3.7.1.4. Fuerza cortante y momentos flectores resultantes en las edificaciones

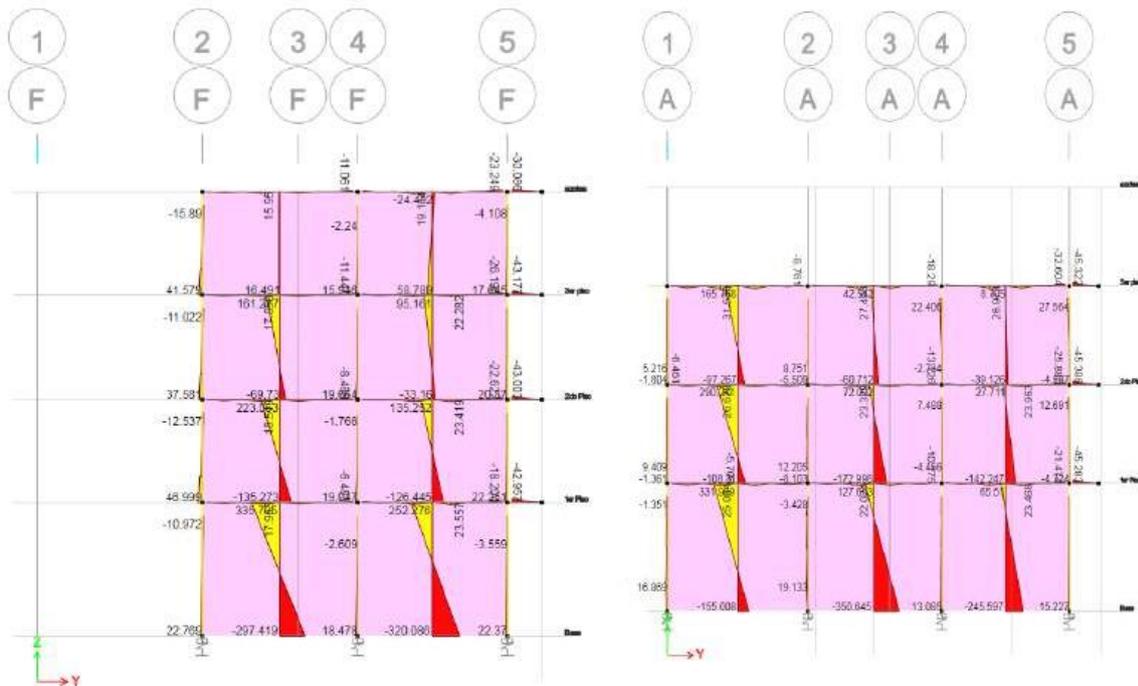
Se muestran los esfuerzos de fuerza cortante y momento flector resultantes en las secciones de albañilería tras llevar a cabo el modelamiento de las tres edificaciones.

**Figura N° 17: Vista en planta y en 3D de la primera edificación**



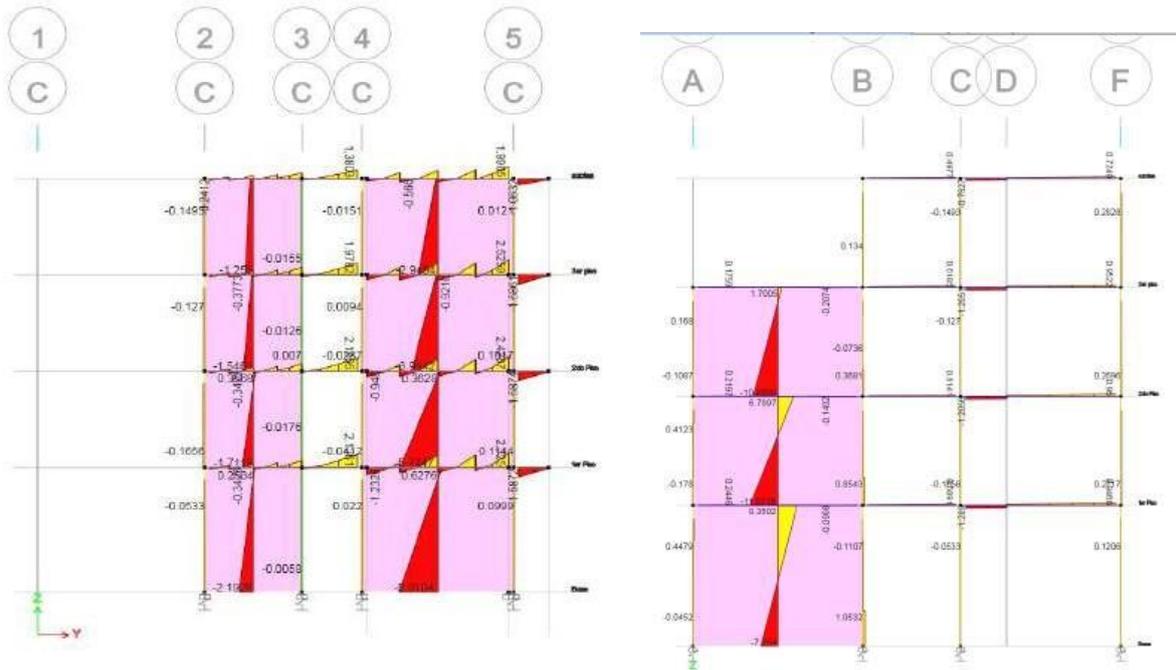
Fuente: ETABS modelamiento

**Figura N° 18: Momento flector de los muros en el eje F-F y A-A**



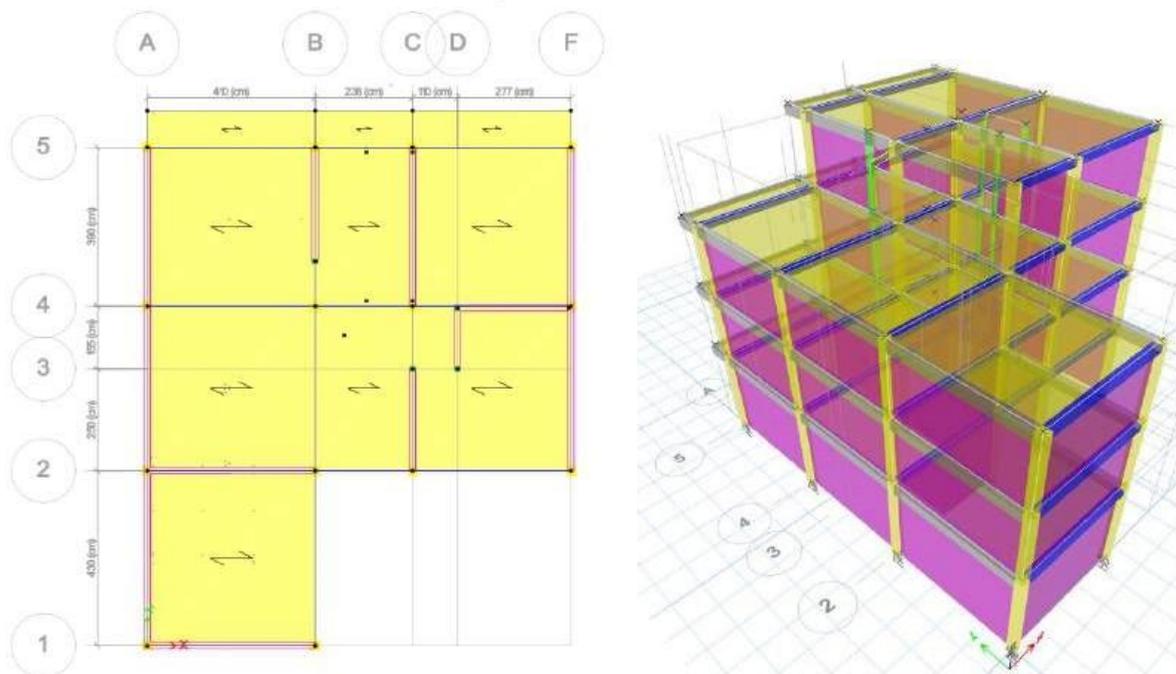
Fuente: ETABS modelamiento

**Figura N° 19: Fuerza cortante en el eje C-C y 1-1**



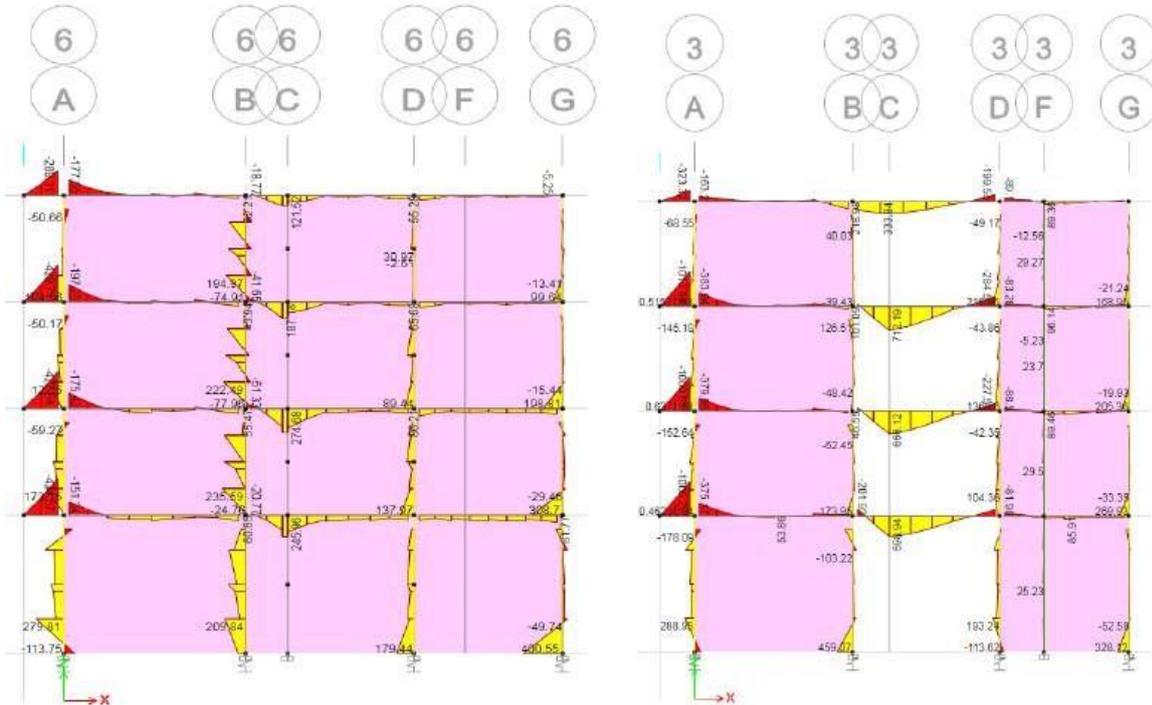
**Fuente:** ETABS modelamiento

**Figura N° 20: Vista en planta y en 3D de la 2 da edificación**



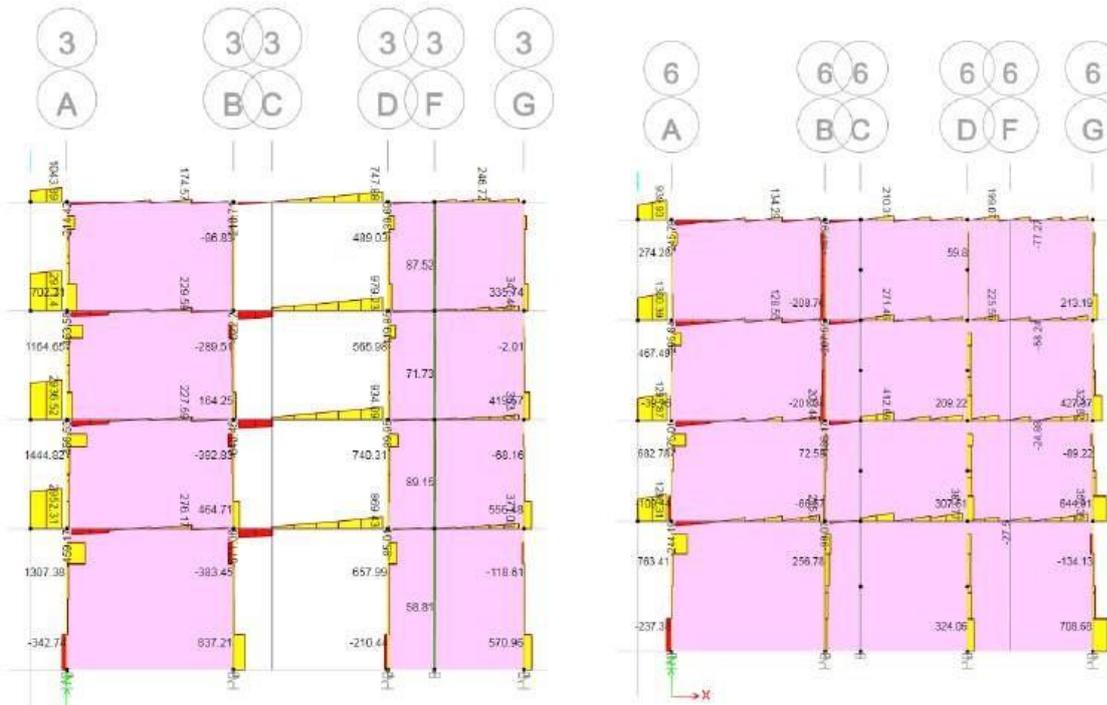
**Fuente:** ETABS modelamiento

**Figura N° 21: Momento flector**



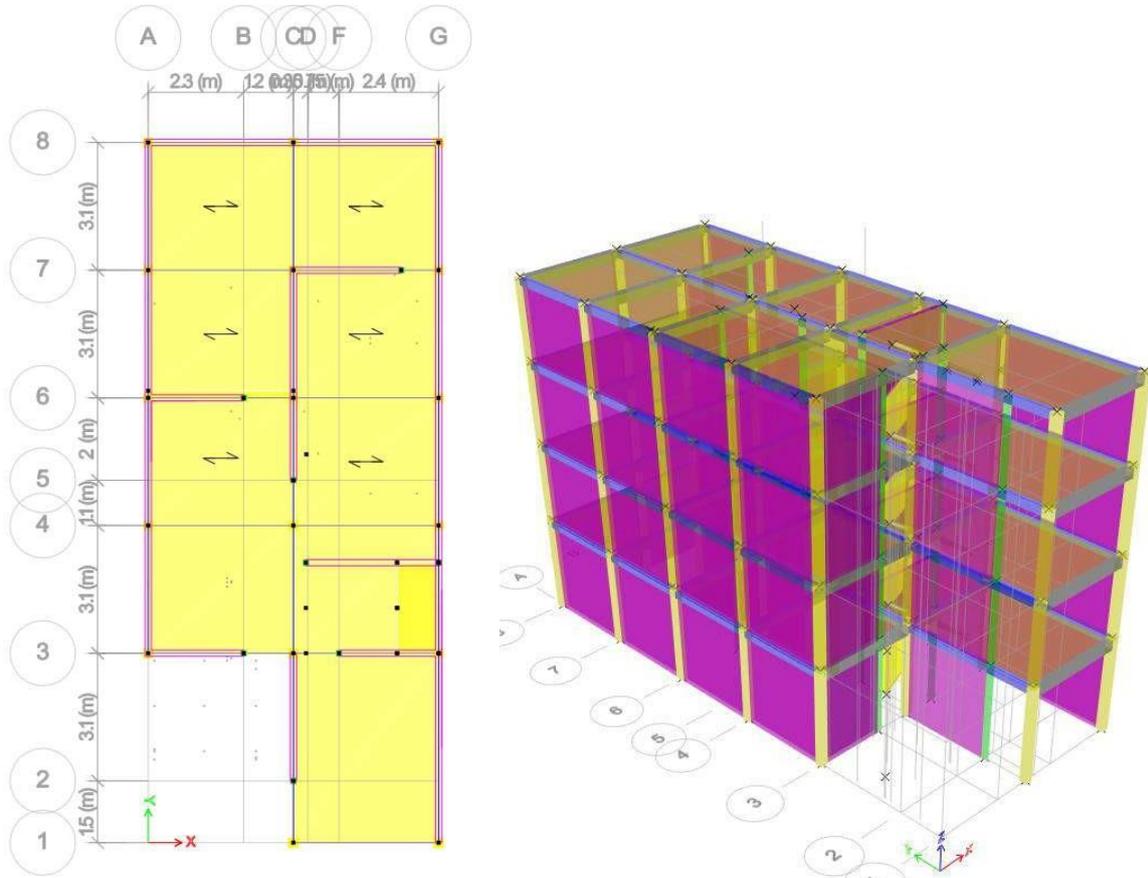
Fuente: ETABS modelamiento

**Figura N° 22: Fuerza cortante**



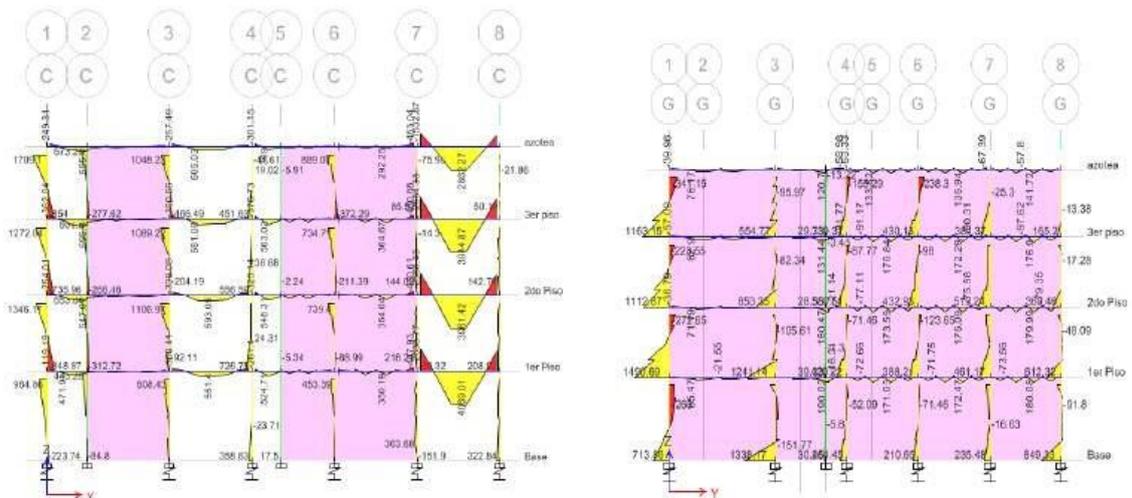
Fuente: ETABS modelamiento

**Figura N° 23. Vista en planta y en 3D de la 3ra edificación**



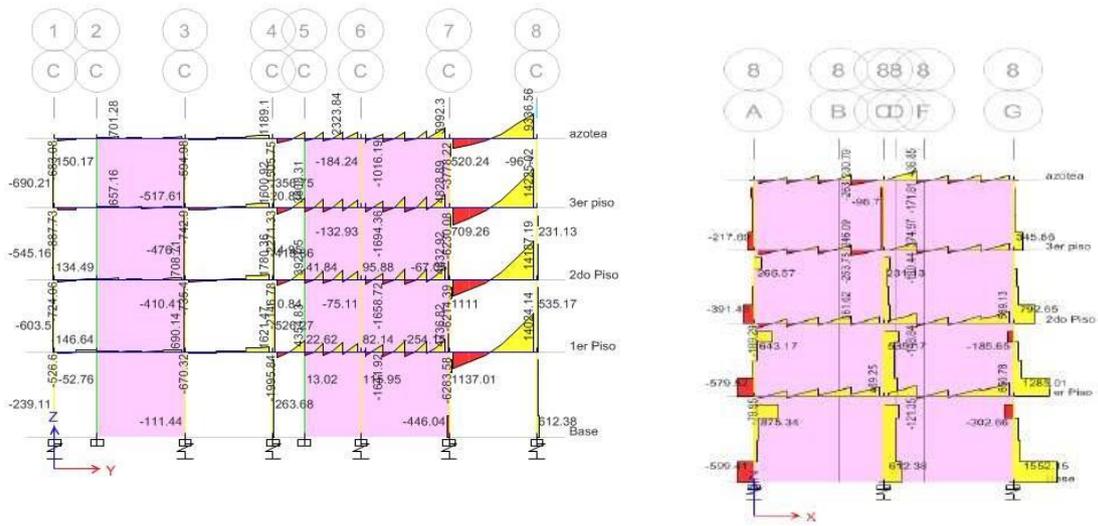
**Fuente:** ETABS modelamiento

**Figura N° 24: Momento flector**



**Fuente:** ETABS modelamiento

**Figura N° 25: Fuerza cortante**



**Fuente:** ETABS modelamiento

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados del examen de las tres casas construidas bajo el programa ETABS sin supervisión técnica de expertos. Esto permite examinar los desplazamientos del diafragma, los espectros de aceleración, las deformaciones, las cargas y las fuerzas de corte.

Estos hechos se consideran en las conclusiones relativas a la hipótesis..

#### 4.1. Cálculos

##### 4.1.1. Análisis de elementos de albañilería

El espesor efectivo de albañilería mínimo impuesto para una zona sísmica 2 y 3 llega a hacer mayor o igual a la resultante de la altura entre 20. En las tres edificaciones que se tienen vienen a coincidir como altura mayor en el 1er piso con 3.5 m de esta forma:

**Tabla 23:** Densidad de albañilería

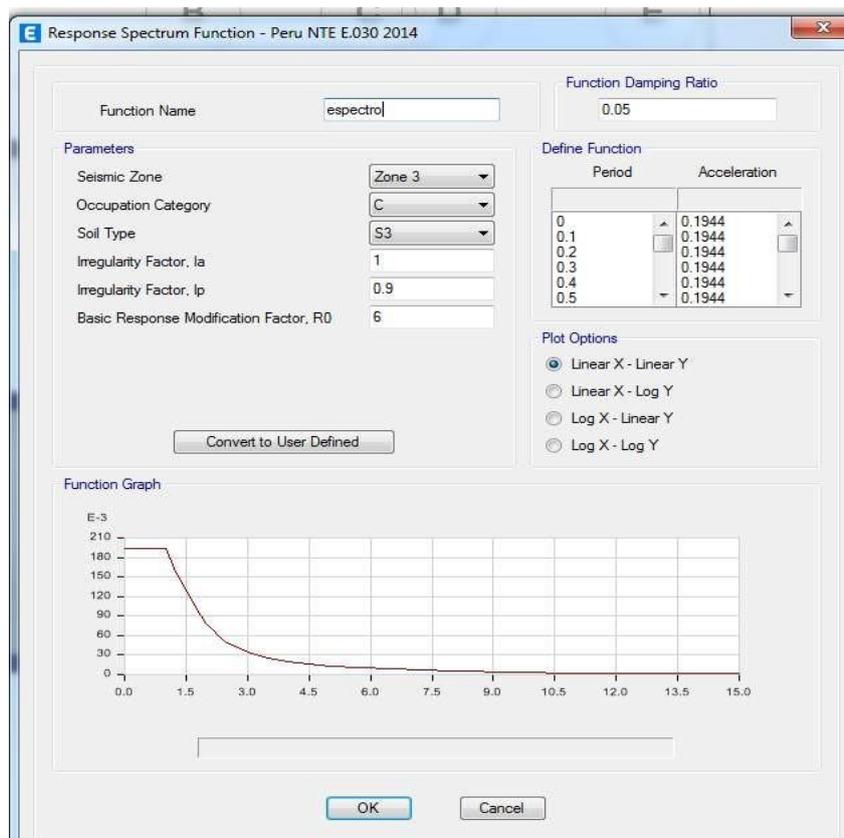
Densidad de albañilería existente	Densidad de albañilería por RNE
En las edificaciones el espesor efectivo es de 13 cm.	$t \geq \frac{h}{20}$ Para zonas sísmicas 2 y 3 <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $t \geq \frac{3.5}{20} = 0.175 \text{ cm}$ De esta forma se debe de plantear un espesor comercial de 23 cm.

Al ver la relación final se afirma que las edificaciones no cumplen con el espesor mínimo permitido por el RNE.

#### 4.1.2. Determinación del espectro inelástico de pseudo aceleración

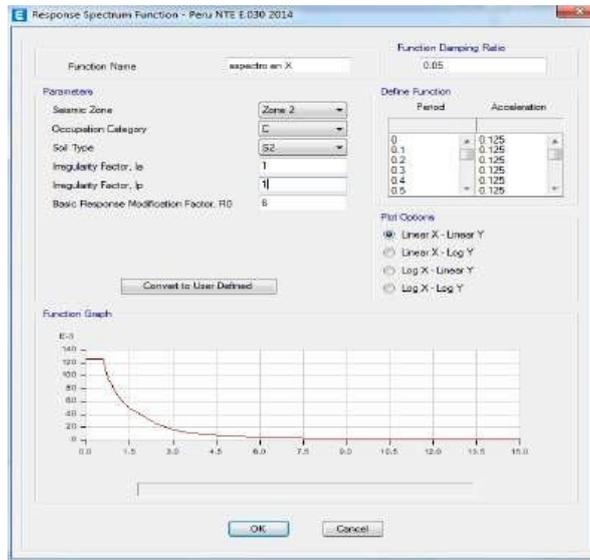
El espectro inelástico que vienen representado por la relación que hay entre el periodo y el espectro inelástico mostrando así el comportamiento de la estructura en función al espectro.

**Figura N° 26:** Espectro inelástico de pseudo aceleración de la 1ra y 2da edificación con un  $I_p=0.9$  (irregularidad- esquina entrante)



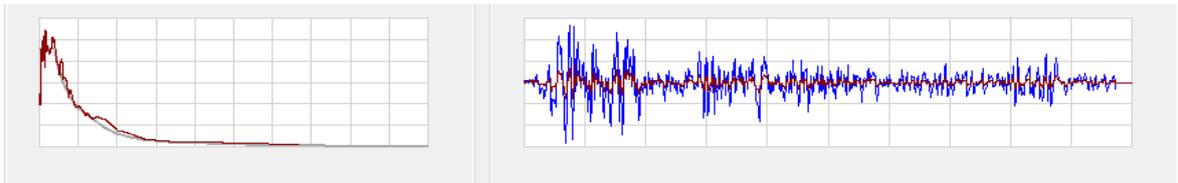
Fuente: Programa ETABS 2000

**Figura N° 27:** Espectro inelástico de pseudo aceleración de la 3ra edificación con un sin irregularidad



Fuente: Programa ETABS 2000

**Figura N° 28:** Espectro en respuesta a lo largo del tiempo

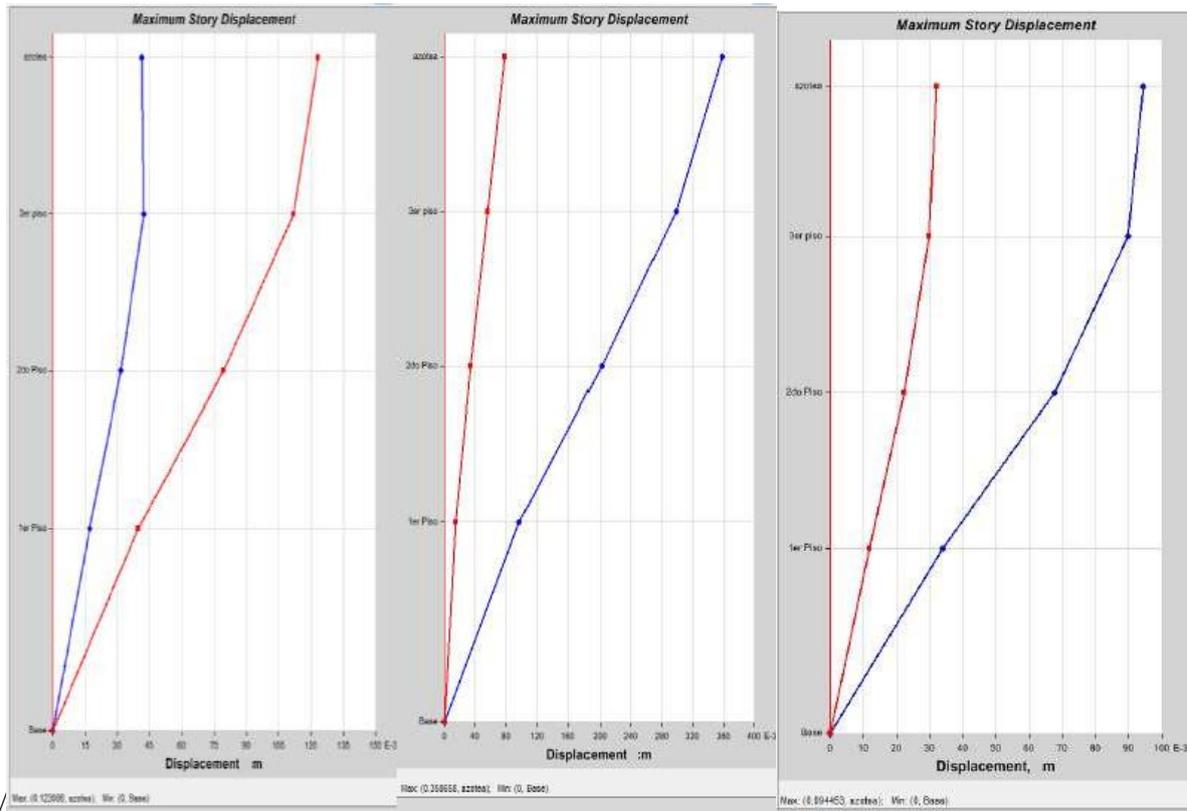


La respuesta que muestra de la estructura con relación al espectro en un tiempo conlleva un análisis dinámico

#### 4.1.3. Análisis del desplazamiento en las estructuras

El desplazamiento que presentan las estructuras llega a variar según su elevación y la rigidez que estos presentan.

**Figura N° 29: Máximo desplazamiento en la historia de las edificaciones**



**Tabla 24: Desplazamientos máximos**

	Nivel	Elevación	Desplazamiento	
			-X	-Y
		cm	m	m
<b>1ra Edificación</b>	azotea	1280	0.0414	0.1231
	3er piso	1010	0.0422	0.112
	2do Piso	740	0.0317	0.0795
	1er Piso	470	0.017	0.0396
	Base	120	0	0
<b>2da Edificación</b>	azotea	1280	0.3587	0.0784
	3er piso	1010	0.2981	0.0564
	2do Piso	740	0.2025	0.0339
	1er Piso	470	0.0971	0.0144
	Base	120	0	0
<b>3ra Edificación</b>		cm	cm	cm
	azotea	1240	0.0945	0.0321
	3er piso	980	0.0897	0.0299
	2do Piso	710	0.0677	0.0224
	1er Piso	440	0.0339	0.0117
	Base	120	0	0

El desplazamiento de la 1ra edificación se presenta en el tercer piso los desplazamientos máximos con un  $D_{max\ x-x} = 0.0422$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.112$  m, en la 2da edificación los desplazamientos máximos se presentan en la azotea piso con un  $D_{max\ x-x} = 0.3587$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.0784$  m y en la 3ra en la edificación el mayor desplazamiento se presenta en la azotea con un  $D_{max\ x-x} = 0.0945$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.0321$  m.

#### 4.1.4. Análisis de distorsión de entre piso

Con los desplazamientos resultantes llegamos a calcular la distorsión límite de entre piso para una edificación de albañilería que tienen como límite 0.005 según lo mencionado en el RNE en la E 0.30 Diseño sismo resistente.

**Tabla 25:** Distorsión en la 1ra edificación

Distancia entre pisos (cm)	DESP. REAL Y-Y (cm)	DESP. REAL X-X (cm)	DISTORCION Y-Y	DISTORCION X-X	DRIFT. MAX	
270	12.300	4.1400	4.56E-02	1.53E-02	0.005	NoCumple
270	11.200	4.2200	4.15E-02	1.56E-02	0.005	NoCumple
270	7.9500	3.1700	2.94E-02	1.17E-02	0.005	NoCumple
350	3.9600	0.1700	1.47E-02	6.30E-04	0.005	Cumple

Fuente: Propia

**Tabla 26:** Distorsión en la 2da edificación

Distancia entre pisos (Cm)	DESP. REAL Y-Y (cm)	DESP. REAL X-X (cm)	DISTORCION Y-Y	DISTORCION X-X	DRIFT. MAX	
270	35.8500	35.8700	1.33E-01	1.33E-01	0.005	NoCumple
270	29.8100	29.8100	1.10E-01	1.10E-01	0.005	NoCumple
270	20.2500	20.2500	7.50E-02	7.50E-02	0.005	NoCumple
350	9.7100	9.7100	3.60E-02	3.60E-02	0.005	NoCumple

Fuente: Propia

**Tabla 27:** Distorsión en la 3ra edificación

Distancia entre pisos (Cm)	DESP. REAL Y-Y (cm)	DESP. REAL X-X (cm)	DISTORCION Y-Y	DISTORCION X-X	DRIFT. MAX	
270	3.2100	9.4000	1.19E-02	3.48E-02	0.005	NoCumple
270	2.9900	8.9700	1.11E-02	3.32E-02	0.005	NoCumple

270	2.2400	6.7700	8.30E-03	2.51E-02	0.005	<b>NoCumple</b>
350	1.1700	3.3900	4.33E-03	1.26E-02	0.005	<b>NoCumple</b>

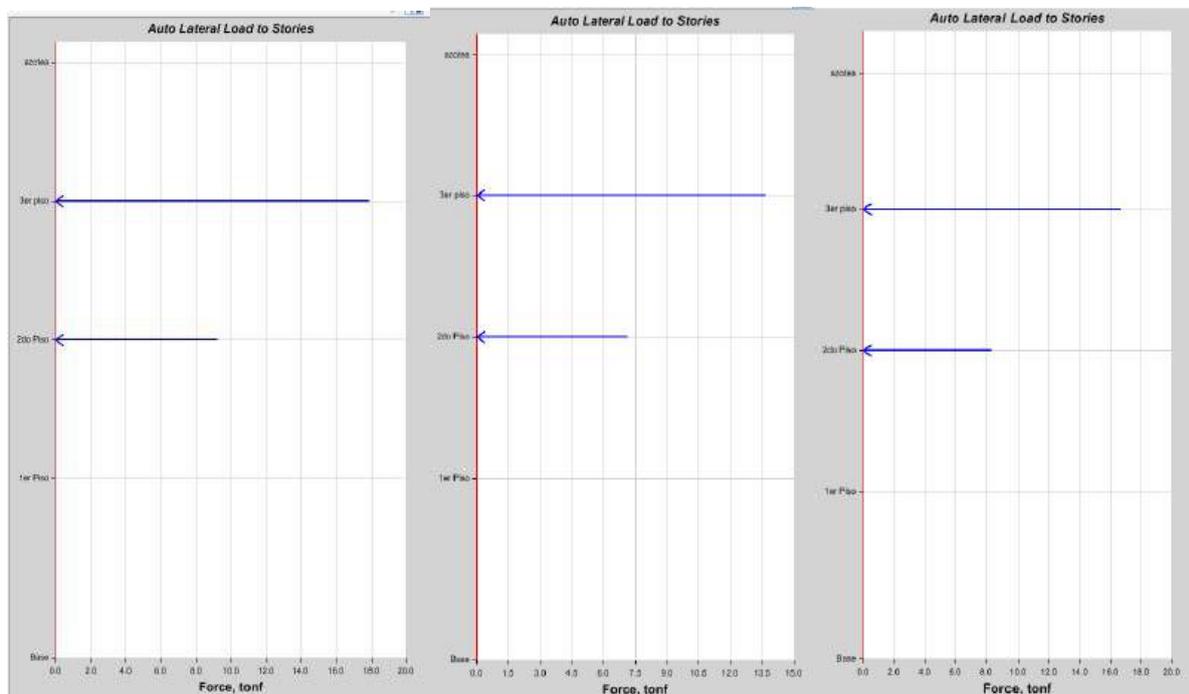
Fuente: Propia

Al realizar un análisis de estos resultados se observa que las distorsiones límites son sobrepasadas por las edificaciones llegando a no cumplir con estos parámetros.

#### 4.1.5. Determinación de la carga lateral o esfuerzos en las estructuras

La determinación de las cargas o fuerzas laterales resultantes de las diversas edificaciones son el resultado de la combinación de carga que se hizo con respecto al RNE, además a los datos del suelo insertados en los apoyos.

**Figura N° 30:** Cargas en la historia de las edificaciones



**Tabla 28:** Cargas laterales

	Nivel	Elevación	Fuerza lateral -X	Fuerza lateral -Y
		cm	tonf	tonf
<b>1ra Edificación</b>	azotea	1280	0	0
	3er piso	1010	19.957	18.95
	2do Piso	740	9.2459	11.25
	1er Piso	470	0	0
	Base	120	0	0

<b>2da Edificación</b>			
azotea	1280	0	0
3er piso	1010	14.7044	13.02
2do Piso	740	6.1973	6.95
1er Piso	470	0	0
Base	120	0	0

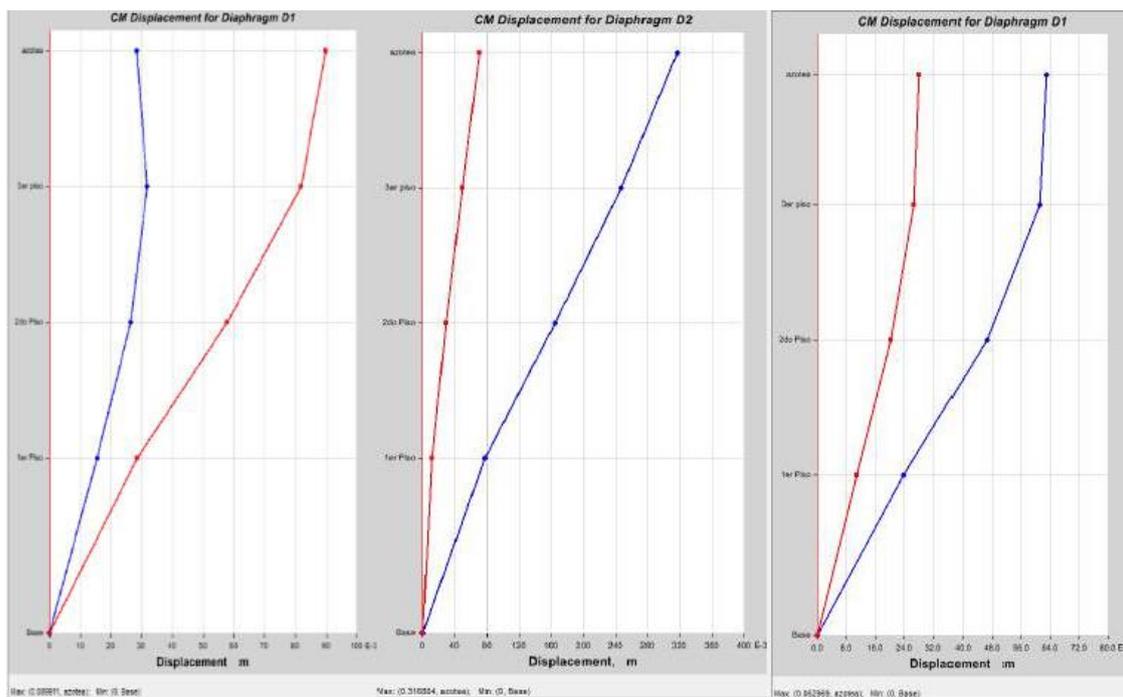
<b>3ra Edificación</b>			
azotea	1240	0	0
3er piso	980	17.664	16.89
2do Piso	710	8.3809	8.95
1er Piso	440	0	0
Base	120	0	0

Las fuerzas laterales que se presentan en la 1ra edificación tanto en el 2do y 3er piso son los más notables esto con respecto a la combinación de cargas en el 2do piso se tiene una  $F_{max\ y-y} = 11.25$  tn y en el 3er piso una  $F_{max\ y-y} = 18.40$  tn, en la 2da edificación se observan esfuerzos máximos resultante de la combinación de cargas del combo en el 2do piso se tiene una  $F_{max\ y-y} = 14.20$  tn y en el 3er piso una  $F_{max\ x-x} = 7.13$  tn y en la 3ra en el 2do piso se tiene una  $F_{max\ y-y} = 8.95$  tn y en el 3er piso una  $F_{max\ y-y} = 16.86$  tn.

#### **4.1.6. Análisis de los desplazamientos en los diafragmas**

Los desplazamientos dados en los diafragmas vienen a representar el comportamiento de los diafragmas ante la imposición de cargas y las propiedades de suelo que se imponen.

**Figura N° 31:** Desplazamientos máximos en los diafragmas de las edificaciones



**Tabla 29:** Desplazamiento horizontal de los diafragmas

	Nivel	Elevación	X-Dir	Y-Dir
			cm	m
<b>1ra Edificación</b>	azotea	1280	0.0283	0.0899
	3er piso	1010	0.0318	0.0819
	2do Piso	740	0.0264	0.0579
	1er Piso	470	0.0154	0.0285
	Base	120	0	0
<b>2da Edificación</b>	azotea	1280	0.3168	0.0711
	3er piso	1010	0.2472	0.0489
	2do Piso	740	0.1644	0.0293
	1er Piso	470	0.077	0.0119
	Base	120	0	0
<b>3ra Edificación</b>	azotea	1240	0.063	0.0281
	3er piso	980	0.0611	0.0267
	2do Piso	710	0.0467	0.0204
	1er Piso	440	0.0238	0.0108
	Base	120	0	0

En este análisis el desplazamiento que se presenta en el diafragma de la 1ra edificación en el tercer piso llega a ser mayor con un  $D_{max\ x-x} = 0.0318$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.0819$  m, en la 2da edificación los desplazamientos en la azotea son mayores, el  $D_{max\ x-x} = 0.3168$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.0711$  m y en la 3ra

edificación los desplazamientos del tercer piso son mayores en la azotea con un  $D_{max\ x-x} = 0.063$  m y un  $D_{max\ y-y} = 0.0281$  m.

#### 4.1.7. Determinación de la fuerza cortante en la estructura

La cortante basal viene siendo la acumulación dada de forma progresiva en cada piso, estos no son más que la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel que se acumula hacia la base.

**Tabla 30: Fuerzas cortantes en elevación**

	Nivel	Elevación	Localización	X-Dir	Y-Dir
		cm		ton	ton
<b>1ra Edificación</b>	azotea	1280	Inferior	12.3416	11.6551
			Superior	12.2673	11.6705
	3er piso	1010	Inferior	28.1076	16.1127
			Superior	28.6736	16.116
	2do Piso	740	Inferior	38.798	25.7836
			Superior	38.371	25.7807
	1er Piso	470	Inferior	43.6396	36.5662
			Superior	43.9087	36.5483
	Base	120	Inferior	0	0
			Inferior	0	0
<b>2da Edificación</b>	azotea	1280	Inferior	4.29826	6.8806
			Superior	4.2987	6.8779
	3er piso	1010	Inferior	15.5505	13.0883
			Superior	15.5505	13.088
	2do Piso	740	Inferior	19.3222	28.4937
			Superior	19.32224	28.4943
	1er Piso	470	Inferior	20.00011	37.2594
			Superior	20.00011	37.261
	Base	120	Inferior	0	0
			Inferior	0	0
<b>3ra Edificación</b>	azotea	1240	Inferior	7.95619	8.1581
			Superior	7.9836	8.6735
	3er piso	980	Inferior	12.935	11.0512
			Superior	12.945	11.0525
	2do Piso	710	Inferior	14.401	28.2929
			Superior	14.3999	28.2849
	1er Piso	440	Inferior	16.73	34.494
			Superior	16.781	34.398
	Base	120	Inferior	0	0
			Inferior	0	0

En la 1ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=43.63 ton y en el eje Y-Y= 13.56 ton, en la 2da edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=20.00ton y en el eje Y-Y= 28.26 ton y en la 3ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=16.78 ton y en el eje Y-Y= 18.393 ton.

#### **4.1. Contrastación de hipótesis**

##### **4.1.1. Hipótesis específica (1)**

La distorsión no cumple con los límites permitidos en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

##### **Formulación de la primera hipótesis de prueba estadística**

**Hipótesis Nula Ho:** La distorsión si cumple con los límites máximos en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

$$\mu_{C1} = \mu_{C2} = \mu_{C3} = \mu_C \text{ Convencional (RNE)}$$

**Hipótesis Alterna Ha:** La distorsión no cumple con los límites máximos en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

Existe al menos un  $i / \mu_{Ci} \neq \mu_C \text{ Convencional (RNE)}$

Donde la  $\mu_C$  es la media de la distorsión de entre piso de cada vivienda.

##### **Proceso estadístico de prueba**

Al obtener el resultado numérico de la variable Comportamiento estructural de viviendas informales la tesis se considera una investigación cuantitativa de la misma forma hay una existencia de las variables independientes conocidos como factores numéricos que muestra una variación en la respuesta de los resultados, para realizar esto fue necesario una agrupación de 4 grupos y con 4 datos cada uno, de esta forma para lograr una aprobación de la hipótesis se realizara una prueba inicial de normalidad, Cuando se cumpla la hipótesis de normalidad se realizará una prueba ANOVA de un factor, siendo requeridos los

siguientes factores:

- Cumplir un supuesto de normalidad
- Cuando se realiza una prueba de igualdad de varianzas, se utiliza la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba de rango post hoc de Tukey.
- El programa estadístico Spss V.25 será utilizado para llevar a cabo la obtención de los resultados de supuesto.
- Las pruebas de hipótesis de normalidad se realizaron mediante la prueba de Shapiro-Wilk y de homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la prueba de Levene..
- Si no se puede completar la prueba de norma

De esta forma se cumplirán con las siguientes consideraciones:

- Esta prueba de hipótesis será implementada para cada resultado obtenido en el programa Etabs en función al desempeño que muestran las viviendas.
- En cada ejecución de prueba, se supone un nivel de significancia de 0,05, aceptándose la hipótesis nula si el nivel de significancia del resultado es mayor que el nivel de significancia asumido.

Para un análisis de supuestos de normalidad se trabajó con los datos de distorsión de entre piso:

Planteamiento de la hipótesis específica (1):

**Ho:** los datos provienen de una distribución normal

**Ha:** los datos no provienen de una distribución normal

**Figura N° 32:** Prueba de normalidad de los datos de distorsión en las viviendas

Pruebas de normalidad							
vivienda		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Distorsion de las viviendas en X	Distorsion RNE	.	4	.	.	4	.
	Vivienda 1	,301	4	.	,803	4	,109
	Vivienda 2	,194	4	.	,976	4	,881
	Vivienda 3	,248	4	.	,892	4	,395
Distorsion de las viviendas en Y	Distorsion RNE	.	4	.	.	4	.
	Vivienda 1	,234	4	.	,934	4	,618
	Vivienda 2	,194	4	.	,976	4	,881
	Vivienda 3	,239	4	.	,916	4	,514

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se muestran en la Figura 32. Se ha determinado que los datos tienen una distribución normal con un nivel de significancia del 5% porque, si bien algunos valores de significancia son mayores que 0,05, no todos lo son. Esto lleva al rechazo de la hipótesis nula.

Luego de probarse el supuesto de normalidad que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de esta forma se realizara la prueba paramétrica ANOVA.

#### **Prueba de ANOVA para datos de distorsión de entre piso:**

Ho representa la (hipótesis nula) y Ha representa la (hipótesis alterna)

- De esta forma en caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se llega a rechazar Ho se acepta la hipótesis Ha
- En caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza Ho se llegará a aceptar la Ho

**Figura N° 33:** Resumen de la prueba de hipótesis distorsión de viviendas por Anova

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Distorsion de las viviendas en X	Entre grupos	,018	3	,006	12,059	,001
	Dentro de grupos	,006	12	,000		
	Total	,023	15			
Distorsion de las viviendas en Y	Entre grupos	,018	3	,006	11,856	,001
	Dentro de grupos	,006	12	,000		
	Total	,024	15			

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de ejecutar la prueba ANOVA paramétrica, se encontró que los valores de significancia de la Figura 33 son menores al valor de significancia de 0,05. Esto significa que, a un nivel de significancia menor al 5%, se rechazará la hipótesis nula debido a que la distorsión entre el valor de significancia de las viviendas es de 0,001, lo que apoya la hipótesis alternativa: La deformación no está acorde con los límites superiores del comportamiento estructural del sistema de mampostería confinada en Sapallanga, provincia de Huancayo, al haber cambiado más del 5% con relación al RNE.

#### 4.1.2. Hipótesis específica (2)

La propiedad sísmica varía notablemente en las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

##### **Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística**

**Hipótesis Nula Ho:** El comportamiento sísmico no varía notablemente en las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

$$\mu_{Es1} = \mu_{Es2} = \mu_{Es3} = \mu_{Es \text{ Convencional}} \text{ (RNE)}$$

**Hipótesis Alternativa Ha:** El comportamiento sísmico varía notablemente en las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

Existe al menos un  $i / \mu_{Esi} \neq \mu_{Es}$  Convencional (RNE)

Donde  $\mu_{Es}$  es la media de la resistencia compresión

### **Estadístico de prueba**

De la misma manera que la tesis se plantea como una investigación cuantitativa, para obtener los resultados numéricos de la variable Comportamiento estructural de la vivienda informal, fue necesario agrupar cuatro grupos, cada uno con cuatro datos, para lograr la aprobación de la hipótesis. De esta manera se realizará una prueba de normalidad inicial, y si se cumple el supuesto de normalidad se aplicará la prueba ANOVA de un factor. Para lograr esto fueron necesarios los siguientes factores:

- Cumplir un supuesto de normalidad
- Si se prueba una igualdad de varianzas se llega a aplicar la prueba T3 de Dunnett en vez de la prueba de rango post hoc de Tukey.
- La obtención de los resultados de supuesto se llevará a cabo en el software Spss V.25
- Se realizó la prueba de supuestos de Normalidad empleando la Prueba de Shapiro Wilk y de Homogeneidad (igualdad de varianzas) empleando la Prueba de Levene.
- En un caso en el que no se llegue a cumplir con la prueba de normalidad se empleara una prueba no de Kruskal Wallis.

De esta forma se cumplirán con las siguientes consideraciones:

- Esta prueba de hipótesis será implementada para cada resultado obtenido en el programa Etabs en función al desempeño que muestran las viviendas.

- En todas las pruebas realizadas se llega a asumir una significancia de 0.05 aceptando la hipótesis nula si el valor de significancia resultante es mayor al valor de significancia asumido.

Para un análisis de supuestos de normalidad se trabajó con los datos de distorsión de entre piso:

Planteamiento de la hipótesis específica (1):

**Ho:** los datos provienen de una distribución normal

**Ha:** los datos no provienen de una distribución normal

**Figura N° 34:** Prueba de normalidad de los datos del comportamiento sísmico

Pruebas de normalidad							
vivienda		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desplazamiento de las viviendas en X	Desplazamiento RNE	.	4	.	.	4	.
	Vivienda 1	,285	4	.	,907	4	,467
	Vivienda 2	,172	4	.	,988	4	,948
	Vivienda 3	,254	4	.	,876	4	,322
Desplazamiento de las viviendas en Y	Desplazamiento RNE	.	4	.	.	4	.
	Vivienda 1	,235	4	.	,933	4	,610
	Vivienda 2	,167	4	.	,990	4	,959
	Vivienda 3	,245	4	.	,898	4	,423

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Con base en los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que se muestran en la Figura 34, se puede concluir que los datos se distribuyen normalmente con un nivel de significancia del 5 %. Dado que algunos valores de significancia son mayores que 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

Luego de probarse el supuesto de normalidad que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de esta forma se realizara la prueba paramétrica ANOVA.

**Prueba de ANOVA para datos de distorsión de entre piso:**

Ho representa la (hipótesis nula) y Ha representa la (hipótesis alterna)

- De esta forma en caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se llega a rechazar  $H_0$  se acepta la hipótesis  $H_a$
- En caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza  $H_0$  se llegará a aceptar la  $H_0$

**Figura N° 35:** Resumen de la prueba de hipótesis comportamiento sísmico por Anova

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Desplazamiento de las viviendas en X	Entre grupos	,075	3	,025	8,981	,002
	Dentro de grupos	,033	12	,003		
	Total	,108	15			
Desplazamiento de las viviendas en Y	Entre grupos	,006	3	,002	5,243	,015
	Dentro de grupos	,004	12	,000		
	Total	,010	15			

**Fuente:** Elaboración propia

Con un nivel de significancia menor al 5%, se rechazará la hipótesis nula debido a que los valores de significancia de la distorsión entre las viviendas son 0,002 y 0,015. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa, que plantea que el comportamiento sísmico varía significativamente en las viviendas informales con el sistema de mampostería confinada en Sapallanga, provincia de Huancayo. En la figura 35 se muestran los valores de significancia que se obtuvieron luego de realizar la prueba ANOVA paramétrica y son menores al valor de significancia de 0,05.

#### 4.1.3. Hipótesis específica (3)

La fuerza cortante varía levemente en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

#### Formulación de la prueba de Hipótesis Estadística

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La fuerza cortante no varía en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

$$\mu_{Fc1} = \mu_{Fc2} = \mu_{Fc3} = \mu_{Fc} \text{ Convencional (RNE)}$$

**Hipótesis Alternativa Ha:** La fuerza cortante varía levemente en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

Existe al menos un  $i / \mu_{Rfi} \neq \mu_{Rf} \text{ Convencional}$

Donde  $\mu_{Fc}$  es la media de la fuerza cortante

### **Estadístico de prueba**

Para obtener los resultados numéricos de la variable “Comportamiento estructural de la vivienda informal”, la tesis se plantea como una investigación cuantitativa. De igual forma, existen variables independientes conocidas como factores numéricos que presentan variación en la respuesta de los resultados; para ello, se debieron conformar cuatro grupos con cuatro datos cada uno. Posteriormente se realizó una prueba de normalidad inicial para lograr la aprobación de la hipótesis; si se cumple el supuesto de normalidad, se realizó la prueba ANOVA de un factor, requiriendo los siguientes factores:

- Cumplir con el supuesto normativo.
- Los resultados del supuesto se obtendrán en el programa estadístico Spss V.25.
- Si se evalúa la igualdad de varianzas, se utiliza la prueba T3 de Dunnett en lugar de la prueba de rangos post hoc de Tukey.
- Se utilizó la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad (igualdad de varianzas) y la prueba de Shapiro Wilk para comprobar los supuestos de normalidad.
- Se utilizará una prueba distinta de la de Kruskal Wallis si no se cumple la prueba de normalidad..

De esta forma se cumplirán con las siguientes consideraciones:

- Esta prueba de hipótesis será implementada para cada resultado obtenido en el programa Etabs en función al desempeño que muestran las viviendas.
- La hipótesis nula se acepta en todas las pruebas realizadas si el valor de significancia obtenido es mayor que el valor de significancia presuntivo de 0,05. Para un análisis de supuestos de normalidad se trabajó con los datos de distorsión de entre piso:

Planteamiento de la hipótesis específica (1):

**H<sub>0</sub>:** los datos provienen de una distribución normal

**H<sub>a</sub>:** los datos no provienen de una distribución normal

**Figura N° 36:** prueba de hipótesis Fuerza cortante por Anova

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	vivienda	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fuerza cortante en la edificación X	Vivienda 1	,214	4	.	,941	4	,659
	Vivienda 2	,292	4	.	,823	4	,151
	Vivienda 3	,241	4	.	,955	4	,746
Fuerza cortante en la edificación Y	Vivienda 1	,244	4	.	,926	4	,573
	Vivienda 2	,156	4	.	,992	4	,968
	Vivienda 3	,227	4	.	,952	4	,728

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 36 se observa como resultados en la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, los valores de significancia son mayores a por lo que no todos los valores de significancia son mayores a 0.05 de significancia, de esta forma se vienen a rechazar la hipótesis nula planteada concluyéndose que los datos vienen a provenir de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Luego de probarse el supuesto de normalidad que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de esta forma se realizara la prueba paramétrica ANOVA.

### Prueba de ANOVA para datos de distorsión de entre piso:

Ho representa la (hipótesis nula) y Ha representa la (hipótesis alterna)

- De esta forma en caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se llega a rechazar Ho se acepta la hipótesis Ha
- En caso la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza Ho se llegará a aceptar la Ho

**Figura N° 37:** Resumen de la prueba de hipótesis fuerza cortante por Anova

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fuerza cortante en la edificación X	Entre grupos	778,485	2	389,242	4,488	,044
	Dentro de grupos	780,639	9	86,738		
	Total	1559,123	11			
Fuerza cortante en la edificación Y	Entre grupos	9,275	2	4,637	,104	,902
	Dentro de grupos	401,960	9	44,662		
	Total	411,235	11			

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 37, se obtuvieron valores de significancia llegan a ser menor al valor de significancia 0.05 luego de realizar la prueba paramétrica ANOVA la cual indica que indica que con un nivel de significancia menor a 5% se rechazara la hipótesis nula, debido a que el valor significancia de la distorsión de entre de las viviendas son 0.044 aceptando la hipótesis alterna: La fuerza cortante varía levemente en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Discusión de resultados con antecedentes

- Referente al objetivo general en la evaluación de la característica de la de las estructura de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada, se alcanza a presentan desplazamientos máximos de diafragma en la 1ra edificación el  $D_{max\ x-x}=0.0318\ m$   $D_{max\ y-y}= 0.0899m$ , no presenta irregularidades y el desplazamiento en la estructura  $Des_{y-y}= 0.1231\ m$ , en la 2da edificación el  $D_{max\ x-x}=0.316m$   $D_{max\ y-y}= 0.0711\ m$ , presenta irregularidades de esquina entrante y un desplazamiento de la estructura  $Des_{x-x}= 0.3587m$  y en la 3 ra edificación el  $D_{max\ x-x}=0.063\ m$   $D_{max\ y-y}= 0.0281\ m$ , presenta irregularidades de esquina entrante y un desplazamiento de la estructura  $Des_{x-x}= 0.0945\ m$ .

Con respecto a este análisis Montes Cuellar (2019) citado en el antecedente nacional con su tesis titulada “La construcción informal del funcionamiento estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Bellavista Callao” afirma que las construcciones informales en el comportamiento de las viviendas de albañilería al presentar irregularidades, una inadecuada densidad en los muros y por presentar fallas por esfuerzo axial máximo por figuración llegando de esta forma a ser deficientes según la Norma e 0.70 Albañilería.

- Con respecto al primer objetivo secundario sobre el cálculo de la distorsión de entre piso que presenta el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en la 1ra edificación se

presenta una Distorsión  $\max_{Y-Y} = 4.56 \cdot 10^{-2}$  y Distorsión  $\max_{X-X} = 1.56 \cdot 10^{-2}$ , en la 2da edificación una Distorsión  $\max_{Y-Y} = 7.50 \cdot 10^{-2}$  y Distorsión  $\max_{X-X} = 7.50 \cdot 10^{-2}$  y 3ra edificación se presenta una Distorsión  $\max_{Y-Y} = 8.3 \cdot 10^{-2}$  y Distorsión  $\max_{X-X} = 3.48 \cdot 10^{-2}$ , estas distorsiones vienen a ser mayores a los permitidos por en RNE de 0.005 concordando así con lo mencionado por Blacio Vidal (2016) citado en los antecedentes internacionales con la tesis titulada “Análisis estructural de una vivienda de interés social, existente de hormigón armado sismo resistente, en el Cantón Pasaje” menciona el sistema estructural presenta deficiencias, por no realizar un diseño estructural y un inadecuado sistema de construcción.

- Sobre el segundo objetivo secundario en consideración a los esfuerzos estructurales el comportamiento estructural de las viviendas informales se obtuvieron en la 1ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=43.63 ton y en el eje Y-Y= 13.56 ton, en la 2da edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=20.00ton y en el eje Y-Y= 28.26 ton y en la 3ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=16.78 ton y en el eje Y-Y= 18.393 ton, todas estas en función a la combinación de cargas tanto de cargas, espectro y fuerzas sísmicas y para evitar fallas Paredes (2022) citado en antecedente nacional con su tesis de título “Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada, en el distrito de Ate – Lima-2017” propone técnicas de reforzamiento tradicional con muros de corte para la reducción de desplazamiento por esfuerzos rigidizando la estructura en dirección a los esfuerzos.
- Referente al tercer objetivo secundario sobre el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada, se presenta distorsiones mayores a los 0.005, en la 1ra edificación un  $D_{\max} = 0.042$  m, en la segunda edificación un  $D_{\max} = 0.35$  m y en la tercera edificación un  $D_{\max} = 0.094$  cm llegando a ser más de lo permitido calculado inicialmente  $D_{\max}$  permitido= 0.0684 m según lo referido en la norma E0.30.

Estos resultados generales difieren con lo demostrado por los autores Macedo Meza & Vega Salas (2020) citado en los antecedentes nacionales

con el título “Evaluación del Comportamiento Estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en cerro azul-cañete” en los análisis hechos obtuvo un buen comportamiento estructural con respecto a un análisis sísmico al obtener desplazamientos aceptables de 8.9 mm y una derivada máxima en de 0.005 llegando a cumplir con lo establecido en la norma E- 0.30.

Esta varianza en los resultados generales viene a ser principalmente por los niveles de la edificación, presencia de irregularidad y una distribución estructural menos consistente.

## CONCLUSIONES

1. El funcionamiento de la estructura de una vivienda informal con sistema de albañilería confinada en el distrito de Sapallanga viene a ser deficiente ya que en las tres edificaciones estudiadas no se presenta suficiente rigidez y en dos de las edificaciones hay presencia de irregularidades de esquina entrante, la densidad de estos elementos no cumple con el RNE. Además se observan desplazamientos en ambos ejes en la 1ra edificación el  $D_{max\ x-x}=0.0318\ m$   $D_{max\ y-y}= 0.0899\ m$ , en la 2da edificación el  $D_{max\ x-x}=0.316m$   $D_{max\ y-y}= 0.0711\ m$ , presenta irregularidades de esquina entrante y un desplazamiento de la estructura  $D_{es\ x-x}= 0.3587m$  y en la 3ra edificación el  $D_{max\ x-x}=0.063\ m$   $D_{max\ y-y}= 0.0281\ m$ , presenta irregularidades de esquina entrante y un desplazamiento de la estructura  $D_{es\ x-x}= 0.0945\ m$ , que exceden el límite permitido por la norma E 0.30 Diseño sismo resistente.
2. La distorsión de entre piso que presentan las viviendas informales con sistemas de albañilería confinada en el distrito de Sapallanga no llegan a cumplir con los límites de distorsión de entre piso para albañilería mencionada el RNE en la norma E0.30 Diseño sismo resistente en cual pone como límite 0.005 ya que en la 1ra edificación se presenta una Distorsión  $max\ Y-Y =4.56*10^{-2}$  y Distorsión  $max\ x-x =1.56*10^{-2}$ , en la 2da edificación una Distorsión  $max\ Y-Y =7.50*10^{-2}$  y Distorsión  $max\ x-x =7.50*10^{-2}$  y 3ra edificación se presenta una Distorsión  $max\ Y-Y =8.3*10^{-2}$  y Distorsión  $max\ x-x =3.48*10^{-2}$ .
3. El comportamiento sísmico de las viviendas de albañilería confinada ante espectros de pseudo aceleración no cumple con lo establecido por el RNE ya que los desplazamientos superan los 0.005, en la 1ra edificación un  $D_{max} = 0.042\ m$ , en la segunda edificación un  $D_{max}= 0.35\ m$  y en la tercera edificación un  $D_{max}= 0.094\ cm$  llegando a ser más de lo permitido calculado inicialmente  $D_{max\ permitido}= 0.0684\ m$  según lo referido en la norma E0.30. Además, se ve afectado por la baja capacidad de la propagación de ondas de corte por el tipo de suelo S2 mostrado en el estudio de suelos realizado presentando así un  $V_s= 180\ m/s$  y una deficiente distribución de los muros portantes.
4. La fuerza cortante varía levemente en las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo. De esta forma se

obtuvieron en la 1ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=43.63 ton y en el eje Y-Y= 13.56 ton, en la 2da edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=20.00ton y en el eje Y-Y= 28.26 ton y en la 3ra edificación la fuerza cortante en el primer piso en el eje X-X=16.78 ton y en el eje Y-Y= 18.393 ton.

## RECOMENDACIONES

1. Para el uso adecuado de los elementos de albañilería confinada se deberá de realizar una buena distribución de estos a lo largo de la edificación o como alternativa implementar muros de concreto armado para evitar efectos de torsión, al presentarse casos en los que los muros llegan a estar distribuidos solo en una parte de la estructura y dejando el otro extremo desprotegido de esfuerzos.
2. Realizar uso de placas para cumplir la función de muros de cortes para reducir los desplazamientos y a la vez reducir la deriva máxima que llega a ser mencionada en el RNE E0.30.
3. Se debe de contar con asesoría técnica por parte de un profesional en los cálculos estructurales y el diseño de la construcción para que no se presente fallas en la estructura resultante.
4. Se recomienda que la edificación presente una distribución regular y se debe de cumplir la densidad mínima calculada en relación a la altura de entre piso de acuerdo al RNE en la e0.30 Diseño sismo resistente y e 0.70 Albañilería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias Cando, L. O., Mejía Ayala, G. E., Mora Calvopiña, D. M., Rivadeneira Flores, F. S., & Santiana Cualchi, D. K. (2017). "Investigación del comportamiento mecánico y elástico de mamposterías con resistencia estructural para ser utilizadas en la construcción de viviendas de un piso y proyección de dos". Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, Quito.
2. Bedoya Ruiz, D. A. (2017). "Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento". Tesis de Posgrado, Universidad Politécnica de Catalunya, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Barcelona.
3. Bernal, Blanco, & Villalpando. (2010). Metodología de la investigación.
4. Blacio Vidal, A. G. (2016). Análisis estructural de una vivienda de interés social, existente de hormigón armado sismorresistente, en el Canton Pasaje. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala, Machala.
5. Borja Salazar, J. (2019). Estudio comparativo del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada empleando ladrillo sílico calcáreo y arcilla, Lima, 2019. Universidad César Vallejo, Lima.
6. Carrasco Díaz, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos.
7. Cevallos Sánchez, C. E. (2016). "Análisis estructural de un albergue comunitario a base de adobe tecnificado, en la comunidad la moya perteneciente a la parroquia Calpi, cantón río Bamba, provincia de Chimborazo y su incidencia en el comportamiento estructural sismo resistente",. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

8. Cutisaca Laura, A. J. (2020). Validación estructural de viviendas informales construidas en Huancayo metropolitano hasta el año 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Continental, Departamento de Ingeniería Civil, Huancayo.
9. Egas Estéfano, V. D. (2017). "Análisis de comportamiento estructural de una vivienda de interés social del subsidio oeste de la ciudad de Guayaquil y propuesta de soluciones". Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ingeniería Civil, Guayaquil.
10. Fernández Bedoya, V. H. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. Espiritu Emprendedor TES 2020, 12.
11. Giraldo Huertas, J. J. (2016). Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.
12. Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación.
13. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). Metodología de la investigación. Mexico, Mexico : McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. de C.V.
14. Herrmann do Nascimento, L. A. (2018). Nova abordagem da dosagem de misturas asfálticas densas com uso do compactador giratório e foco na deformação permanente. Tesis de Post Grado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Post Grado, Rio de Janeiro.
15. ICCYC. (s.f.). Tipos de cementos. Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto, 01. Obtenido de <https://iccy.com/sites/default/files/Concrenoticias/TIPOS%20DE%20CEMENTO%20Y%20SUS%20USOS.pdf>
16. Macedo Meza, J. P., & Vega Salas, E. G. (2020). Evaluación del Comportamiento Estructural de Una Vivienda de Albañilería Confinada

- Utilizando Unidades de Albañilería Fabricadas en Cerro Azul-Cañete. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.
17. Marroquín Peña, R. (2012). Metodología de la Investigación. Programa de titulación, (pág. 26).
  18. Medins Cruz , R., & Blanco Blasco, A. (s.f.). Manual de construcción para maestros de obra. Aceros Arequipa, Arequipa.
  19. Méndez Álvarez, C. E. (2020). Metodología de la Investigación quinta edición. ALPHAEDITORIAL.
  20. Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). NORMA E.070 Albañilería. Lima.
  21. Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). E.030 Diseño sísmoresistente. Lima.
  22. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2020). Norma E 0.70 Albañilería. Lima, Perú.
  23. Montes Cuellar, D. G. (2019). La construcción informal en el comportamiento estructural de viviendas multifamiliares de albañilería confinada, Bellavista Callao. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes, Carrera de Ingeniería Civil, Lima.
  24. Norma E.060. del RNE. (2014).
  25. (2021). Norma E0.20 Cargas. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
  26. Paredes, A. L. (2017). Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada, en el distrito de Ate - Lima. Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Lima.

27. Reglamento Nacional de Edificaciones. (2018). E.030 Diseño sismo resistente . Lima, Perú.
28. (2021). RNE E 0.60 Concreto armado. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
29. Terreros Rojas, L. E., & Carbajal Corredor, I. L. (2016). Analisis de las propiedades mecanicas de un concreto convencional adicionando fibra de cañao. Universidad Catolica de Colombia , Facultad de Ingenieria , Bogota.
30. Valdivia Sánchez, V. L. (2017). Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Lima.
31. Vásquez Vélez, L. A. (2011). "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Tesis Pregrado, Universidad técnica de Ambato, Facultad de ciencias humanas y de Ambato.

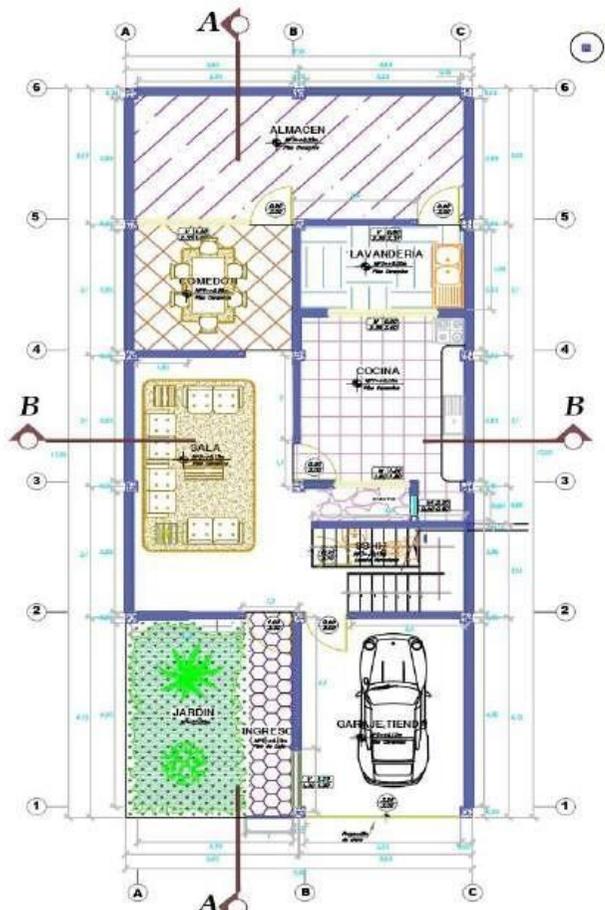
## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

**TÍTULO: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO**

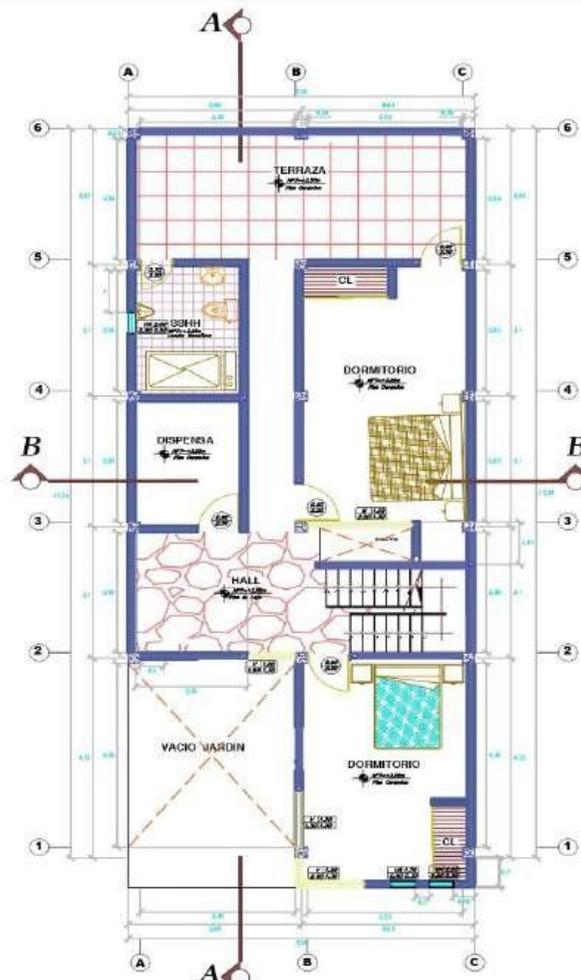
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Se cumplen los límites permitidos de distorsión de entrepiso en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?</p> <p>b) ¿Como varían el comportamiento sísmico de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?</p> <p>c) ¿De qué manera varia la fuerza cortante en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar el comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Analizar el cumplimiento de los límites permitidos de entrepiso en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p>b) Evaluar cómo varían el comportamiento sísmico de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p>c) Identificar de qué manera varia las fuerzas cortantes en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El comportamiento estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada llegara a ser deficiente en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>a) La distorsión no cumple con los límites permitidos notablemente en el comportamiento estructural de las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p>b) El comportamiento sísmico varía notablemente en las viviendas informales con el sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p> <p>c) La fuerza cortante varía levemente en el comportamiento sísmico estructural de las viviendas informales con sistema de albañilería confinada en Sapallanga provincia de Huancayo.</p>	<p><b>VARIABLES</b></p> <p><b>Variable Independiente (X)</b> X1. Albañilería confinada</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Albañilería</li> <li>- Densidad de muros</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rigidez</li> <li>- Resistencia</li> <li>- Análisis dinámico espectral</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente (Y)</b> Y1. Comportamiento estructural de viviendas informales</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distorsión de entre piso</li> <li>- Comportamiento sísmico</li> <li>- Fuerza cortante</li> </ul> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamiento</li> <li>- Análisis dinámico espectral</li> <li>-Cargas sometidas</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Investigación aplicada</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>Investigación no experimental.</p> <p><b>Datos de investigación</b></p> <p>Investigación cuantitativa.</p> <p><b>Población</b></p> <p>Las edificaciones construidas de manera informal con sistema de albañilería confinada uso de vivienda de 3 pisos en Sapallanga.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>En la presente investigación se seleccionaron tres viviendas informales estan compuestas por 3 niveles y 1 azotea.</p> <p><b>Técnicas de Recolección de datos</b></p> <p>Estadígrafos como los descriptivos, inferenciales y observación.</p> <p><b>- Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información de tesis</li> <li>- Manuales</li> <li>- Fichas Técnicas</li> <li>- Datos obtenidos de la edificación</li> </ul>

**Anexo N°02: Planos de levantamiento de información**



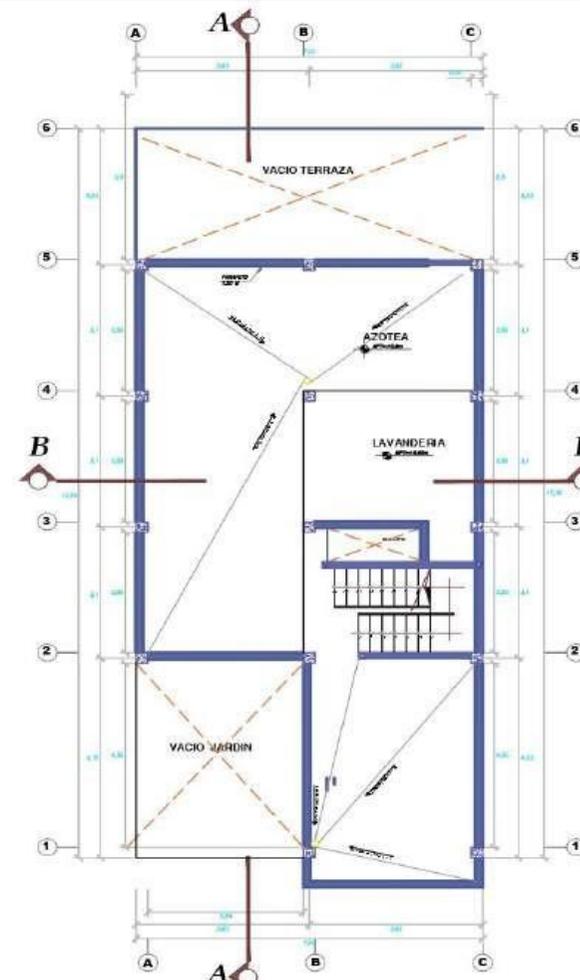
**DISTRIBUCION PLANTA 1° PISO**

1/12/20



**DISTRIBUCION PLANTA 2° y 3° PISO**

1/12/20



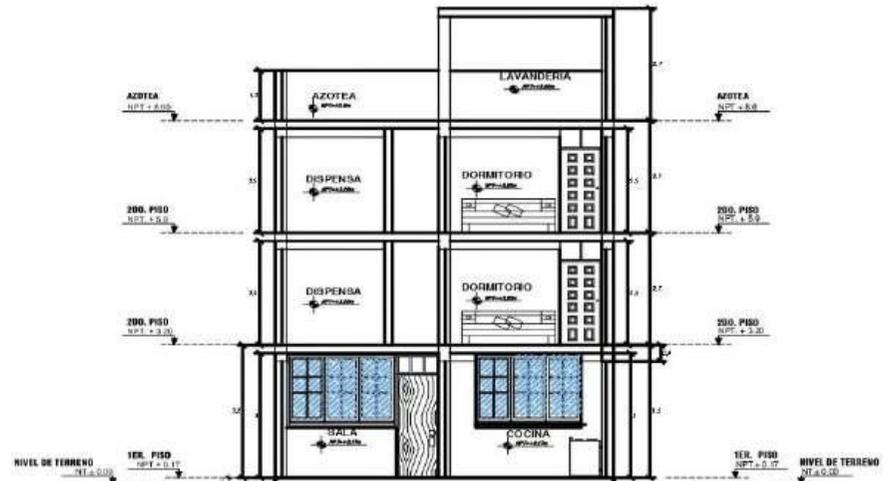
**DISTRIBUCION PLANTA AZOTEA**

1/12/20

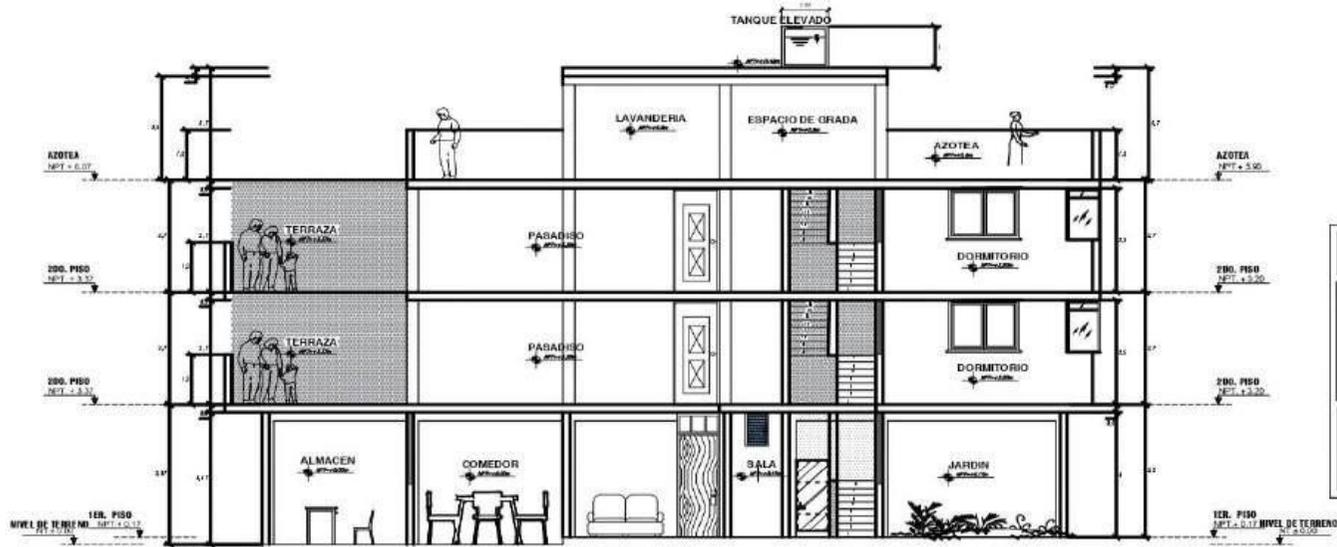
EMPRESA	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
	PROYECTO	VIVIENDA UNIFAMILIAR
	PLANO	ARQUITECTURA
	PROFESIONAL	BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS
PROPIETARIO	JOSE GUERRERO	
FIRMA		
UBICACION	REGION: JUNIN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: CAPALLANGA	LAMINA: <b>A-1</b>



**ELEVACION FRONTAL**

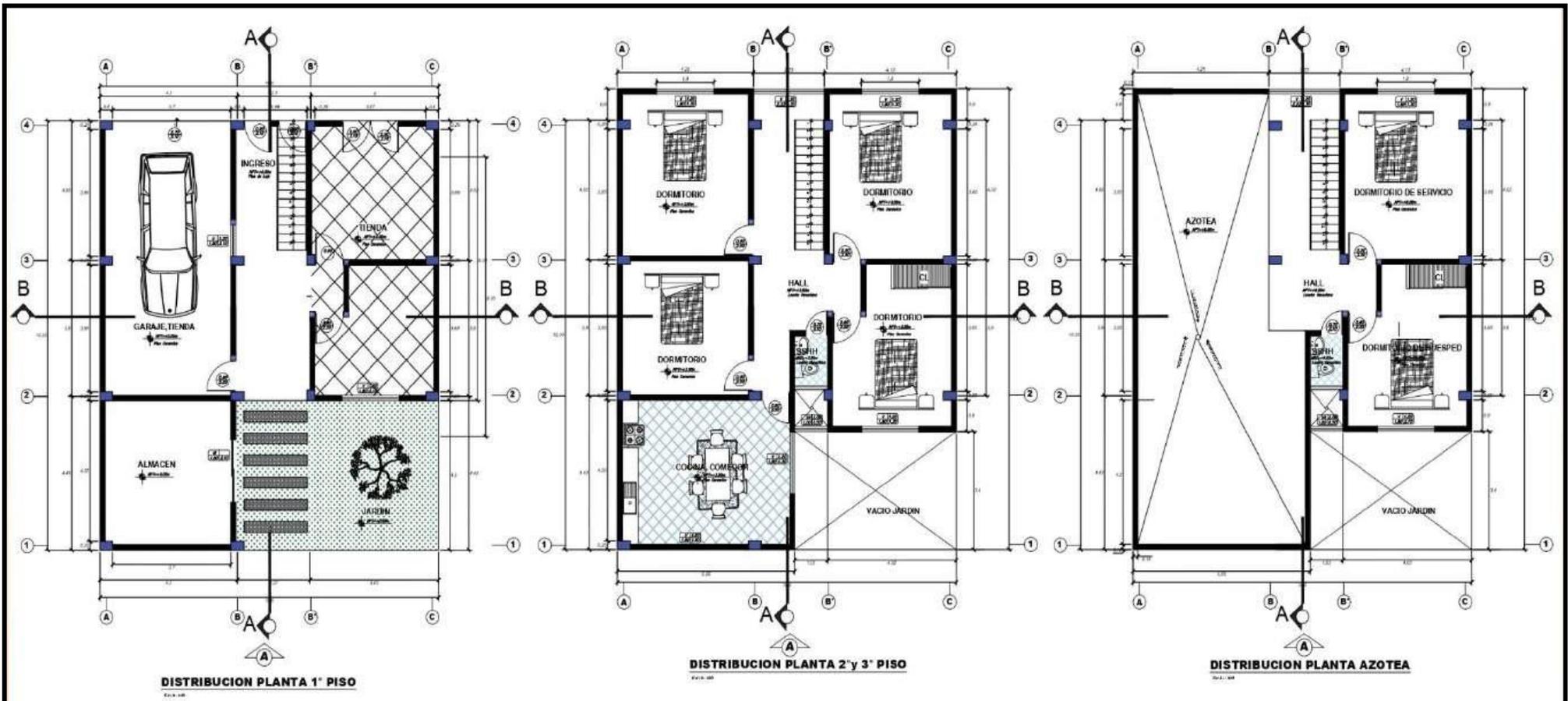


**CORTE B-B**



**CORTE A-A**

<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>		
EMPRESA:		
PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
PLANO:	CORTE Y ELEVACION	
PROFESIONAL:	BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS	
PROPIETARIO:	JOSE GUERRERO	
UBICACION:	REGION: JUNIN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: SAPALLANGA	LAMINA: <b>CE-1</b>

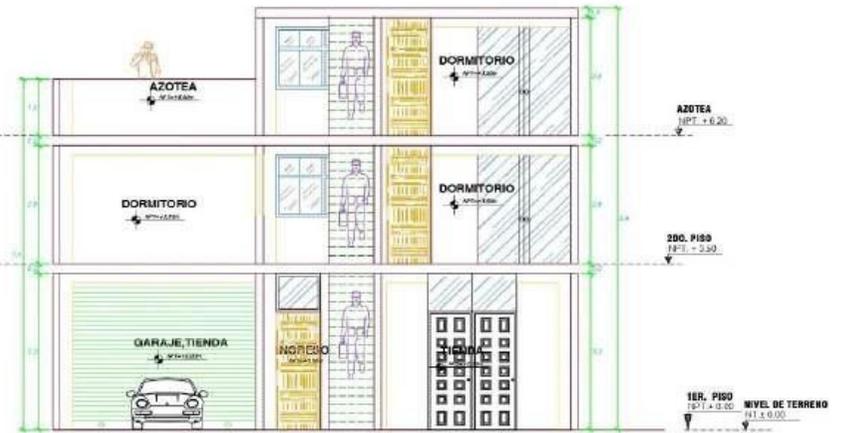


EMPRESA:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
	PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR
	PLANO:	ARQUITECTURA
	PROFESIONAL:	BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS
	PROPIETARIO:	VICTOR QUISPE PARIONA
FIRMA:		
UBICACION:	REGION JUNIN PROVINCIA HUACAYO DISTRITO SAPALLANGA	  
		LAMINA <b>A-1</b>



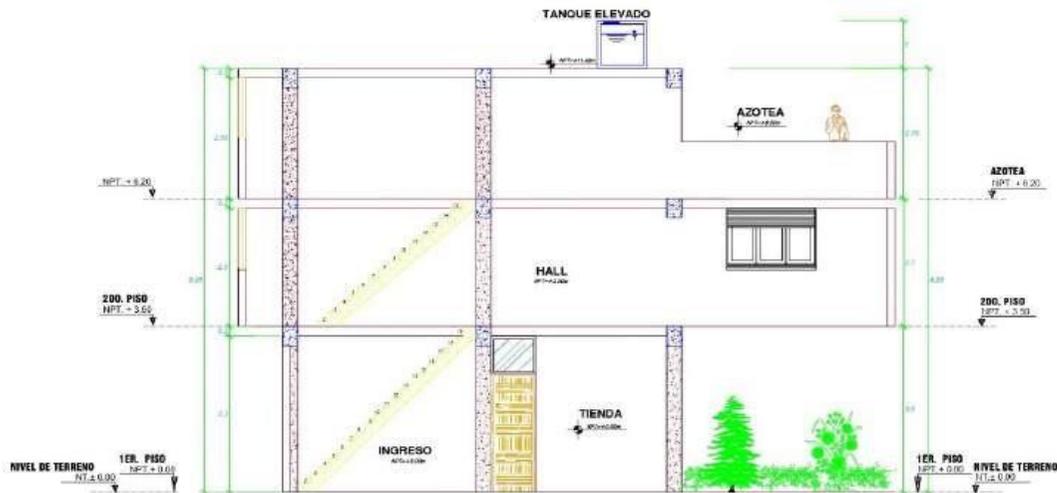
**ELEVACION FRONTAL**

Escala: 1/50



**CORTE B-B**

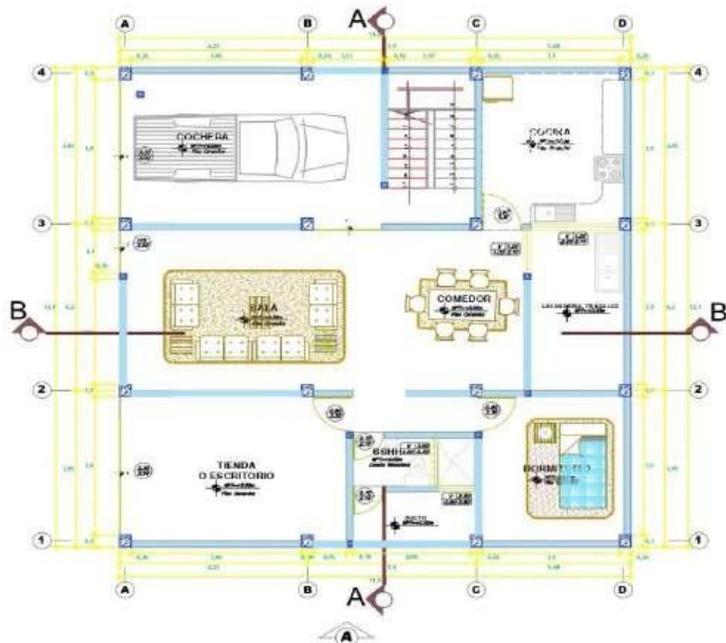
Escala: 1/50



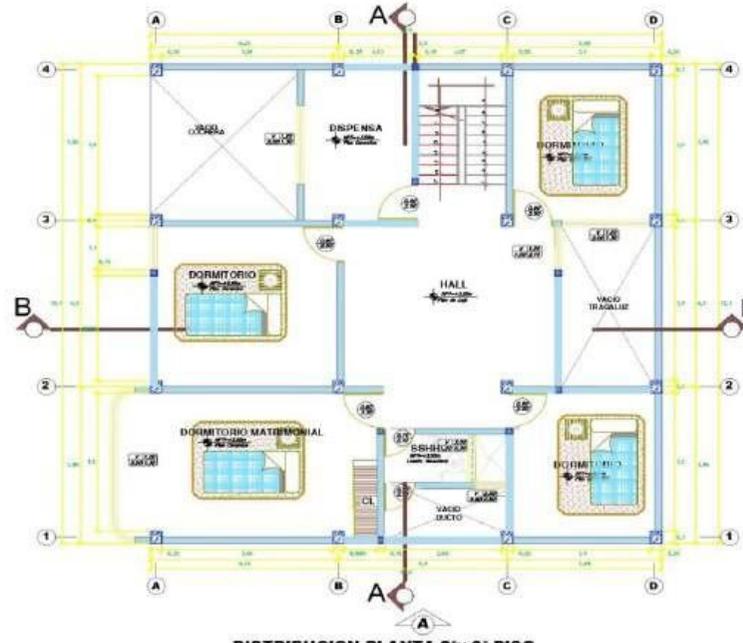
**CORTE A-A**

Escala: 1/50

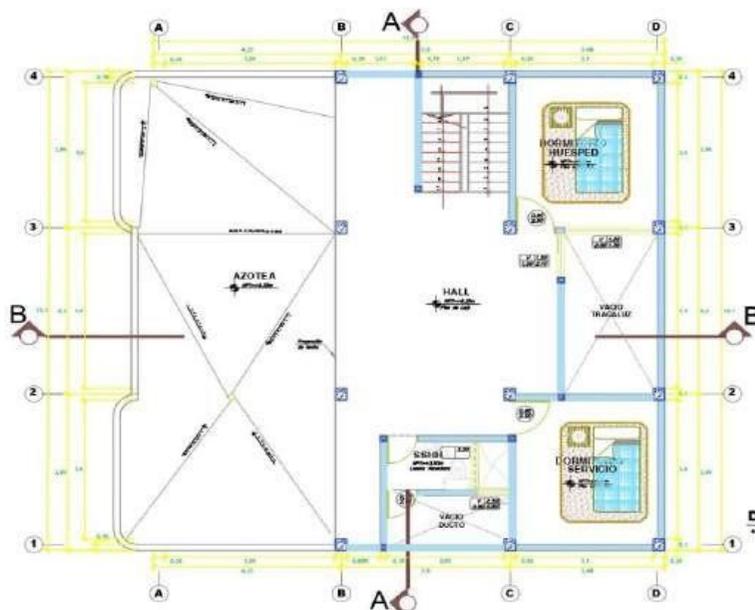
EMPRESA:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
	PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR
	PLANO:	CORTE Y ELEVACION
	PROFESIONAL:	BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS
	PROPIETARIO:	VICTOR QUISPE PARIONA
FIRMA:		
UBICACION:		REGION: JUNIN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: BAFALVANGA
		LAMINA: <b>CE-1</b>



**DISTRIBUCION PLANTA 1° PISO**



**DISTRIBUCION PLANTA 2° y 3° PISO**

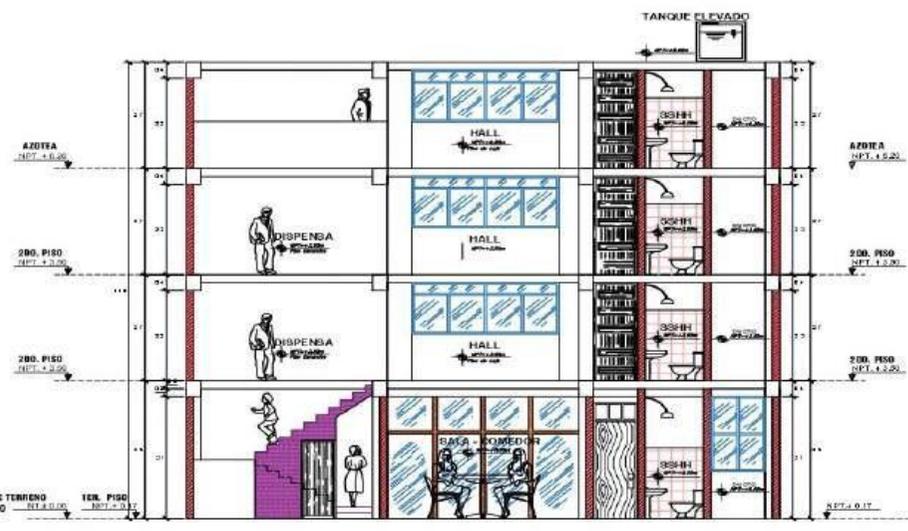


**DISTRIBUCION PLANTA AZOTEA**

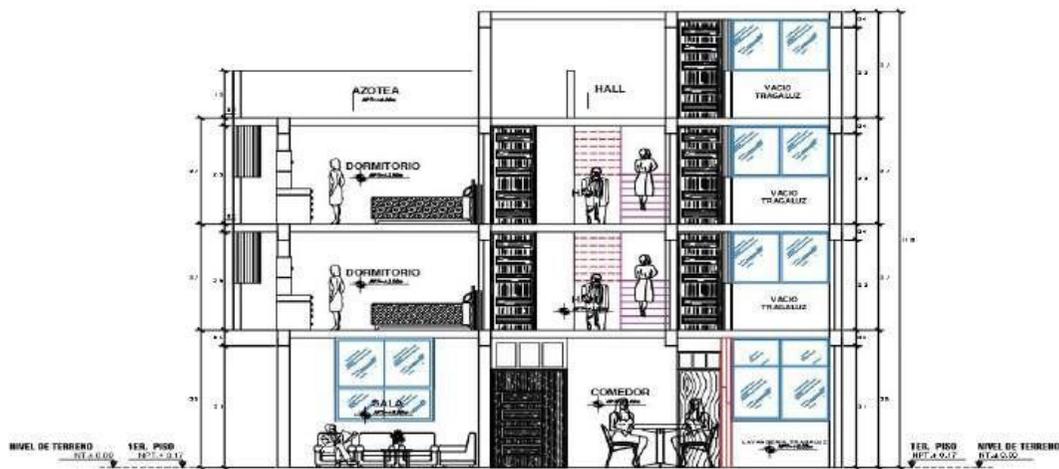
<b>RT</b>	PROYECTO:	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
	PLANO:	ARQUITECTURA	
	PROFESIONAL:	BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS	
	PROPIETARIO:	EDWIN CANTORIN PAITAN	
FRM.	UBICACION:	REGION: JUNIN PROVINCIA: HUANCAYO DISTRITO: SAPALLANDA	LINDA: A-1 



**ELEVACION FRONTAL**



**CORTE A-A**



**CORTE B-B**

	PROYECTO: <b>VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	
	PLANO: <b>CORTE Y ELEVACION</b>	
	PROFESIONAL: <b>BACH. JUNIOR REMUZGO ROJAS</b>	
	PROPIETARIO: <b>EDWIN CANTORIN PAITAN</b>	
FIRMA:	UBICACION: REGION: JUNIN PROVINCIA: HUANCAVILCA DISTRITO: SAPALLANZA	LAMINA: <b>CE-1</b> ESCALA: 1:50 FECHA: 2024

**Anexo N°03: Certificado de los Ensayos**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION**

**PROYECTO:**

**“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA HUANCAYO”**



**SOLICITA:**  
**REMUZGO ROJAS JUNIOR**

**REGION**  
**PROVINCIA**  
**DISTRITO**

**: Junín**  
**: Huancayo**  
**: Sapallanga**



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638



**INDICE**

<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DE IMAGENES.....</b>	<b>4</b>
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>5</b>
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3. DEL TERRENO.....</b>	<b>5</b>
3.1. UBICACIÓN.....	5
3.2. ACCESOS.....	6
3.3. CONDICION CLIMATICA.....	7
3.4. GEOLOGIA.....	8
3.5. GEOMORFOLOGIA.....	9
3.6. GEODINAMICA EXTERNA.....	14
3.7. SISMICIDAD.....	15
3.8. NORMATIVIDAD.....	18
<b>4. PROGRAMA DE INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS EJECUTADAS.....</b>	<b>18</b>
4.1. INVESTIGACION EN CAMPO.....	18
4.1.1. EXCAVACION DE CALICATAS.....	18
4.1.2. MUESTREO DE SUELOS DISTURBADOS.....	19
4.2. TRABAJO EN GABINETE.....	19
4.2.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE CAMPO.....	19
4.2.2. ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO.....	19
4.2.3. ELABORACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	20
4.3. PERFILES DE SUELOS INVESTIGADOS.....	20
4.4. NIVEL DE LA NAPA FREATICA.....	22





4.5.	NIVEL DE LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA.....	22
4.6.	PARAMETROS GEOTECNICOS .....	22
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN.....</b>	<b>23</b>
5.1.	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION .....	23
5.2.	TIPO DE CIMENTACION .....	24
5.3.	FACTOR DE SEGURIDAD.....	24
<b>6.</b>	<b>INFORME FINAL DESCRIPTIVA Y DE CALCULOS.....</b>	<b>24</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERACIONES A TOMAR EN EL DISEÑO.....</b>	<b>27</b>
<b>8.</b>	<b>CONSIDERACIONES A TOMAR PARA EFECTOS SISMORESISTENTE .....</b>	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>30</b>
I.	PANEL FOTOGRAFICO .....	30
II.	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	32





### INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Ubicación del Proyecto .....	5
<b>Cuadro 2</b> Coordenadas del Proyecto .....	5
<b>Cuadro 3</b> Vías de acceso .....	7

### INDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1</b> Macro localización del proyecto .....	6
<b>Imagen 2</b> Micro localización del proyecto .....	6
<b>Imagen 3</b> Mapa Geológico Local - Sapallanga .....	11
<b>Imagen 4</b> Mapa Geológico Regional – Sapallanga .....	12
<b>Imagen 5</b> Mapa Geomorfológico – Sapallanga .....	13
<b>Imagen 6</b> Mapa del cuadrángulo 25-m – Huancayo .....	14
<b>Imagen 7</b> Mapa de Zonificación Sísmica .....	16
<b>Imagen 8</b> Mapa de distribución de máximas Intensidades Sísmicas .....	17
<b>Imagen 9</b> Perfil Estratigráfico - Calicata 01 .....	21
<b>Imagen 10</b> extracción de muestra .....	30
<b>Imagen 11</b> contenido de humedad .....	30
<b>Imagen 12</b> Análisis Granulométrico .....	31
<b>Imagen 13</b> Corte Directo .....	31





## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. ANTECEDENTES

El Terreno ubicado para ejecutar el Estudio de Suelos para la cimentación del proyecto **“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA DE HUANCAYO”**, Ubicado en el Distrito de Sapallanga, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Es necesario contar con el Estudio de Mecánica de Suelos para establecer los parámetros y las dimensiones de la Cimentación.

### 2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El Objetivo del estudio es determinar los parámetros necesarios que se utilizaran en la cimentación del proyecto, para recepcionar con seguridad la estructura en el Lugar, Para lo cual se procedió a realizar 01 calicata, a una profundidad de 3.00 metros, se pudo notar que no existe presencia de nivel freático a la profundidad excavada, la muestra fue ensayada en los Laboratorios de la empresa "INSTITUTO GEOTECNICO NACIONAL".

### 3. DEL TERRENO

#### 3.1. UBICACIÓN

En cuanto a la localización del proyecto se encuentra en el Distrito de Sapallanga, las coordenadas se muestran a continuación:

Cuadro 1  
Ubicación del Proyecto

DISTRITO	SAPALLANGA
PROVINCIA	HUANCAYO
REGION	JUNIN

Cuadro 2  
Coordenadas del Proyecto



COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS UTM	
LATITUD	-12.145102 S	ESTE	481883 m E
LONGITUD	-75.166508 O	NORTE	8657395 m S
ALTITUD	3285 msnm	ZONA	18L



**Imagen 1**  
 Macro localización del proyecto



**Imagen 2**  
 Micro localización del proyecto

### 3.2. ACCESOS

El acceso al lugar donde se desarrollará el presente proyecto se puede realizar desde el Distrito de Huancayo por la Calle Real y Jr. Gonzales Prada en un recorrido total de 9.9 km en un tiempo de 29 minutos, también desde el Distrito de Chilca en un recorrido de 8.7 km en un tiempo de 21 minutos.



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
 Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
 Cel.: 944602608 / 956007638



Cuadro 3  
Vías de acceso

PARTIDA	LLEGADA	DISTANCIA	TIPO DE CARRETERA
HUANCAYO	JR. GONZALES PRADA	9.9 KM	ASFALTADO
CHILCA	JR. GONZALES PRADA	8.7 KM	ASFALTADO

### 3.3. CONDICION CLIMATICA

En Chilca, los veranos son cortos, cómodos y nublados; los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 20 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 22 °C. La temporada templada dura 2.7 meses, del 17 de setiembre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 20 °C. El día más caluroso del año es el 28 de octubre, con una temperatura máxima promedio de 20 °C y una temperatura mínima promedio de 8 °C. En Chilca, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Chilca comienza aproximadamente el 29 de abril; dura 4.6 meses y se termina aproximadamente el 17 de setiembre. El 22 de julio, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 55 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 45 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 17 de setiembre; dura 7.4 meses y se termina aproximadamente el 29 de abril. El 23 de febrero, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 90 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 10 % del tiempo. La temporada más mojada dura 4.0 meses, de 30 de noviembre a 29 de marzo, con una probabilidad de más del 12 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 24 % el 16 de febrero. La temporada más seca dura 8.0 meses, del 29 de marzo al 30 de noviembre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 0 % el 23 de julio. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 24 % el 16 de febrero. La parte más ventosa del año dura 3.9 meses, del 22 de julio al 19 de noviembre, con velocidades promedio del viento de más de 9.9 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 4 de setiembre, con una velocidad promedio del viento de 11.0 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 8.1 meses, del 19 de noviembre al 22 de julio. El día más calmado del año es el 29 de mayo, con una velocidad promedio del viento de 8.8 kilómetros por hora.





### 3.4. GEOLOGIA

El Cuadrángulo de Huancayo abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental; además, incluye la Depresión de Ingahuasi y la parte sur-oriental de la Depresión de Huancayo-Jauja, que contienen un espeso relleno Cuaternario. Tanto en las Altas Mesetas como en la Cordillera Oriental, (4,000-4,500 m.s.n.m.) se observan restos de la superficie "Puna", la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial. La columna estratigráfica se inicia con flyschs Excelsior parcialmente de edad Devónica media. Los flyschs fueron plegados a fines del Devónico y están cubiertos por las capas mayormente continentales del Carbonífero y del Pérmico inferior, las cuales infrayacen con discordancia de erosión a las capas rojas y a los volcánicos del Pérmico superior. A partir del Noriano, cuyos estratos cubren con discordancia de erosión a los del Pérmico superior, se diferenciaron paulatinamente en la región una plataforma sur-occidental y un geanticlinal nor-oriental, disposición paleogeográfica que controló claramente la sedimentación del Liásico superior hasta el Coniaciano. Durante el Triásico y el Liásico, una subsidencia marcada y continua afectó la plataforma y en menor grado el futuro geanticlinal, dando lugar a la deposición de 1,700 m. de calizas en aquella y de una serie calcárea más condensada de 800 m. mínimo en el último. En un mar que ocupaba la parte SW de la hoja se sedimentaron en el lapso Aaleniano-Bajociano las areniscas de la Formación Cercapuquio (750 m. max.) y las calizas de la Formación Chunumayo (250 m. max.). Después de una gran Laguna deposicional que abarcó el Batoniano y el Malm se depositaron las areniscas, en partes marinas y en parte continentales, del Neocomiano-Aptiano (Grupo Goyllarisquisga, 700 m.) que no se encuentran sobre el geanticlinal. Luego la plataforma fue invadida por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clástica de estratos calcáreos del Cretáceo medio y superior (formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha); solamente la transgresión Chulec afectó al geanticlinal. La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardicretáceos, y luego depositáronse en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas Rojas o formación Casapalca, localmente datados del Eoceno medio, sedimentos que no se encuentran sobre el geanticlinal. Después de un largo período sin sedimentación durante el cual ocurrieron además varias fases de deformación y de erosión, tiene lugar, ya en el Terciario superior (Mioceno a Plioceno), exclusivamente en las Altas Mesetas, un extenso volcanismo; los productos más antiguos son básicos a intermedios (Volcanicos Astobamba), luego aparecen cuerpos hipabisales de composición intermedia (Volcanicos Heru) y finalmente volcánicos ácidos en su mayor parte redepositados (Tobas Ingahuasi). Los





depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depósitos lacustres Pleistocénicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación. En el aspecto tectónico se reconocen en Huancayo los efectos de varias fases tectónicas. La primera es la tectorogénesis eo-hercínica que plegó intensamente los flyschs Excelsior según direcciones E-W, a NE-SW en un primer tiempo, y NW-SE en un segundo. Los pliegues son isoclinales, están acompañados por esquistosidad y a veces por el desarrollo de un epimetamorfismo. Después de un largo período de cuasi-inactividad tectónica tiene lugar la tectorogénesis del Cretáceo tardío que afectó la parte NE de la plataforma y probablemente el geanticlinal. Los movimientos del Terciario inferior fueron intensos en toda la hoja y fueron seguidos por varias fases más débiles en el curso del Terciario medio y superior y hasta el Cuaternario (Neotectónica). Todas las fases mesozoicas y cenozoicas edificaron pliegues. NW-SE bastante abiertos, por lo general acompañadas por fallas inversas de alto ángulo de la misma dirección; en la Cordillera Oriental, una de estas fases dio lugar a un epimetamorfismo. Las fallas normales son frecuentes, en particular las transversales. Las rocas intrusivas ocupan áreas reducidas. En la Cordillera Oriental se encuentran algunos cuerpos hipabisales asociados con los volcánicos del Pérmico superior. En las Altas Mesetas el único intrusivo importante es el stock ácido del C° Huacravilca. Los yacimientos metálicos conocidos son de poca importancia: en la esquina SW del cuadrángulo se encuentra la mina de Cercapuquio con mineralización de zinc con cadmio y el depósito de fierro del C° Huacravilca.

### 3.5. GEOMORFOLOGIA

En la región de Huancayo la Cordillera Oriental se caracteriza por una gran uniformidad en la altitud de sus cumbres, estas como en el caso de las Altas Mesetas del lado occidental se relacionan con la "Superficie Puna", aquí también la superficie ha sido destruida en gran parte por la erosión de los glaciares y torrentes.

Más al este, ya en el cuadrángulo de Jauja, la cordillera del Huaytapallana se levanta hasta 5,500 m. de altitud, de sus cumbres nevadas descienden glaciares de valle hasta los 4,700 m. Este accidente topográfico remarcable puede ser también un relieve residual, pero, el límite occidental del macizo es una falla y cabe preguntarse, como Dollfus, si "es un horst o un relieve residual?", o es a la vez "un horst y un relieve residual?". Las microformas del relieve están bajo la influencia del hielo y deshielo y en los escasos sinclinales calcáreos se advierten microlenares.



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN  
**GEOTECNIA Y CONCRETO**

RUC: 20605051961



La depresión Jauja-Huancayo es alargada en dirección NW - SE; tiene una longitud aproximada de 70 km. con un ancho que varía entre 3 y 15 km.; en el cuadrángulo de Huancayo su altura varía entre 3,160 y 3,350 m. El río Mantaro la atraviesa a "grosso modo" siguiendo su eje. El fondo de la cuenca está tapizado por espesas formaciones cuaternarias que constituyen un sistema de terrazas escalonadas, localmente interrumpidas por los conos aluviales de los afluentes del Mantaro; las terrazas más antiguas están afectadas por flexuras y pliegues bien caracterizados.

La depresión no parece ser un graben; la hipótesis más verosímil en cuanto a su génesis es la de una gotera de origen tectónico (Dollfus, 1965), formada a consecuencia de un ondulamiento general con gran radio de curvatura en la Superficie Puna contemporáneo o algo posterior al alzamiento de los Andes.



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

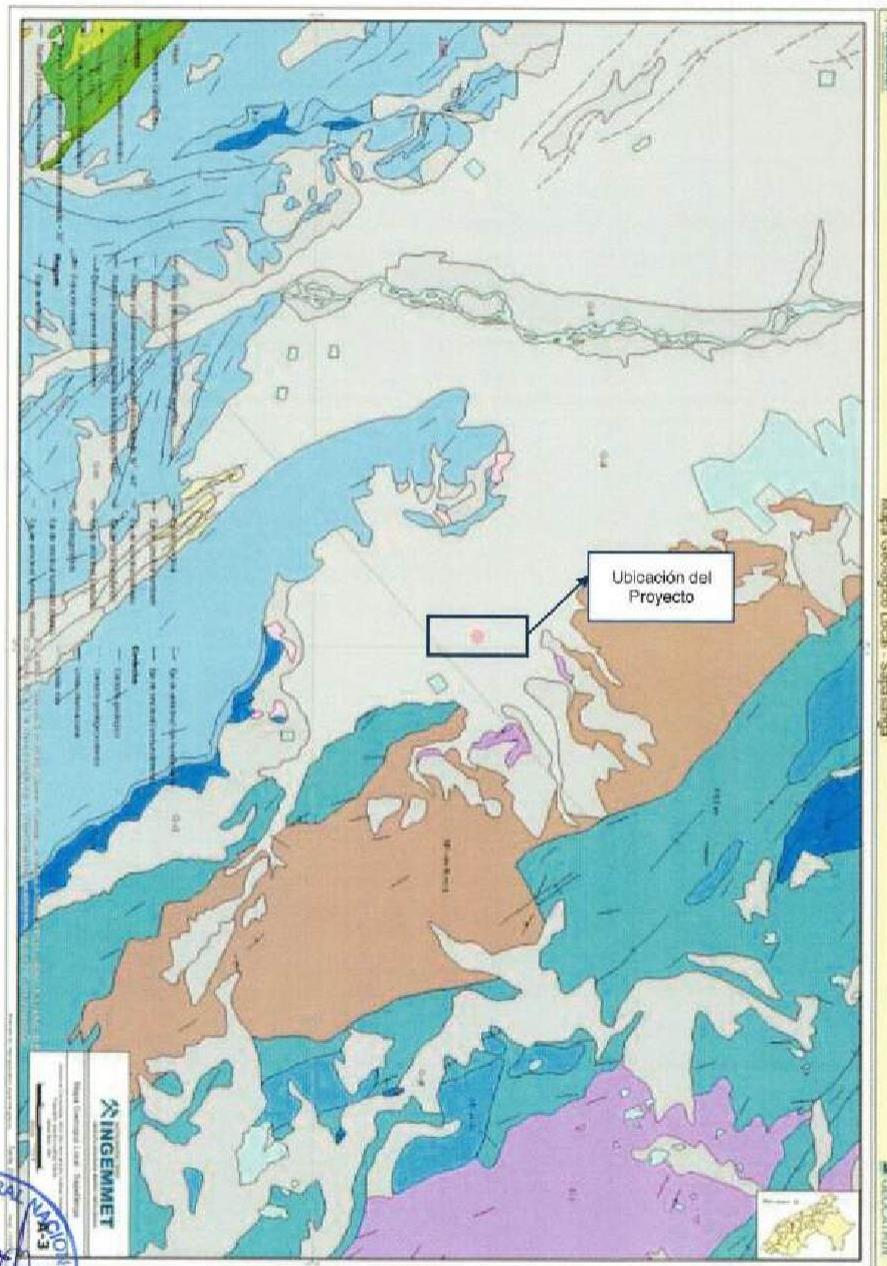


Imagen 3  
Mapa Geológico Local - Sapallanga

Jr. Ica N° 590 - Of. 305-3er Piso - Huancayo  
Pje. Grau N° 223 - Chilca - Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

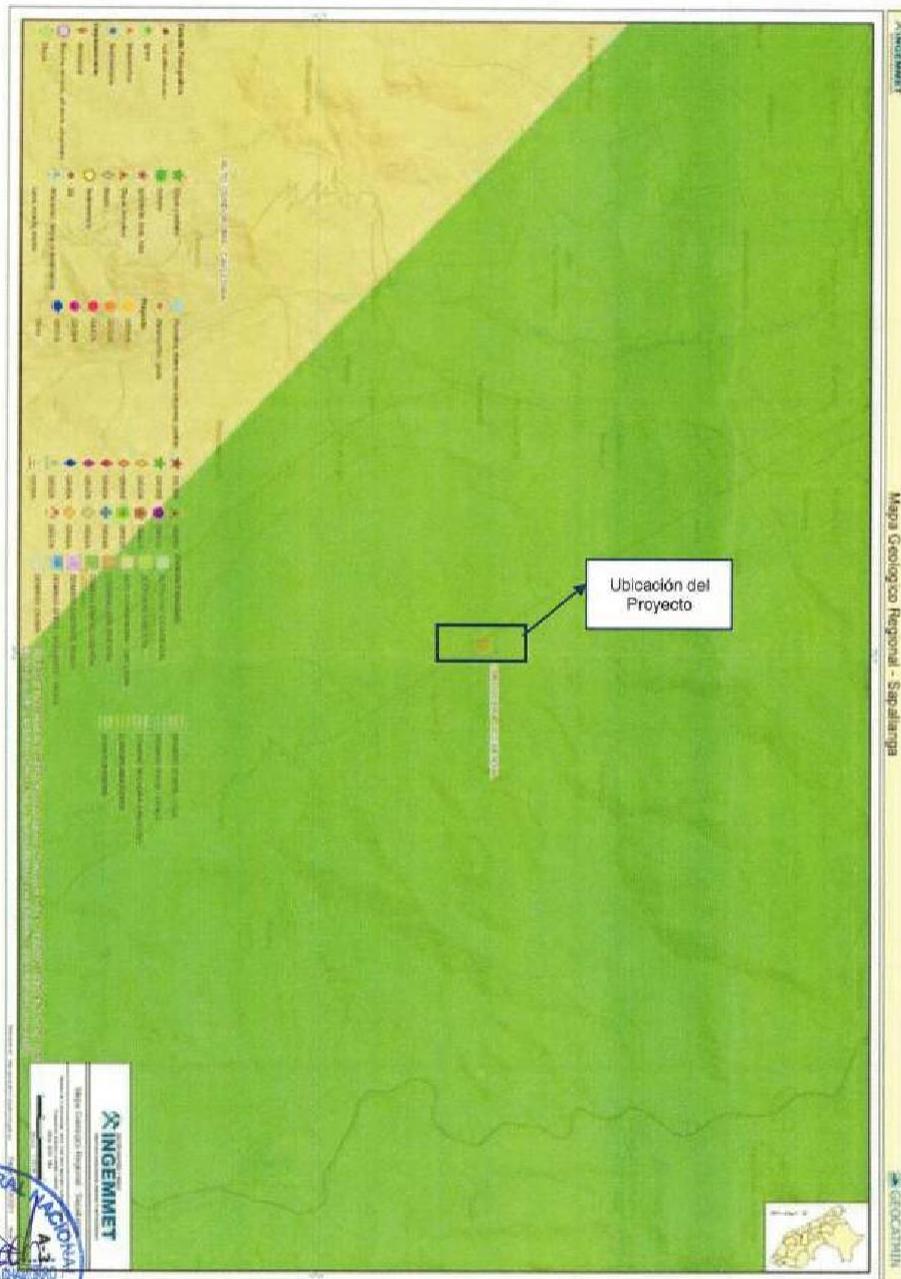


Imagen 4  
Mapa Geológico Regional – Sapallanga



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

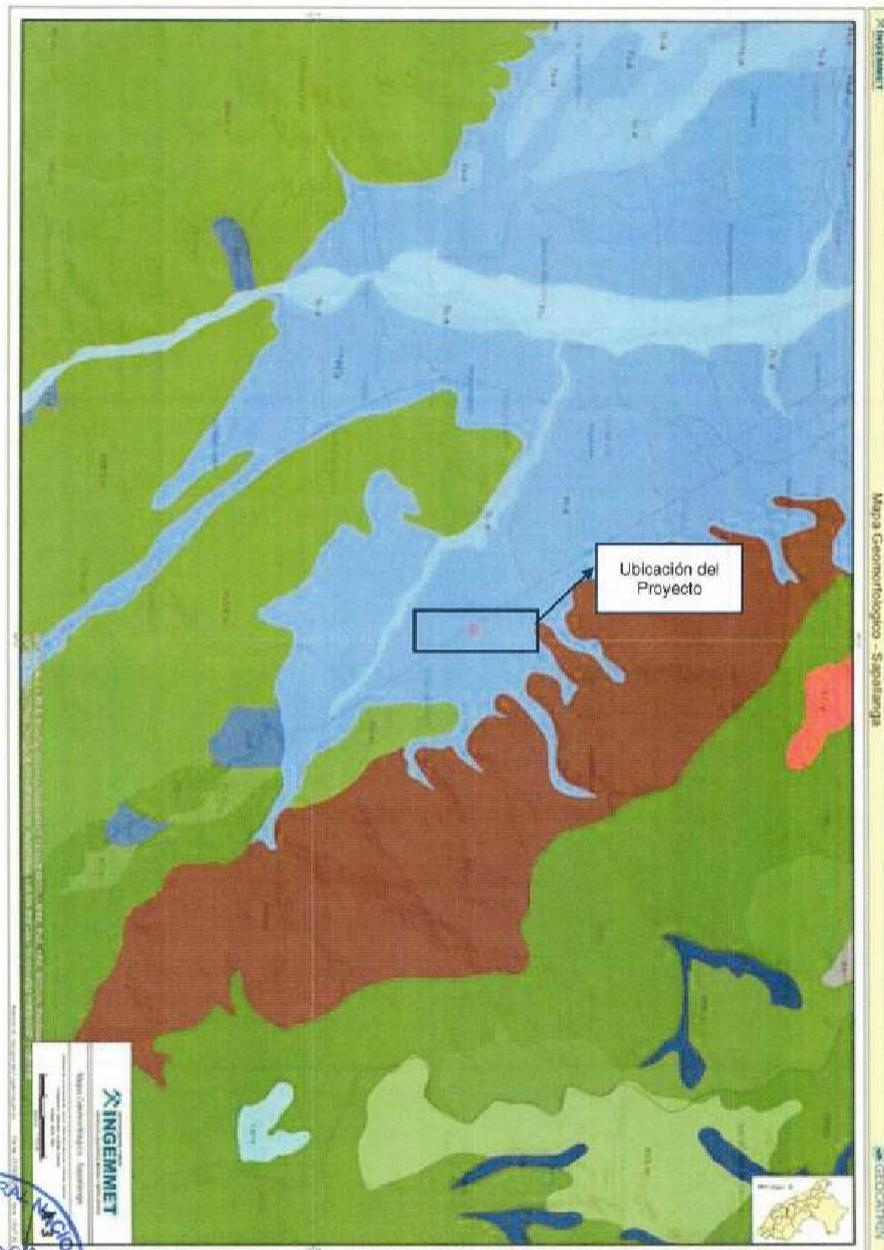
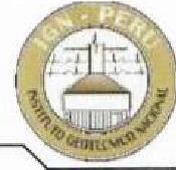


Imagen 5  
Mapa Geomorfológico – Sapallanga



### 3.6. GEODINAMICA EXTERNA

El área en estudio no presenta ningún riesgo geológico potencial. Según el mapa de geodinámica externa del Perú (INGEMMET 1991), en esta zona no se han producido fenómenos geológicos que pueden poner en peligro la seguridad de obras civiles.

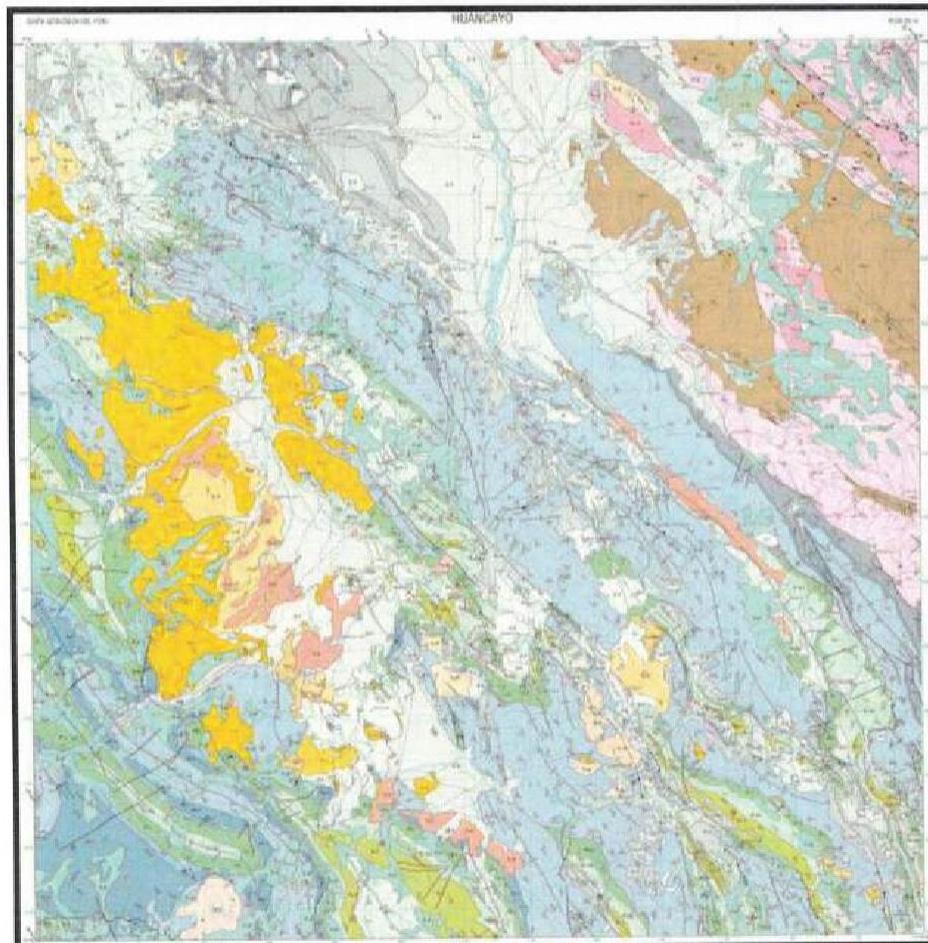


Imagen 6  
Mapa del cuadrángulo 25-m – Huancayo



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638



### 3.7. SISMICIDAD

El territorio peruano está establecido en diversas zonas sísmicas, que presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la Norma de Diseño Sismo resistente E-030-2018 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2019), el proyecto **“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA DE HUANCAYO”**, se encuentra comprendido en la Zona 3, clasificada como zona de sismicidad alta.

La fuente de datos básica de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, ha sido presentada por Silgado (1978).

En el mapa de distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas (Alva et al., 1984), de acuerdo a esta información, se concluye que según la historia sísmica del área de estudio (400 años), han ocurrido sismos de intensidades altas como VI – VII en la escala Mercalli Modificado.

En concordancia al Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificación E-30; Diseño Sismo resistente – M.V.C. y S. – (02 de Abril 2003), la zona de estudios se encuentra enmarcado en la “Zona de Sismicidad Alta”, donde se espera la ocurrencia de sismos con intensidades de VII Mercalli Modificada (MM), de acuerdo a Deza y Carbonell.

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la Sismicidad, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstas con la distancia epicentral, así como en información neo tectónica.

Para el diseño de las obras se debe considerar en concordancia a la Norma Técnica E.030 Diseño sismo resistente “Capítulo II. Artículo 7. Zonificación”, (páginas 9 - 10), una aceleración de 0,35 g, considerar el siguiente parámetro del suelo: Tipo S2 Suelos Intermedios,  $TP = 0.6$ ,  $TL=2.0$  y  $S = 1,15$





Imagen 7  
Mapa de Zonificación Sísmica



Jr. Ica N° 590 - Of. 305 - 3er Piso - Huancayo  
Pje. Grau N° 223 - Chilca - Huancayo  
Cel.: 944602606 / 956007638

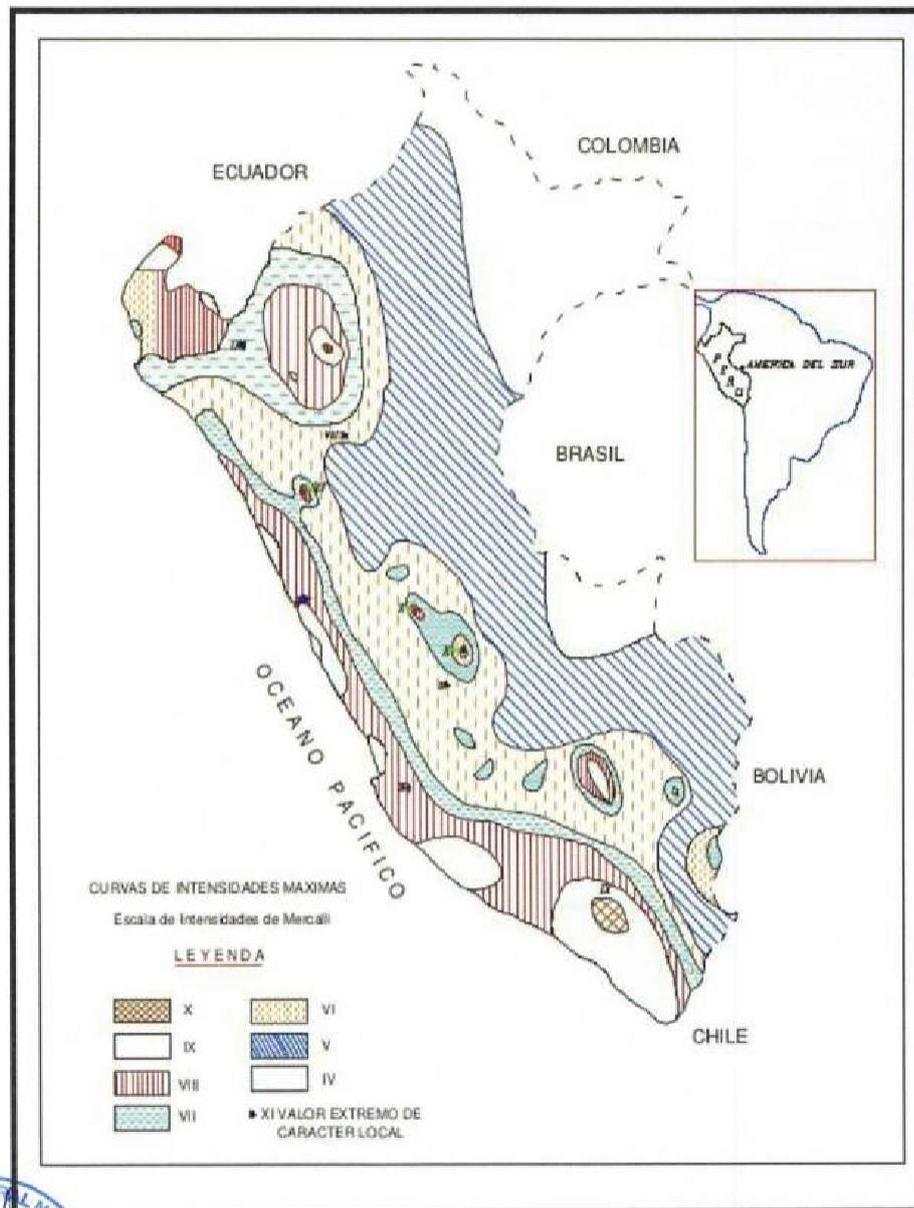


Imagen 8  
 Mapa de distribución de máximas Intensidades Sísmicas





### 3.8. NORMATIVIDAD

El presente estudio está en concordancia con las siguientes Normas:

E-050 – Suelos y Cimentaciones (Reglamento Nacional de Edificaciones)

E-030 – Diseño Sísmico Resistente (Reglamento Nacional de Edificaciones)

E-020 – Cargas (Reglamento Nacional de Edificaciones)

### 4. PROGRAMA DE INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS EJECUTADAS

Para el presente Estudio de Suelos con fines de investigación, se planteó y ejecutó el siguiente Programa de Investigaciones Geotécnicas de conformidad a lo normado en el reglamento Nacional de Estructuras, TITULO VI : NORMA E 0.50 – SUELOS Y CIMENTACIONES.

De conformidad a la Tabla N° 6, Número de Puntos a investigar para el Tipo de acuerdo al Profesional responsable.

#### 4.1. INVESTIGACION EN CAMPO

El programa de investigaciones ejecutadas en campo son las siguientes:

- 01 Excavación con personal en campo a cielo abierto del tipo Calicata rectangular de 1.20 x 1.50m y profundidad de 3.00m.
- Muestreo de Suelos en condiciones de disturbados o alterados.

##### 4.1.1. EXCAVACION DE CALICATAS

Se programó y ejecutó un total de 01 Calicata con sección rectangular de excavación de 1.20 x 1.50m y profundidad de 3.00m





#### **4.1.2. MUESTREO DE SUELOS DISTURBADOS**

La Calicata descubierta se inspeccionó e identificó visualmente los tipos de suelos descubiertos en sus paredes, procediendo al muestreo del suelo representativo a condición de alterado o disturbado, y obtenido de las paredes de la calicata en todo el espesor de la capa identificada.

#### **4.2. TRABAJO EN GABINETE**

Los trabajos ejecutados en gabinete comprendieron:

- Evaluación de resultados de investigaciones de campo.
- Ensayos de Suelos en Laboratorio.
- Elaboración del Informe del Estudio de Suelos.

##### **4.2.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE CAMPO**

Toda la data sobre descripción de los suelos descubiertos en las paredes de las Calicatas excavadas, fue evaluada y transcrita a los Registros de Suelos como una información técnica inicial, que posteriormente quedó corregida y mejorada en su presentación de conformidad a los resultados de los ensayos obtenidos en Laboratorio, conforme a las muestras de suelos allí remitidas.

##### **4.2.2. ENSAYOS DE SUELOS EN LABORATORIO**

Del total de muestras disturbadas obtenidas en campo, en oficina se inspeccionó cada muestra de suelo determinándose la similitud de los suelos muestreados. Se llegó a identificar la existencia de gran similitud granulométrica entre los suelos muestreados en la calicata ejecutada. Ello permitió reducir y seleccionar las muestras que fueron finalmente remitidas al Laboratorio.





#### **4.2.3. ELABORACIÓN DEL INFORME DEL ESTUDIO DE SUELOS**

Para este efecto se reunió y evaluó los resultados alcanzados tanto en campo como en Laboratorio, definiendo la correcta descripción de los tipos de suelos así identificados, y proyectando sus características o propiedades físicas, mecánicas y químicas que entregarán al contactar con las futuras estructuras por construir, detallándose las recomendaciones técnicas constructivas que deberán preverse.

#### **4.3. PERFILES DE SUELOS INVESTIGADOS**

El perfil de Suelos descubierto en las paredes se entrega en cada Registro de Calicatas ubicados en el Anexo correspondiente del presente Informe. Allí se describen los suelos identificados en campo y corregidos o ratificados con los resultados de los Ensayos de las muestras de suelos enviadas al Laboratorio.

El perfil de suelos dentro del área investigada para la construcción, de la Cimentación, resulta ser bastante uniforme en su continuidad porque presenta un similar tipo de suelo en toda esta extensión investigada.

El perfil promedio de los suelos existentes en toda el área investigada se le define enseguida para los fines de cimentación de las estructuras previstas:





**PERFIL PROMEDIO GENERAL:**

**Estrato 01: (0.00 – 0.30 m):** Material de Relleno, con presencia de raíces, en estado húmedo, consistencia firme, cementación débil, resistencia media, estructura homogénea, color marrón rojizo, clasificada como Re.

**Estrato 02: (0.30 – 3.00 m):** Arcilla con arena, en estado húmedo, de consistencia moderada, cementación intermedia, resistencia media, estructura homogénea, color marrón claro, con un contenido de humedad de 13.47%, clasificada como SL.

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACTIDAD, FORMA DE LAS PARTICULA, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
	SIMBOLOS	GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
0.30	Re		S/M	Relleno suelo granular, en estado húmedo, consistencia dura, cementación fuerte, resistencia media, estructura homogénea, color marron, clasificada como Re.
2.70	SL		13.47%	Arcilla con arena, en estado húmedo, consistencia moderada, cementación media, resistencia media, estructura homogénea, color marron claro, con un contenido de humedad de 13.47%, clasificada como SL.
IDENTIFICACION DE MUESTRA				NOTA:
Re : Material de relleno				calicata efectuada a cielo abierto
S/M : Sin muestra				
M-1 : Muestra alterada N° 1				

Imagen 9  
 Perfil Estratigráfico - Calicata 01





#### 4.4. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Las investigaciones geotécnicas ejecutadas en el presente estudio verifica la no presencia de la napa freática en la excavación realizada.

#### 4.5. NIVEL DE LA CIMENTACION DE LA ESTRUCTURA

El terreno natural existente del área en estudio corresponde a una superficie llana con presencia de suelo alterado, por lo que el nivel de las cimentaciones deben ubicarse a una profundidad uniforme conforme la topografía natural de terreno lo exija, según la excavación realizada lo recomendable es colocar el nivel de la cimentación a una profundidad no menor de 1.60 m.

#### 4.6. PARAMETROS GEOTECNICOS

Conforme al objetivo del presente estudio, se pasa a definir los parámetros geotécnicos relativos al ángulo de fricción y cohesión, que intervendrán en los cálculos de la capacidad de carga última y admisible; en tal sentido, los resultados obtenidos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de INSTITUTO GEOTECNICO NACIONAL. Practicado a las muestras de suelos disturbados de la zona en estudio, los parámetros de resistencia obtenidos mediante el ensayo de Corte Directo, conforme a la Norma ASTM D3080 se tiene:

##### CALICATA No. 01.

M-1.

Angulo de Fricción interna	$\phi = 11.37^\circ$
Cohesión	$C = 25.62 \text{ kPa}$

Para el cálculo de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones de Terzaghi modificada por Vesic.

$$q_d = c N_c s_c i_c + \gamma_1 D_f N_q i_q + 0.5 \gamma_2 B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$





donde:

c cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.

$\gamma_1$ : peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.

$\gamma_2$ : peso unitario volumétrico de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación.

B: menor dimensión (ancho) de la "zapata efectiva"

Df: profundidad de cimentación

Nq: coef. de capacidad de carga correspondiente a la sobrecarga ( $\gamma D_f$ )

Nc: coef. de capacidad de carga correspondiente a la cohesión (si  $\phi' = 0$ ,  $N_c = 5.14$ )

N $\gamma$ : coef. de capacidad de carga correspondiente a la fricción

s: coef. de corrección por la forma de la cimentación

i: coef. de corrección por inclinación de la carga

## 5. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

### 5.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Considerando el suelo en que deberá cimentar dada la potencia encontrada en las investigaciones, se recomienda emplear una profundidad mayor a 1.60 m, siempre que el Ingeniero Supervisor y/o el Ing. Responsable de la Obra consideren dicho nivel como el de cimentación competente. Estos criterios son con la finalidad de proporcionar el adecuado confinamiento a la estructura.

Por las características del proyecto, se deberá controlar y homologar los niveles de cada cimentación para lograr conformar toda una base horizontal a un mismo nivel por cada plataforma de trabajo que se genere, conforme a la topografía natural de terreno, lo cual le brindará un mejor comportamiento estructural. Se deberá prever que para cimientos con situaciones de estar sobre excavados, se procederá con relleno de concreto pobre. Además es muy conveniente que el suelo de todo fondo de cimentación sea compactado adecuadamente para luego acceder al vaciado del concreto de relleno o solado.





## 5.2. TIPO DE CIMENTACION

Con la aproximación propia de la exploración ejecutada, podemos establecer que para una construcción, se podrá adoptar sistemas de cimentación superficial, se recomienda utilizar zapatas aisladas, considerar vigas de cimentación, esto para disipar los esfuerzos producidos por la misma estructura a proyectar.

## 5.3. FACTOR DE SEGURIDAD

Siguiendo las normas y reglamentos respectivos, se considera un factor de seguridad igual o mayor a 3, resultando este valor de la relación de la capacidad de carga resistente del suelo (carga última) entre la capacidad de carga actuante (carga admisible).

Por lo tanto se empleará:

$$FS = q_{ult} / q_{ad} = 3$$

## 6. INFORME FINAL DESCRIPTIVA Y DE CALCULOS

De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de Corte Directo en los Laboratorios. Se observaron los siguientes datos:





ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL						
<b>SOLICITANTE:</b>	REMUZGO ROJAS JUNIOR					
<b>PROYECTO:</b>	"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA DE HUANCAYO"					
<b>CALICATA:</b>	C-01	<b>PROF.(m)</b>	3.00m			
DATOS GENERALES						
Angulo de Friccion	11.37 °					
Cohesion	25.62 Kpa					
Cohesion	0.261 Kg/cm <sup>2</sup>					
Peso Especifico	12.75 KN/m <sup>3</sup>					
Relacion Ancho Largo	1					
Factor de Seguridad	3					
Carga Concentrada	25 ton					
FORMA	FACTORES CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ny	Nq	Sc	Sy	Sq
CUADRADA	8.52	1.31	2.56	1.30	0.60	1.20
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE						
TIPO DE CIMENTACION	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (Kg/cm <sup>2</sup> )	Condicion Qadm > Qact
<b>ZAPATA CUADRADA</b>	1.60	1.50	3.61	1.20	1.11	Cumple
	1.60	1.55	3.62	1.21	1.04	Cumple
	1.60	1.60	3.62	1.21	0.98	Cumple
	1.60	1.65	3.62	1.21	0.92	Cumple
	1.60	1.70	3.62	1.21	0.87	Cumple
	1.70	1.50	3.65	1.22	1.11	Cumple
	1.70	1.55	3.66	1.22	1.04	Cumple
	1.70	1.60	3.66	1.22	0.98	Cumple
	1.70	1.65	3.66	1.22	0.92	Cumple
	1.70	1.70	3.66	1.22	0.87	Cumple
	1.80	1.50	3.69	1.23	1.11	Cumple
	1.80	1.55	3.70	1.23	1.04	Cumple
	1.80	1.60	3.70	1.23	0.98	Cumple
	1.80	1.65	3.70	1.23	0.92	Cumple
	1.80	1.70	3.70	1.23	0.87	Cumple
	1.90	1.50	3.73	1.24	1.11	Cumple
	1.90	1.55	3.74	1.25	1.04	Cumple
	1.90	1.60	3.74	1.25	0.98	Cumple
	1.90	1.65	3.74	1.25	0.92	Cumple
	1.90	1.70	3.74	1.25	0.87	Cumple
2.00	1.50	3.77	1.26	1.11	Cumple	
2.00	1.55	3.78	1.26	1.04	Cumple	
2.00	1.60	3.78	1.26	0.98	Cumple	
2.00	1.65	3.78	1.26	0.92	Cumple	
2.00	1.70	3.78	1.26	0.87	Cumple	



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN  
**GEOTECNIA Y CONCRETO**

RUC: 20605051961



ANALISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL						
SOLICITANTE:	REMUZGO ROJAS JUNIOR					
PROYECTO:	"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO"					
CALICATA:	C-01	PROF.(m)	3.00m			
DATOS GENERALES						
Angulo de Friccion	11.37 °					
Cohesion	25.62 Kpa					
Cohesion	0.2613 Kg/cm2					
Peso Especifico	12.75 KN/m3					
Relacion Ancho Largo	0.5					
Factor de Seguridad	3					
Carga Concentrada	20 ton					
FORMA	FACTORES CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ny	Nq	Sc	Sy	Sq
RECTANGULAR	8.52	1.31	2.56	1.10	0.90	1.20
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE						
TIPO DE CIMENTACION	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm2)	Qadm (Kg/cm2)	Qact (Kg/cm2)	Condicion Qadm > Qact
<b>ZAPATA RECTANGULAR</b>	1.60	1.50	3.20	1.07	0.89	Cumple
	1.60	1.55	3.21	1.07	0.83	Cumple
	1.60	1.60	3.21	1.07	0.78	Cumple
	1.60	1.65	3.22	1.07	0.73	Cumple
	1.60	1.70	3.22	1.07	0.69	Cumple
	1.70	1.50	3.24	1.08	0.89	Cumple
	1.70	1.55	3.25	1.08	0.83	Cumple
	1.70	1.60	3.25	1.08	0.78	Cumple
	1.70	1.65	3.26	1.09	0.73	Cumple
	1.70	1.70	3.26	1.09	0.69	Cumple
	1.80	1.50	3.28	1.09	0.89	Cumple
	1.80	1.55	3.29	1.10	0.83	Cumple
	1.80	1.60	3.29	1.10	0.78	Cumple
	1.80	1.65	3.30	1.10	0.73	Cumple
	1.80	1.70	3.30	1.10	0.69	Cumple
	1.90	1.50	3.32	1.11	0.89	Cumple
	1.90	1.55	3.33	1.11	0.83	Cumple
	1.90	1.60	3.33	1.11	0.78	Cumple
	1.90	1.65	3.34	1.11	0.73	Cumple
	1.90	1.70	3.34	1.11	0.69	Cumple
2.00	1.50	3.36	1.12	0.89	Cumple	
2.00	1.55	3.37	1.12	0.83	Cumple	
2.00	1.60	3.37	1.12	0.78	Cumple	
2.00	1.65	3.38	1.13	0.73	Cumple	
2.00	1.70	3.38	1.13	0.69	Cumple	



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
 Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
 Cel.: 944602608 / 956007638



ANALISIS DE LA CAPACIDAD ULTIMA - CIMENTACION SUPERFICIAL						
<b>SOLICITANTE:</b>		<b>REMUZGO ROJAS JUNIOR</b>				
<b>PROYECTO:</b>		<b>"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA DE HUANCAYO"</b>				
<b>CALICATA:</b>		<b>C-01</b>	<b>PROF.(m)</b>	<b>3.00m</b>		
DATOS GENERALES						
Angulo de Friccion	11.37 °					
Cohesion	25.62 Kpa					
Cohesion	0.2613 Kg/cm <sup>2</sup>					
Peso Especifico	12.75 KN/m <sup>3</sup>					
Relacion Ancho Largo	0.5					
Factor de Seguridad	3					
Carga Concentrada	2 ton					
FORMA	FACTORES CAPACIDAD DE CARGA			FACTORES DE FORMA		
	Nc	Ny	Nq	Sc	Sy	Sq
CORRIDO	8.52	1.31	2.56	1.10	0.90	1.20
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE						
TIPO DE CIMENTACION	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qadm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Qact (Kg/cm <sup>2</sup> )	Condicion Qadm > Qact
CORRIDO	0.80	0.50	2.81	0.94	0.80	Cumple
	0.90	0.50	2.85	0.95	0.80	Cumple
	1.00	0.50	2.89	0.96	0.80	Cumple
	1.10	0.50	2.93	0.98	0.80	Cumple
	1.20	0.50	2.97	0.99	0.80	Cumple

**7. CONSIDERACIONES A TOMAR EN EL DISEÑO**

El terreno deberá ser diseñado para cimentaciones que la falla del suelo sea del tipo local por corte cumpliendo las capacidades de cargas debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del Suelo, garantizando el estado elástico y plástico, por lo que se deberá diseñarse la cimentación de la estructura tomando en consideración la capacidad menor encontrada de los estudios que es capacidad admisible del terreno de 1.20 Kg/cm<sup>2</sup> y la capacidad neta del terreno de 0.96 Kg/cm<sup>2</sup> para la calicata 01 según los resultados de laboratorio.





#### **8. CONSIDERACIONES A TOMAR PARA EFECTOS SISMORESISTENTE**

Las consideraciones de sismo a tomar en el diseño sismo resistente, se utilizaran tanto el factor de suelo y el periodo predominante de vibración del suelo y es como sigue:

Para el Factor de Suelo (S), según se detalla en la descripción del tipo de suelo se toma como S2, considerando un suelo intermedio con un Factor de  $S=1.15$ .

Para la determinación del período predominante de vibración del suelo, según se detalla en la descripción del tipo de suelo como un suelo intermedio y para determinar TP se debe tomar el valor de 0.60 y para TL se debe tomar el valor de 2.00.

#### **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Con la aproximación propia de la exploración ejecutada, podemos establecer que para la edificación del Proyecto en referencia, se podrá adoptar sistemas de cimentación superficial, por medio de zapatas aisladas, zapatas conectadas, zapatas combinadas, cimientos corridos, etc. En caso de que el cálculo estructural de cimentación lo requiera se usara vigas de cimentación. Los elementos de cimentación, en todos los casos deberán desplantarse a una profundidad no menor que el de 1.60 m.
- Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente.
- Para evitar situaciones de inestabilidad derivados principalmente de la condición suelta en que pueden quedar los suelos de apoyo de las zapatas durante el proceso de construcción que altera totalmente sus propiedades naturales, es necesario densificar convenientemente el fondo de la excavación.



Por la naturaleza del suelo y la profundidad de la excavación con fines de cimentación, esta se efectuara con maquinaria y/o excavación manual. Se



recomienda que el tiempo de permanencia al aire libre de la excavación en forma natural sea menor a 3 días.

- Límite de distorsiones Angulares del orden de 1/300
  
- La capacidad admisible del terreno es de 1.20 Kg/cm<sup>2</sup> y la capacidad neta del terreno es 0.96 Kg/cm<sup>2</sup> para la calicata 01 según los resultados obtenidos a través del ensayo de Corte directo. El proyectista deberá asumir el valor más conservador de la capacidad portante en base a estos resultados.
  
- No se encontró napa freática en la excavación.
  
- Parámetros de suelo (suelos Intermedios)
  - Para el análisis dinámico utilizar el factor de S=1.15.
  - Para el análisis dinámico utilizar el TP (S) = 0.60.
  - Para el análisis dinámico utilizar el TL (S) = 2.00.
  
- El Ingeniero Proyectista puede considerar otro tipo de cimentaciones superficiales a partir del presente informe, lo mismo que de la capacidad de carga admisible; para lo cual deberá ajustar estos valores la cimentación que considere conveniente.



## 10. ANEXOS

### I. PANEL FOTOGRAFICO

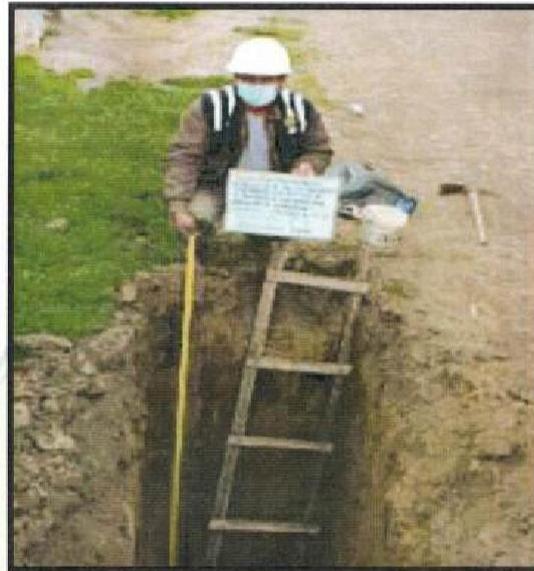


Imagen 10  
extracción de muestra

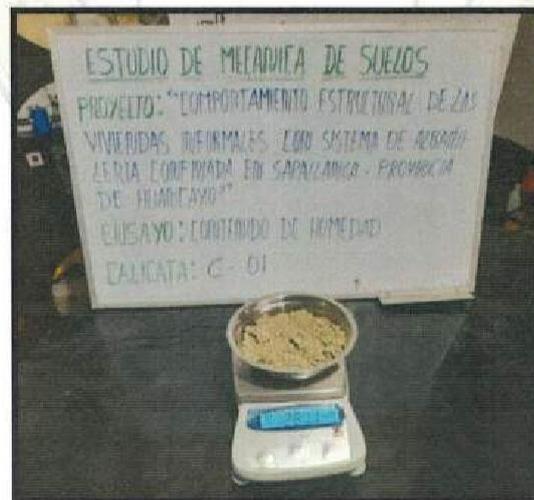


Imagen 11  
contenido de humedad





Imagen 12  
Análisis Granulométrico



Imagen 13  
Corte Directo



**LABORATORIO ESPECIALIZADO EN  
GEOTECNIA Y CONCRETO**

RUC: 20605051961



**INFORME DE ENSAYO**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO	
CERTIFICADO N° : ING - 0322			Excavación : C - 01	
PETICIONARIO : REMUZGO ROJAS JUNIOR			Progresiva (km) : -	
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO"			Tamaño Excavación : 3.00m	
EXCAVACION : Manual			Nivel Freatico : No Presenta	
			Fecha : MARZO DEL 2022	
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION			DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE COMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULA, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
	SIMBOLOS	GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
0.30	Re		S/M	Relleno suelo granular, en estado húmedo, consistencia dura, cementación fuerte, resistencia media, estructura homogénea, color marron, clasificada como Re.
2.70	SL		13.47%	Arcilla con arena, en estado húmedo, consistencia moderada, cementación media, resistencia media, estructura homogénea, color marron claro, con un contenido de humedad de 13.47%, clasificada como SL.
IDENTIFICACION DE MUESTRA			NOTA:	
Re : Material de relleno			calicata efectuada a cielo abierto	
S/M : Sin muestra				
M-1 : Muestra alterada N° 1				



Jr. Ica N° 590 - Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

# LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC: 20605051961



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: REMUZGO ROJAS JUNIOR	EXPEDIENTE N°	: IGN-0322
DIRECCION	: JR. GONZALES PRADA - SAPALLANGA	FECHA RECEPCION	: MARZO DEL 2022
PROYECTO	: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO	UBICACION	: DPTO. JUNIN - HUANCAYO - SAPALLANGA
REFERENCIA DE LA MUESTRA		PRESENTACION	: 01 sacos de polietileno
IDENTIFICACION	: C - 01	CANTIDAD	: 30Kg
DESCRIPCION	: -		

MTC E 110 - 111

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	26	20	16.14	19.20
SUELO HUMEDO + TARA	38.90	34.12	42.50	16.14	19.20
SUELO SECO + TARA	36.74	31.52	37.50	15.23	17.71
PESO TARA	24.80	22.60	24.50	10.15	10.15
PESO DEL AGUA	2.16	2.60	5.00	0.91	1.49
SUELO SECO	11.94	8.92	13.00	5.08	7.56
% DE HUMEDAD	18.09	29.15	38.46	17.91	19.71
NUMERO DE GOLPES	35	26	20		

LIMITE LIQUIDO LL	30.42	%
LIMITE PLASTICO LP	18.81	%
INDICE DE PLASTICIDAD IP	11.61	%



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

# LABORATORIO ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA Y CONCRETO

RUC: 20605051961



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: REMUZGO ROJAS JUNIOR	EXPEDIENTE N°	: IGN-0322
DIRECCION	: JR. GONZALES PRADA - SAPALLANGA	FECHA DE RECEPCION	: MARZO DEL 2022
PROYECTO	: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA – PROVINCIA DE HUANCAYO"	UBICACION	: DPTO. JUNIN - HUANCAYO - SAPALLANGA
REFERENCIA DE LA MUESTRA		PRESENTACION	: 01 SACOS DE POLIETILENO
IDENTIFICACION	: C - 01	CANTIDAD	: 30 Kg
DESCRIPCION	: -		

MTC E 108	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
-----------	--

DENOMINACION	CONTENIDO DE HUMEDAD
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO	318.60
PESO DE TARA + SUELO SECO	281.20
PESO DE LA TARA	40.90
PESO DEL AGUA	37.40
PESO DEL SUELO SECO	240.30
CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	13.47

### OBSERVACIONES:

- Muestra extraída e identificada por el Solicitante
- Ensayo efectuado al suelo natural



Jr. Ica N° 590-Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

**LABORATORIO ESPECIALIZADO EN  
GEOTECNIA Y CONCRETO**  
RUC: 20605051961



**INFORME DE ENSAYO**

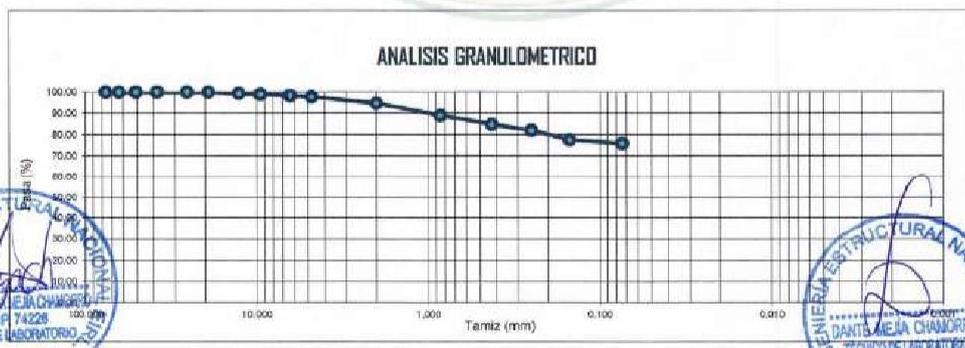
SOLICITANTE : REMUZGO ROJAS JUNIOR  
DIRECCION : JR. GONZALES PRADA - SAPALLANGA  
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO"  
REFERENCIA DE LA MUESTRA IDENTIFICACIÓN : C - 01  
DESCRIPCIÓN :-

EXPEDIENTE N° : IGN-0322  
FECHA DE RECEPCION : MARZO DEL 2022  
UBICACIÓN : DPTO. JUNIN - HUANCAYO - SAPALLANGA  
PRESENTACIÓN : 01 SACOS DE POLIETILENO  
CANTIDAD : 30 Kg

**MTC E 107 ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					CARACTERÍSTICAS GENERALES	
TAMIZ SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	(gr) PESO RETENIDO	(%) PARCIAL RETENIDO	(%) ACUMULADO O QUE PASA		
3"	76.200	0.00	0.00	100.00	ASTM D 2488 "Descripción e Identificación de suelos"	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	Grava (Ret. >4) 2.24%	
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	arena (4>Ret.>200) 21.88%	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	Finos (Pas. N° 200) 75.88%	
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	ASTM D 4318-(05) "Límites de Atterberg"	
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido (L.L.) : 30.42 %	
1/2"	12.700	24.00	0.63	99.37	Limite Plastico (L.P.) : 18.81 %	
3/8"	9.525	15.00	0.39	98.97	Indice Plastico (I.P.) : 11.61 %	
1/4"	6.350	25.00	0.66	98.32	ASTM D 3282 "Clasificación AASHTO"	
No 4	4.760	21.00	0.55	97.76	A-1-a Arena, limo y arcilla	
No 10	2.000	118.00	3.10	94.66	ASTM D 3282 "Clasificación SUCS"	
No 20	0.850	215.00	5.65	89.01	GW Arena arcillosa	
No 40	0.425	157.00	4.13	84.88	ASTM D 2216 "Contenido de Humedad"	
No 60	0.250	105.00	2.76	82.11	CH 13.47%	
No 140	0.150	173.00	4.55	77.56	Coeficiente de uniformidad (Cu) :-	
No 200	0.074	64.00	1.68	75.88	Coeficiente de Curvatura (Cc) :-	
CAZOLETA	0.000	2885.00	75.88	0.00	D60 :- D10 :-	
TOTAL		3802.00	100.00		D30 :- D50 :-	

**OBSERVACIONES:**  
- Muestra extraída e identificada por el solicitante.  
- Ensayo efectuado al suelo natural



J. Remuzgo Rojas Junior - Of. 305-3er Piso-Huancayo  
Pje. Grau N° 223-Chilca-Huancayo  
Cel.: 944602608 / 956007638

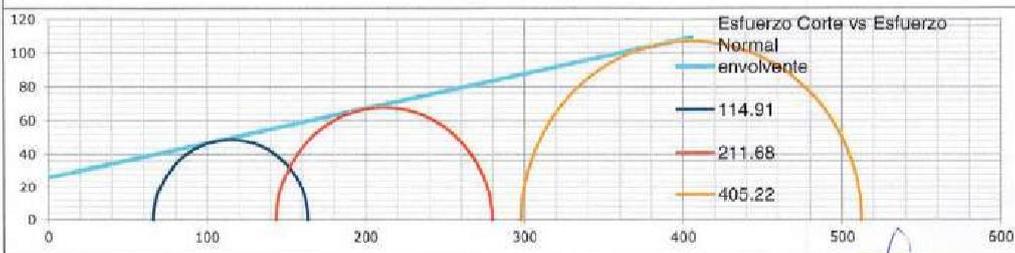
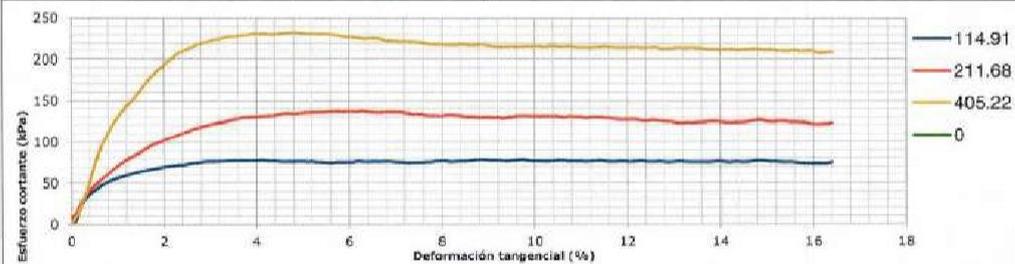


## REGISTRO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

VERSIÓN 1

PÁGINA 1

FECHA DE IMPRESIÓN	MARZO DEL 2022	ID. MUESTRA	MATERIAL	
FECHA DE ENSAYO	MARZO DEL 2022	C-01	SUELO ARCILLOSO CON ARENA	
INFORMACIÓN GENERAL				
No. ENSAYO	ING-0322			
SOLICITANTE	REMUZGO ROJAS JUNIOR			
PROYECTO	"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO"			
UBICACIÓN	DPTO. JUNIN - HUANCAYO - SAPALLANGA			
EXPLORACION	CALICATA 01			
PROFUNDIDAD	3.00m			
RESULTADOS DEL ENSAYO				
	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	50.8	50.8	50.8	0
PESO UNITARIO (g/cm <sup>3</sup> )	0.20	0.41	0.64	0
ÁREA (mm <sup>2</sup> )	2026.83	2026.83	2026.83	0
VELOCIDAD (mm/min)	0.012	0.012	0.013	0
ESFUERZO NORMAL (kPa)	114.91	211.68	405.22	0
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	48.88	67.95	107.18	0
COHESIÓN (kPa)	<b>25.62</b>	OBSERVACIONES Muestra Alterada en Bolsa, remoldeada en Laboratorio.		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	<b>11.37</b>			
COHESIÓN EFECTIVA (kPa)	<b>26.28</b>			
ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA	<b>11.57</b>			

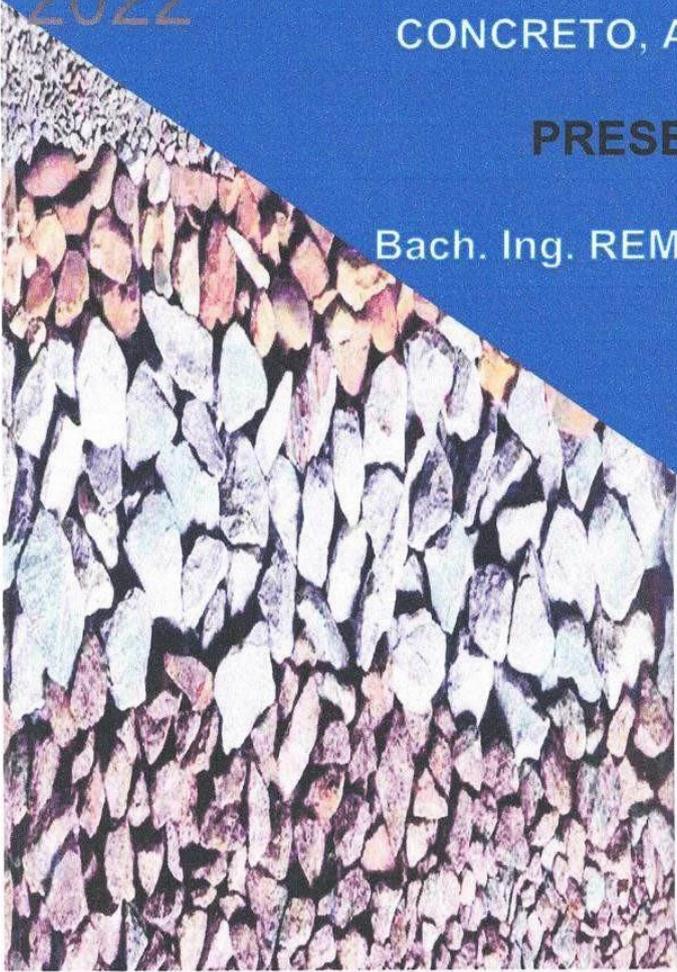


2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. REMUZGO ROJAS, JUNIOR



**“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS  
VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE  
ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
PROVINCIA DE HUANCAYO”**



**G E O T E S T V S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref.a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



# Caracterización de Suelos



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROGARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
 PROVINCIA DE HUANCAYO  
 Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
 Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 02  
 Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 02  
 Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN Clase de material : LIMO CON ARENA  
 Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
 Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

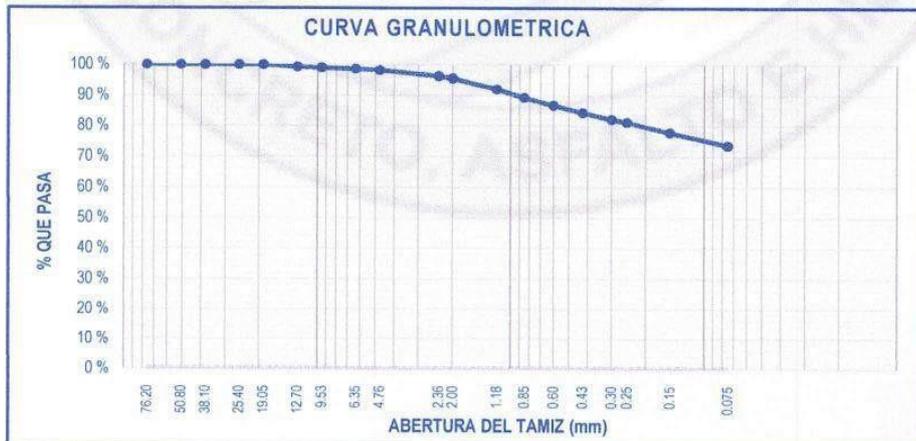
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
 MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.70	8.20	0.81	0.81	99.19
3/8 "	9.53	2.40	0.24	1.04	98.96
1/4 "	6.35	3.40	0.33	1.38	98.62
N° 4	4.76	4.10	0.40	1.78	98.22
N° 8	2.36	19.70	1.94	3.72	96.28
N° 10	2.00	7.60	0.75	4.47	95.53
N° 16	1.18	35.20	3.47	7.94	92.06
N° 20	0.85	28.50	2.81	10.74	89.26
N° 30	0.60	25.80	2.54	13.28	86.72
N° 40	0.43	24.40	2.40	15.68	84.32
N° 50	0.30	21.70	2.14	17.82	82.18
N° 60	0.25	9.80	0.96	18.79	81.21
N° 100	0.15	34.30	3.38	22.16	77.84
N° 200	0.075	42.60	4.19	26.36	73.64
FONDO		748.0	73.64	100.00	0.00
TOTAL		1015.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	1.78 %
ARENA	24.57 %
FINO	73.64 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	QA-25
Masa de recipiente (g)	44.90 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	431.90 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	376.10 g
Masa de agua (g)	55.80 g
Masa de suelo seco (g)	331.20 g
Contenido de humedad %	16.85 %



Simbolo del grupo (SUCS) = ML  
 Nombre del grupo (SUCS) = LIMO CON ARENA



Luis Camarraz Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 DIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTESTVD2@GMAIL.COM  
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOESTEST.V@GMAIL.COM  
CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529239 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

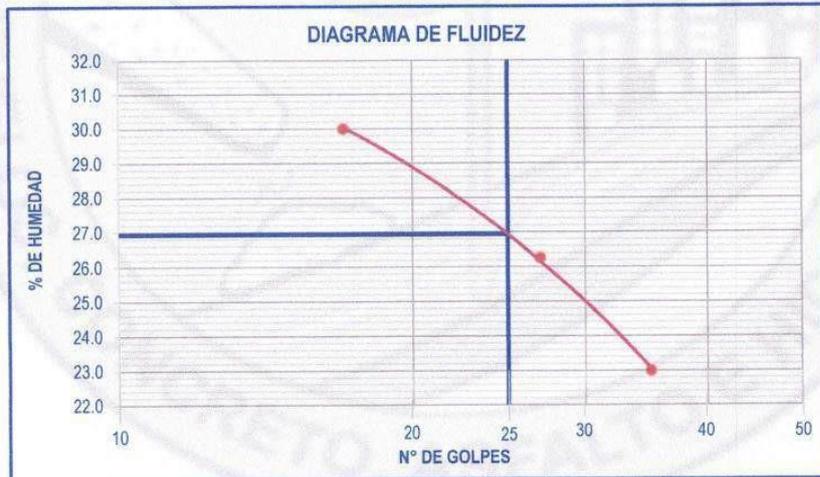
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
PROVINCIA DE HUANCAYO  
Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 02  
Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 01  
Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN Clase de material : LIMO CON ARENA  
Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
**MTC E 110-111**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	28	187	172	122	49
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	44.00	43.30	39.50	31.00	24.50
Masa cápsula + Suelo seco (g)	36.20	37.60	35.20	29.70	21.40
Masa cápsula (g)	10.20	15.90	16.50	18.90	12.50
Masa del agua (g)	7.80	5.70	4.30	1.30	3.10
Masa del suelo seco (g)	26.00	21.70	18.70	10.80	8.90
Contenido de humedad %	30.00 %	26.27 %	22.99 %	12.04 %	34.83
Nro. De golpes	17	27	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	26.94

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	23.43

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	3.50

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos, como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 2111-CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTVD2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
 PROVINCIA DE HUANCAYO  
 Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
 Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 02  
 Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 02  
 Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN Clase de material : LIMO CON ARENA  
 Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
 Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

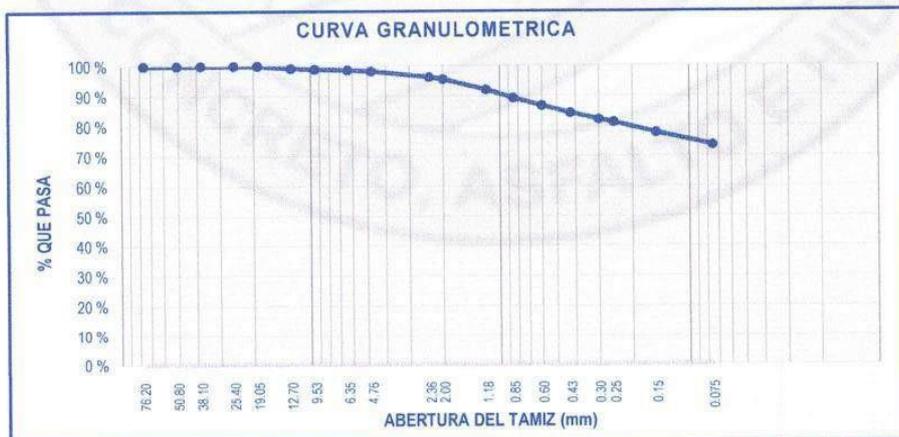
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107**

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	8.20	0.81	0.81	99.19
3/8"	9.53	2.40	0.24	1.04	98.96
1/4"	6.35	3.40	0.33	1.38	98.62
N° 4	4.76	4.10	0.40	1.78	98.22
N° 8	2.36	19.70	1.94	3.72	96.28
N° 10	2.00	7.60	0.75	4.47	95.53
N° 16	1.18	35.20	3.47	7.94	92.06
N° 20	0.85	28.50	2.81	10.74	89.26
N° 30	0.60	25.80	2.54	13.28	86.72
N° 40	0.43	24.40	2.40	15.68	84.32
N° 50	0.30	21.70	2.14	17.82	82.18
N° 60	0.25	9.80	0.96	18.79	81.21
N° 100	0.15	34.30	3.38	22.16	77.84
N° 200	0.075	42.60	4.19	26.36	73.64
FONDO		748.0	73.64	100.00	0.00
TOTAL		1015.70	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	1.78 %
ARENA	24.57 %
FINO	73.64 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	QA-25
Masa de recipiente (g)	44.90 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	431.90 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	376.10 g
Masa de agua (g)	55.80 g
Masa de suelo seco (g)	331.20 g
Contenido de humedad %	16.85 %



Simbolo del grupo (SUCS) = ML  
 Nombre del grupo (SUCS) = LIMO CON ARENA  
 AASHTO = A-4 (0)

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
DELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093 RUC : 20606529229 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

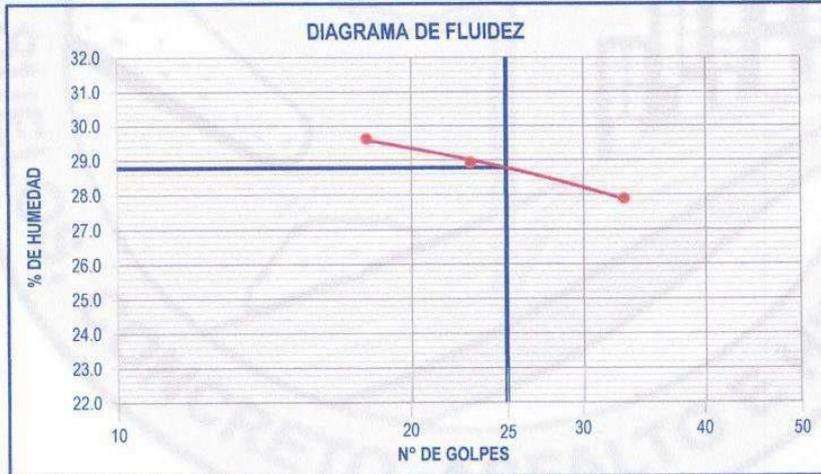
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
PROVINCIA DE HUANCAYO  
Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 02  
Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 02  
Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN Clase de material : LIMO CON ARENA  
Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
Fecha de recepción : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
**MTC E 110-111**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	128	105	161	8	67
Nro. De cápsula	128	105	161	8	67
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	41.80	43.40	49.50	31.50	29.60
Masa cápsula + Suelo seco (g)	36.20	37.70	42.50	28.40	27.10
Masa cápsula (g)	17.30	18.00	17.40	18.90	12.50
Masa del agua (g)	5.60	5.70	7.00	3.10	2.50
Masa del suelo seco (g)	18.90	19.70	25.10	9.50	14.60
Contenido de humedad %	29.63 %	28.93 %	27.89 %	32.63 %	17.12
Nro. De golpes	18	23	33	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	28.78

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	24.88

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	3.90

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST  
V. SAC



DIRECCIÓN	: JR. GRAU N° 3111-CHILDA	E-MAIL	: LABGEOESTV02@GMAIL.COM
	(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROGARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)		GEOTEST.V@GMAIL.COM
CELULAR	: 952525151 - 972831911-991375093	FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.C
		RUC	: 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Expediente N°	: EXP-39-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: CALICATA N° 03
Peticionario	: REMUZGO ROJAS, JUNIOR	N° de muestra	: MUESTRA N° 01 - ESTRATO 1
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Clase de material	: GRAVA LIMOSA ARCILLOSA CON ARENA
Estructura	: VARIOS	Fecha de emisión	: MARZO-2022
Fecha de recepción	: FEBRERO-2022		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	378.80	18.48	18.48	81.52
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	18.48	81.52
1"	25.40	33.70	1.64	20.13	79.87
3/4"	19.05	23.10	1.13	21.26	78.74
1/2"	12.70	97.30	4.75	26.00	74.00
3/8"	9.53	66.50	3.24	29.25	70.75
1/4"	6.35	112.20	5.47	34.72	65.28
N° 4	4.76	74.70	3.64	38.37	61.63
N° 8	2.36	175.20	8.55	46.92	53.08
N° 10	2.00	23.90	1.17	48.08	51.92
N° 16	1.18	95.70	4.67	52.75	47.25
N° 20	0.85	55.20	2.69	55.45	44.55
N° 30	0.60	48.30	2.36	57.80	42.20
N° 40	0.43	44.80	2.19	59.99	40.01
N° 50	0.30	44.20	2.16	62.15	37.85
N° 60	0.25	18.80	0.92	63.06	36.94
N° 100	0.15	55.80	2.72	65.79	34.21
N° 200	0.075	62.10	3.03	68.82	31.18
FONDO		639.1	31.18	100.00	0.00
TOTAL		2049.40	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	38.37 %
ARENA	30.45 %
FINO	31.18 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	1-B
Masa de recipiente (g)	44.70 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	629.70 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	576.10 g
Masa de agua (g)	53.60 g
Masa de suelo seco (g)	531.40 g
Contenido de humedad %	10.09 %



  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Simbolo del grupo (SUCS)	=	GC-GM
Nombre del grupo (SUCS)	=	GRAVA LIMOSA ARCILLOSA CON ARENA
AASHTO	=	A-2-4 (0)



DIRECCIÓN	: JR. GRAU N° 2111-CHILDA	E-MAIL	: LABGEOESTV02@GMAIL.COM
	(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROGARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)		GEOEST.V@GMAIL.COM
CELULAR	: 952525151 - 972831911-991375093	FACEBOOK	: GEO TEST V.S.A.C
		RUC	: 20606529229

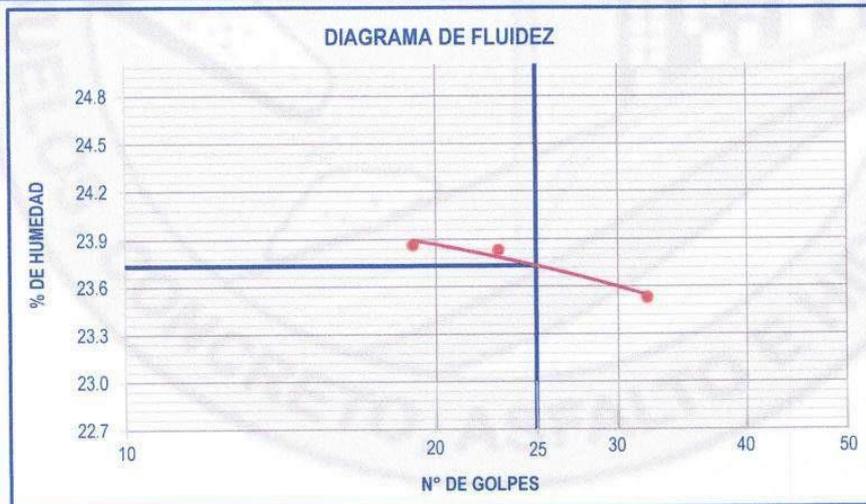
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Expediente N°	: EXP-39-GEO-TEST-V-2022		
Codigo de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: CALICATA N° 03
Peticionario	: REMUZGO ROJAS, JUNIOR	N° de muestra	: MUESTRA N° 01 - ESTRATO 1
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Clase de material	: GRAVA LIMOSA ARCILLOSA CON ARENA
Estructura	: VARIOS	Fecha de emisión	: MARZO-2022
Fecha de recepcion	: FEBRERO-2022		

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	167	C-44	45	171	10
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	43.00	43.30	41.80	30.90	26.10
Masa cápsula + Suelo seco (g)	36.70	38.20	37.00	28.80	24.50
Masa cápsula (g)	10.30	16.80	16.60	16.80	15.30
Masa del agua (g)	6.30	5.10	4.80	2.10	1.60
Masa del suelo seco (g)	26.40	21.40	20.40	12.00	9.20
Contenido de humedad %	23.86 %	23.83 %	23.53 %	17.50 %	17.39 %
Nro. De golpes	19	23	32	I	II



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
LL. : 23.73

<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
LP. : 17.45

<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>
IP. : 6.29

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST  
V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 2111 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEGNIDIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
 PROVINCIA DE HUANCAYO  
 Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
 Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 03  
 Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 02 - ESTRATO 2  
 Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN Clase de material : ARCILLA LIGERA  
 Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
 Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

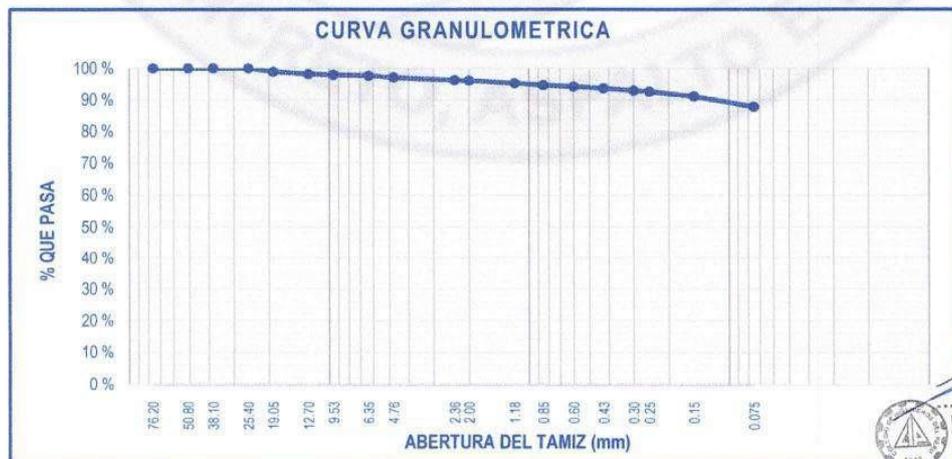
ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.05	16.80	1.04	1.04	98.96
1/2 "	12.70	12.50	0.78	1.82	98.18
3/8 "	9.53	4.30	0.27	2.08	97.92
1/4 "	6.35	4.80	0.30	2.38	97.62
N° 4	4.76	8.10	0.50	2.88	97.12
N° 8	2.36	14.60	0.91	3.79	96.21
N° 10	2.00	2.40	0.15	3.94	96.06
N° 16	1.18	12.40	0.77	4.71	95.29
N° 20	0.85	10.00	0.62	5.33	94.67
N° 30	0.60	8.00	0.50	5.82	94.18
N° 40	0.43	8.20	0.51	6.33	93.67
N° 50	0.30	11.30	0.70	7.03	92.97
N° 60	0.25	6.00	0.37	7.40	92.60
N° 100	0.15	23.80	1.48	8.88	91.12
N° 200	0.075	53.10	3.29	12.17	87.83
FONDO		1416.2	87.83	100.00	0.00
TOTAL		1612.50	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	2.88 %
ARENA	9.29 %
FINO	87.83 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	A-1
Masa de recipiente (g)	44.30 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	450.00 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	385.00 g
Masa de agua (g)	65.00 g
Masa de suelo seco (g)	340.70 g
Contenido de humedad %	19.08 %



Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA
AASHTO	=	A-4 (0)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA **GEO TEST**  
V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV02@GMAIL.COM  
(REF. A UNA QUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOEST.V@GMAIL.COM  
CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.B

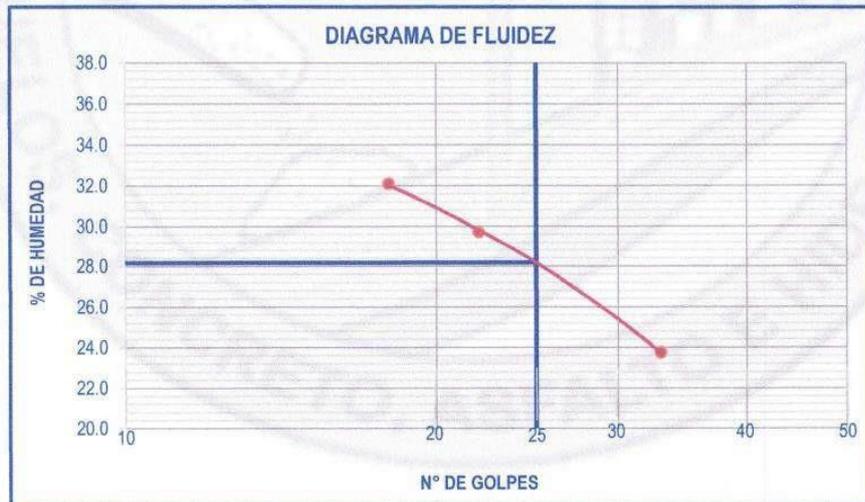
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA  
PROVINCIA DE HUANCAYO  
Expediente N° : EXP-39-GEO-TEST-V-2022  
Codigo de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : CALICATA N° 03  
Peticionario : REMUZGO ROJAS, JUNIOR N° de muestra : MUESTRA N° 02 - ESTRATO 2  
Ubicación : SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN Clase de material : ARCILLA LIGERA  
Estructura : VARIOS Fecha de emisión : MARZO-2022  
Fecha de recepcion : FEBRERO-2022

Hoja: 02 de 02

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111**

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	122	49	172	I	II
Nro. De cápsula	122	49	172	28	172
Masa cápsula + Suelo humedo (g)	44.00	43.50	41.50	28.40	32.00
Masa cápsula + Suelo seco (g)	37.00	37.20	36.70	26.20	30.11
Masa cápsula (g)	15.20	16.00	16.50	15.30	18.90
Masa del agua (g)	7.00	6.30	4.80	2.20	1.89
Masa del suelo seco (g)	21.80	21.20	20.20	10.90	11.21
Contenido de humedad %	32.11 %	29.72 %	23.76 %	20.18 %	16.86
Nro. De golpes	18	22	33		



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	28.16

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	18.52

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	9.64

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)



<b>Proyecto:</b>	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
<b>Solicita</b>	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	<b>Codigo de formato</b>	: PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
<b>Ubicación</b>	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGIO	<b>Profundidad</b>	: 3.0 m
<b>Calicata</b>	: C3	<b>N° de muestra</b>	: M1
<b>Clase de material</b>	: Muestra de Calicata	<b>Estado</b>	: Disturbado
<b>Progresiva</b>	-	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción:</b>	FEBRERO 2022	<b>Fecha de emisión</b>	: MARZO-2022

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)

Hoja: 01 de 02

Esfuerzos	Especimen 01	Especimen 02	Especimen 03
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.86	1.73	3.46
Esfuerzo Corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.49	1.02	1.77
Esfuerzo Corte minimo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.08	0.41	0.68

Resultados	
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.116 kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción (°)	25.9 °

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.08	0.09
0.25	0.11	0.13
0.30	0.17	0.19
0.35	0.21	0.24
0.40	0.25	0.28
0.45	0.29	0.34
0.50	0.30	0.35
0.55	0.34	0.39
0.60	0.35	0.40
0.65	0.36	0.42
0.70	0.38	0.44
0.75	0.38	0.44
0.80	0.40	0.47
0.85	0.40	0.46
0.90	0.47	0.54
0.95	0.49	0.57

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.41	0.24
0.25	0.55	0.32
0.30	0.65	0.38
0.35	0.73	0.42
0.40	0.76	0.44
0.45	0.79	0.46
0.50	0.80	0.46
0.55	0.81	0.47
0.60	0.84	0.48
0.65	0.85	0.49
0.70	0.87	0.51
0.75	0.88	0.51
0.80	0.90	0.52
0.85	0.91	0.53
0.90	0.93	0.54
0.95	1.02	0.59

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.68	0.20
0.25	1.10	0.32
0.30	1.37	0.40
0.35	1.47	0.43
0.40	1.52	0.44
0.45	1.57	0.45
0.50	1.61	0.46
0.55	1.70	0.49
0.60	1.75	0.51
0.65	1.76	0.51
0.70	1.76	0.51
0.75	1.77	0.51

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198167



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 2111-CHILCA E-MAIL : LABGEO TEST V D 2 @ G M A I L . C O M  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093 RUC : 20606529229

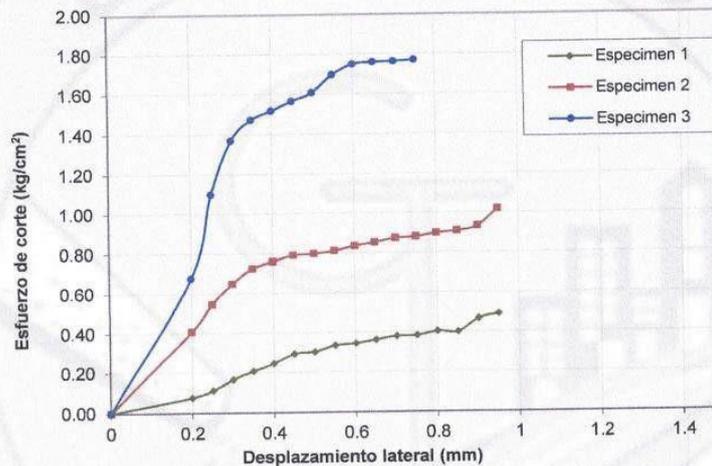
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)

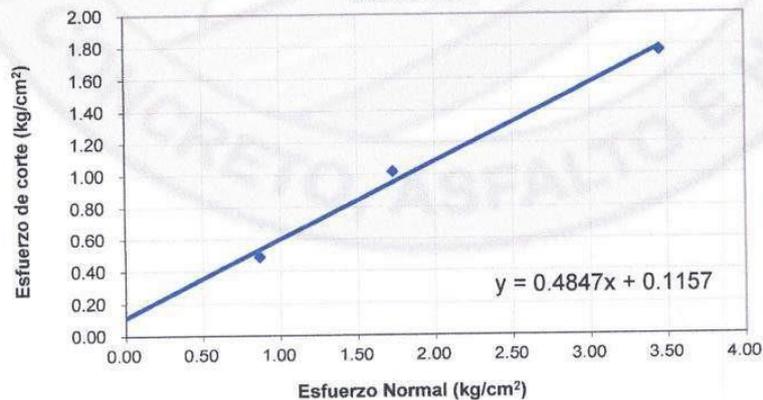
Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO	
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION	Profundidad : 3.0 m
Calicata	: C3	N° de muestra : M3
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado : Disturbado
Progresiva	--	Ensayado por : A.Y.G
		Fecha de emisión : MARZO-2022

Hoja: 02 de 02

### Graficos del Ensayo de Corte Directo



### Cohesión



  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)



<b>Proyecto:</b>	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
<b>Solicita</b>	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	<b>Codigo de formato</b>	: PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
<b>Ubicación</b>	: SAPALLANGA - HUANCAYO - JUNÍN	<b>Profundidad</b>	: 3.0 m
<b>Calicata</b>	: C3	<b>N° de muestra</b>	: M1
<b>Clase de material</b>	: Muestra de Calicata	<b>Estado</b>	: Disturbado
<b>Progresiva</b>	-	<b>Ensayado por</b>	: A. Y. G
<b>Fecha de recepción:</b>	FEBRERO 2022	<b>Fecha de emisión</b>	: MARZO-2022

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)

Hoja: 01 de 02

Esfuerzos	Especimen 01	Especimen 02	Especimen 03
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.86	1.73	3.46
Esfuerzo Corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.49	1.02	1.77
Esfuerzo Corte minimo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.08	0.41	0.68

Resultados	
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.116 kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de fricción (°)	25.9 °

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.08	0.09
0.25	0.11	0.13
0.30	0.17	0.19
0.35	0.21	0.24
0.40	0.25	0.28
0.45	0.29	0.34
0.50	0.30	0.35
0.55	0.34	0.39
0.60	0.35	0.40
0.65	0.36	0.42
0.70	0.38	0.44
0.75	0.38	0.44
0.80	0.40	0.47
0.85	0.40	0.46
0.90	0.47	0.54
0.95	0.49	0.57

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.41	0.24
0.25	0.55	0.32
0.30	0.65	0.38
0.35	0.73	0.42
0.40	0.76	0.44
0.45	0.79	0.46
0.50	0.80	0.46
0.55	0.81	0.47
0.60	0.84	0.48
0.65	0.85	0.49
0.70	0.87	0.51
0.75	0.88	0.51
0.80	0.90	0.52
0.85	0.91	0.53
0.90	0.93	0.54
0.95	1.02	0.59

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00
0.20	0.68	0.20
0.25	1.10	0.32
0.30	1.37	0.40
0.35	1.47	0.43
0.40	1.52	0.44
0.45	1.57	0.45
0.50	1.61	0.46
0.55	1.70	0.49
0.60	1.75	0.51
0.65	1.76	0.51
0.70	1.76	0.51
0.75	1.77	0.51

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABREKTEBYO2@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON GEO TEST V. @GMAIL.COM  
 AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 DELULAR : 952525151 · 972831911-991375093 RUC : 20606529229

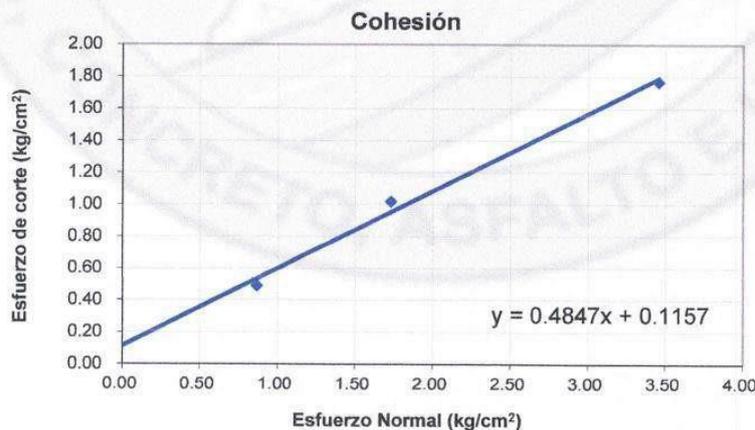
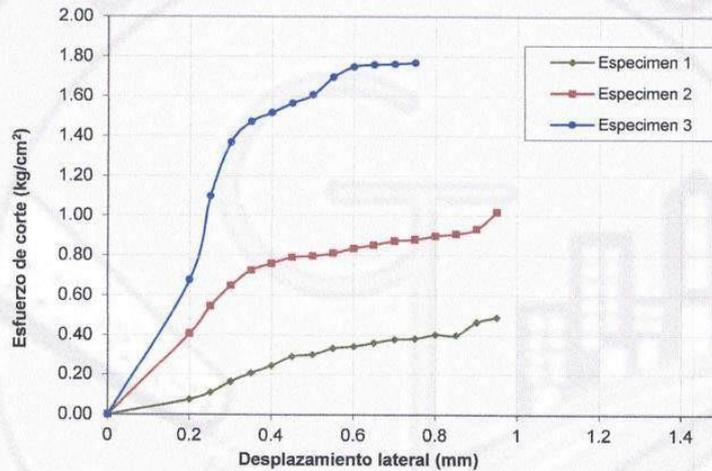
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Norma: NTP 339.171 (ASTM D 3080)

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Ubicación	: SAPALLANGA - HUANCAYO - JUNÍN	Profundidad	: 3.0 m
Calicata	: C3	N° de muestra	: M3
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	--	Ensayado por	: A.Y.G
		Fecha de emisión	: MARZO-2022

Hoja: 02 de 02

### Graficos del Ensayo de Corte Directo

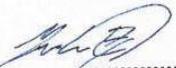


**Nota:**

1) Muestreo e identificación realizados por el petionario.

2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 Luis Gamarrá Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE



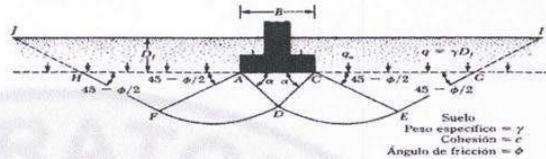
TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: CD-EX-004
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Profundidad	: 3.00 mts
Calicata	: C2	Nº de muestra	: M-1
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	: -	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: FEBRERO 2022	Fecha de emisión	: MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 26.30 °
C (Cohesion)	= 1.37 Tn/m2
C (Cohesion)	= 0.0140 Kg/cm2
Peso Especifico	= 1.300 T/m3
Peso Especifico	= 12.75 KN/m3
Relacion Ancho-Largo	= 1
Factor de Seguridad	= 3.00
Carga concentrada	= 20.00 Tn

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
	Nc	Ny	Nq
CUADRADA	22.76	13.12	12.26

Determinación de la capacidad portante						
Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condicion Qadm>Qact
ZAPATA CUADRADA	1.60	1.50	3.99	1.33	0.89	CUMPLE
	1.60	1.55	4.02	1.34	0.83	CUMPLE
	1.60	1.60	4.06	1.35	0.78	CUMPLE
	1.60	1.65	4.09	1.36	0.73	CUMPLE
	1.60	1.70	4.12	1.37	0.69	CUMPLE
	1.70	1.50	4.15	1.38	0.89	CUMPLE
	1.70	1.55	4.18	1.39	0.83	CUMPLE
	1.70	1.60	4.21	1.40	0.78	CUMPLE
	1.70	1.65	4.25	1.42	0.73	CUMPLE
	1.70	1.70	4.28	1.43	0.69	CUMPLE
	1.80	1.50	4.31	1.44	0.89	CUMPLE
	1.80	1.55	4.34	1.45	0.83	CUMPLE
	1.80	1.60	4.37	1.46	0.78	CUMPLE
	1.80	1.65	4.41	1.47	0.73	CUMPLE
	1.80	1.70	4.44	1.48	0.69	CUMPLE
	1.90	1.50	4.46	1.49	0.89	CUMPLE
	1.90	1.55	4.50	1.50	0.83	CUMPLE
	1.90	1.60	4.53	1.51	0.78	CUMPLE
	1.90	1.65	4.57	1.52	0.73	CUMPLE
	1.90	1.70	4.60	1.53	0.69	CUMPLE
2.00	1.50	4.62	1.54	0.89	CUMPLE	
2.00	1.55	4.66	1.55	0.83	CUMPLE	
2.00	1.60	4.69	1.56	0.78	CUMPLE	
2.00	1.65	4.73	1.58	0.73	CUMPLE	
2.00	1.70	4.76	1.59	0.69	CUMPLE	

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE



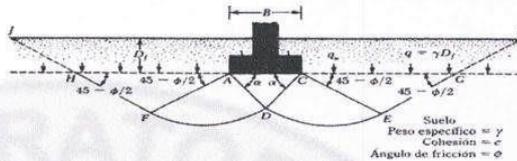
TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: CD-EX-004
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Profundidad	: 3.00 mts
Calicata	: C2	Nº de muestra	: M-1
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	: -	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	FEBRERO 2022	Fecha de emisión	MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 26.30 °
C (Cohesion)	= 1.37 Tn/m2
C (Cohesion)	= 0.0140 Kg/cm2
Peso Especifico	= 1.300 T/m3
Peso Especifico	= 12.75 KN/m3
Relacion Ancho-Largo	= 1/2
Factor de Seguridad	= 4.00
Carga concentrada	= 20.00 Tn

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGUN TERZAGHI



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
Rectangular	$N_c$	$N_y$	$N_q$
	22.76	13.12	12.26

Determinacion de la capacidad portante

Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condicion Qadm>Qact
ZAPATA RECTANGULAR	1.60	1.50	4.05	1.01	0.89	CUMPLE
	1.60	1.55	4.09	1.02	0.83	CUMPLE
	1.60	1.60	4.13	1.03	0.78	CUMPLE
	1.60	1.65	4.17	1.04	0.73	CUMPLE
	1.60	1.70	4.20	1.05	0.69	CUMPLE
	1.70	1.50	4.21	1.05	0.89	CUMPLE
	1.70	1.55	4.25	1.06	0.83	CUMPLE
	1.70	1.60	4.29	1.07	0.78	CUMPLE
	1.70	1.65	4.33	1.08	0.73	CUMPLE
	1.70	1.70	4.36	1.09	0.69	CUMPLE
	1.80	1.50	4.37	1.09	0.89	CUMPLE
	1.80	1.55	4.41	1.10	0.83	CUMPLE
	1.80	1.60	4.45	1.11	0.78	CUMPLE
	1.80	1.65	4.48	1.12	0.73	CUMPLE
	1.80	1.70	4.52	1.13	0.69	CUMPLE
	1.90	1.50	4.53	1.13	0.89	CUMPLE
	1.90	1.55	4.57	1.14	0.83	CUMPLE
	1.90	1.60	4.61	1.15	0.78	CUMPLE
	1.90	1.65	4.64	1.16	0.73	CUMPLE
	1.90	1.70	4.68	1.17	0.69	CUMPLE
	2.00	1.50	4.69	1.17	0.89	CUMPLE
	2.00	1.55	4.73	1.18	0.83	CUMPLE
	2.00	1.60	4.77	1.19	0.78	CUMPLE
	2.00	1.65	4.80	1.20	0.73	CUMPLE
	2.00	1.70	4.84	1.21	0.69	CUMPLE

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE

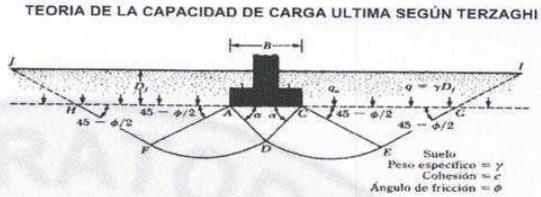


TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: CD-EX-004
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN	Profundidad	: 3.00 mts
Calicata	: C2	Nº de muestra	: M-1
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	: -	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	FEBRERO 2022	Fecha de emisión	MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 26.30 °
C (Cohesion)	= 1.37 Tn/m2
C (Cohesion)	= 0.0140 Kg/cm2
Peso Especifico	= 1.300 T/m3
Peso Especifico	= 12.75 KN/m3
Relacion Ancho-Largo	= 1/2
Factor de Seguridad	= 4.00
Carga concentrada	= 1.50 Tn



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
CORRIDA	$N_c$	$N_y$	$N_q$
	22.76	13.12	12.26

$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_y$

$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$

Determinacion de la capacidad portante						
Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	$Q_{ult}$ (kg/cm2)	$Q_{adm}$ (kg/cm2)	$Q_{act}$ (kg/cm2)	Condicion $Q_{adm} > Q_{act}$
ZAPATA CORRIDA	0.80	0.50	2.02	0.50	0.60	NO CUMPLE
	0.80	0.55	2.06	0.52	0.50	CUMPLE
	0.80	0.60	2.10	0.53	0.42	CUMPLE
	0.80	0.65	2.15	0.54	0.36	CUMPLE
	0.80	0.70	2.19	0.55	0.31	CUMPLE
	0.90	0.50	2.18	0.54	0.60	NO CUMPLE
	0.90	0.55	2.22	0.56	0.50	CUMPLE
	0.90	0.60	2.26	0.57	0.42	CUMPLE
	0.90	0.65	2.31	0.58	0.36	CUMPLE
	0.90	0.70	2.35	0.59	0.31	CUMPLE
	1.00	0.50	2.34	0.58	0.60	NO CUMPLE
	1.00	0.55	2.38	0.60	0.50	CUMPLE
	1.00	0.60	2.42	0.61	0.42	CUMPLE
	1.00	0.65	2.47	0.62	0.36	CUMPLE
	1.00	0.70	2.51	0.63	0.31	CUMPLE
	1.10	0.50	2.50	0.62	0.60	CUMPLE
	1.10	0.55	2.54	0.64	0.50	CUMPLE
	1.10	0.60	2.58	0.65	0.42	CUMPLE
	1.10	0.65	2.63	0.66	0.36	CUMPLE
	1.10	0.70	2.67	0.67	0.31	CUMPLE
1.20	0.50	2.66	0.66	0.60	CUMPLE	
1.20	0.55	2.70	0.67	0.50	CUMPLE	
1.20	0.60	2.74	0.69	0.42	CUMPLE	
1.20	0.65	2.78	0.70	0.36	CUMPLE	
1.20	0.70	2.83	0.71	0.31	CUMPLE	

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE

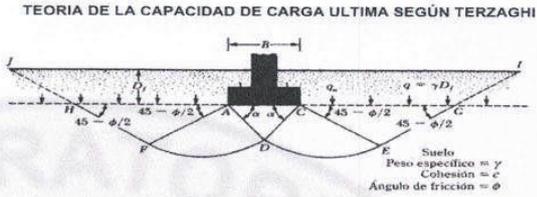


TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicitante:	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Código de formato:	: CD-EX-004
Ubicación:	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN	Profundidad:	: 3.00 mts
Calicata:	: C3	N° de muestra:	: M-1
Clase de material:	: Muestra de Calicata	Estado:	: Disturbado
Progresiva:	: -	Ensayado por:	: A.Y.G
Fecha de recepción:	: FEBRERO 2022	Fecha de emisión:	: MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 25.90 °
C (Cohesion)	= 11.38 Tn/m <sup>2</sup>
C (Cohesion)	= 0.1160 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso Específico	= 1.640 T/m <sup>3</sup>
Peso Específico	= 16.08 KN/m <sup>3</sup>
Relacion Ancho-Largo	= 1/2
Factor de Seguridad	= 3.00
Carga concentrada	= 1.50 Tn



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
CORRIDA	$N_c$	$N_y$	$N_q$
	22.10	12.37	11.73

$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$        $q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$

Determinación de la capacidad portante						
Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	$q_{ult}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{act}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Condición $q_{adm} > q_{act}$
ZAPATA CORRIDA	1.60	0.50	6.15	2.05	0.60	CUMPLE
	1.60	0.55	6.20	2.07	0.50	CUMPLE
	1.60	0.60	6.25	2.08	0.42	CUMPLE
	1.60	0.65	6.30	2.10	0.36	CUMPLE
	1.60	0.70	6.35	2.12	0.31	CUMPLE
	1.70	0.50	6.34	2.11	0.60	CUMPLE
	1.70	0.55	6.39	2.13	0.50	CUMPLE
	1.70	0.60	6.44	2.15	0.42	CUMPLE
	1.70	0.65	6.49	2.16	0.36	CUMPLE
	1.70	0.70	6.54	2.18	0.31	CUMPLE
	1.80	0.50	6.53	2.18	0.60	CUMPLE
	1.80	0.55	6.58	2.19	0.50	CUMPLE
	1.80	0.60	6.64	2.21	0.42	CUMPLE
	1.80	0.65	6.69	2.23	0.36	CUMPLE
	1.80	0.70	6.74	2.25	0.31	CUMPLE
	1.90	0.50	6.73	2.24	0.60	CUMPLE
	1.90	0.55	6.78	2.26	0.50	CUMPLE
	1.90	0.60	6.83	2.28	0.42	CUMPLE
	1.90	0.65	6.88	2.29	0.36	CUMPLE
	1.90	0.70	6.93	2.31	0.31	CUMPLE
2.00	0.50	6.92	2.31	0.60	CUMPLE	
2.00	0.55	6.97	2.32	0.50	CUMPLE	
2.00	0.60	7.02	2.34	0.42	CUMPLE	
2.00	0.65	7.07	2.36	0.36	CUMPLE	
2.00	0.70	7.12	2.37	0.31	CUMPLE	

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE

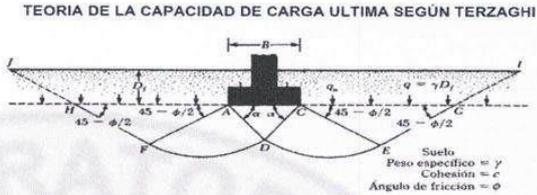


TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: CD-EX-004
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Profundidad	: 3.00 mts
Calicata	: C3	N° de muestra	: M-1
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	: -	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: FEBRERO 2022	Fecha de emisión	: MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 25.90 °
C (Cohesion)	= 11.38 Tn/m2
C (Cohesion)	= 0.1160 Kg/cm2
Peso Especifico	= 1.640 T/m3
Peso Especifico	= 16.08 KN/m3
Relacion Ancho-Largo	= 1/2
Factor de Seguridad	= 3.00
Carga concentrada	= 20.00 Tn



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
Rectangular	$N_c$	$N_y$	$N_q$
	22.10	12.37	11.73

Determinacion de la capacidad portante

Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Qult (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condicion Qadm>Qact
ZAPATA RECTANGULAR	1.60	1.50	7.27	2.42	0.89	CUMPLE
	1.60	1.55	7.31	2.44	0.83	CUMPLE
	1.60	1.60	7.36	2.45	0.78	CUMPLE
	1.60	1.65	7.40	2.47	0.73	CUMPLE
	1.60	1.70	7.45	2.48	0.69	CUMPLE
	1.70	1.50	7.46	2.49	0.89	CUMPLE
	1.70	1.55	7.51	2.50	0.83	CUMPLE
	1.70	1.60	7.55	2.52	0.78	CUMPLE
	1.70	1.65	7.60	2.53	0.73	CUMPLE
	1.70	1.70	7.64	2.55	0.69	CUMPLE
	1.80	1.50	7.65	2.55	0.89	CUMPLE
	1.80	1.55	7.70	2.57	0.83	CUMPLE
	1.80	1.60	7.74	2.58	0.78	CUMPLE
	1.80	1.65	7.79	2.60	0.73	CUMPLE
	1.80	1.70	7.84	2.61	0.69	CUMPLE
	1.90	1.50	7.84	2.61	0.89	CUMPLE
	1.90	1.55	7.89	2.63	0.83	CUMPLE
	1.90	1.60	7.94	2.65	0.78	CUMPLE
	1.90	1.65	7.98	2.66	0.73	CUMPLE
	1.90	1.70	8.03	2.68	0.69	CUMPLE
2.00	1.50	8.04	2.68	0.89	CUMPLE	
2.00	1.55	8.08	2.69	0.83	CUMPLE	
2.00	1.60	8.13	2.71	0.78	CUMPLE	
2.00	1.65	8.17	2.72	0.73	CUMPLE	
2.00	1.70	8.22	2.74	0.69	CUMPLE	

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

CAPACIDAD PORTANTE

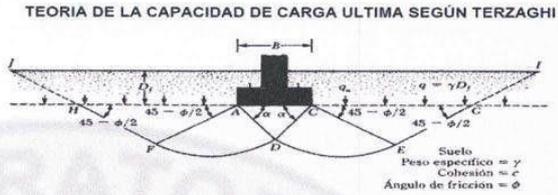


TEORIA DE TERZAGHI

Proyecto:	: TESIS-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS INFORMALES CON SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN SAPALLANGA PROVINCIA DE HUANCAYO		
Solicita	: Bach. REMUZGO ROJAS, JUNIOR	Codigo de formato	: CD-EX-004
Ubicación	: SAPALLANGA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNÍN	Profundidad	: 3.00 mts
Calicata	: C3	Nº de muestra	: M-1
Clase de material	: Muestra de Calicata	Estado	: Disturbado
Progresiva	: -	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	FEBRERO 2022	Fecha de emisión	MARZO-2022

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

Datos Generales	
$\phi$ (Angulo de fricción)	= 25.90 °
C (Cohesion)	= 11.38 Tn/m2
C (Cohesion)	= 0.1160 Kg/cm2
Peso Especifico	= 1.640 T/m3
Peso Especifico	= 16.08 KN/m3
Relacion Ancho-Largo	= 1
Factor de Seguridad	= 3.00
Carga concentrada	= 20.00 Tn



Datos Generales	Factores de Capacidad de Carga		
CUADRADA	$N_c$	$N_y$	$N_q$
	22.10	12.37	11.73

Determinacion de la capacidad portante						
Tipo de Cimentación	Prof (Df) (m)	Ancho (B) (m)	Quit (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)	Qact (kg/cm2)	Condicion Qadm>Qact
ZAPATA CUADRADA	1.60	1.50	7.63	2.54	0.89	CUMPLE
	1.60	1.55	7.67	2.56	0.83	CUMPLE
	1.60	1.60	7.71	2.57	0.78	CUMPLE
	1.60	1.65	7.75	2.58	0.73	CUMPLE
	1.60	1.70	7.79	2.60	0.69	CUMPLE
	1.70	1.50	7.82	2.61	0.89	CUMPLE
	1.70	1.55	7.86	2.62	0.83	CUMPLE
	1.70	1.60	7.90	2.63	0.78	CUMPLE
	1.70	1.65	7.94	2.65	0.73	CUMPLE
	1.70	1.70	7.98	2.66	0.69	CUMPLE
	1.80	1.50	8.01	2.67	0.89	CUMPLE
	1.80	1.55	8.05	2.68	0.83	CUMPLE
	1.80	1.60	8.09	2.70	0.78	CUMPLE
	1.80	1.65	8.13	2.71	0.73	CUMPLE
	1.80	1.70	8.18	2.73	0.69	CUMPLE
	1.90	1.50	8.21	2.74	0.89	CUMPLE
	1.90	1.55	8.25	2.75	0.83	CUMPLE
	1.90	1.60	8.29	2.76	0.78	CUMPLE
	1.90	1.65	8.33	2.78	0.73	CUMPLE
	1.90	1.70	8.37	2.79	0.69	CUMPLE
2.00	1.50	8.40	2.80	0.89	CUMPLE	
2.00	1.55	8.44	2.81	0.83	CUMPLE	
2.00	1.60	8.48	2.83	0.78	CUMPLE	
2.00	1.65	8.52	2.84	0.73	CUMPLE	
2.00	1.70	8.56	2.85	0.69	CUMPLE	

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161