

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



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

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

**MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON  
MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON  
ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE,  
AMAZONAS - 2022**

**Autor: Bach. Jeymis Salon Choctalin**

**Asesor: Ing. Daniel villa Abanto**

**Registro: .....**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Jose A. Salon Bustos y Ernestina Choctalin Tucto; quienes con el amor y su incondicional apoyo me han permitido poder cumplir un sueño más, por inculcarme valores y enseñarme ser constante, que mientras mayor sea la lucha y el sacrificio, mayor será la recompensa.*

*A mis familiares y amigos, por su cariño y apoyo emocional, durante todo el proceso del desarrollo de esta investigación.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi gratitud a Dios por bendecirnos, guiarnos y concedernos fortaleza en momentos de dificultad y adversidades.*

*Agradecer a todos los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, quienes; durante el proceso de mi formación, han sabido impartir los conocimientos y experiencias del rubro de la ingeniería civil, cimentando los pilares para mi desarrollo profesional. Finalmente agradecer a mis familiares y amigos que me apoyaron e hicieron posible el desarrollo de esta investigación.*

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA**

Rector

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

Vicerrector Académico

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA**

Vicerrectora de Investigación

**Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS**

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022; del egresado JEYMIS SALON CHOCTALIN de la Facultad de INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de Mayo de 2024

  
Firma y nombre completo del Asesor

DANIEL VILLA ABANTO

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



---

**DR. JORGE ALFREDO HERNÁNDEZ CHÁVARRY**

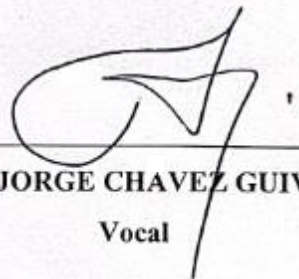
**Presidente**



---

**ING. JOHN HILMER SALDAÑA NÚÑEZ**

**Secretario**



---

**ING. JORGE CHAVEZ GUIVIN**

**Vocal**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL**



**ANEXO 3-Q**

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL

ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) JEVMIS SALON CHOCTALIN

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL

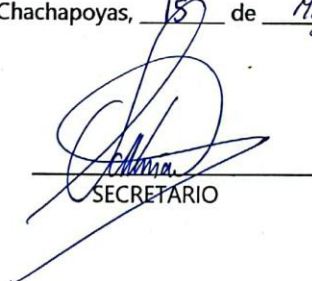
con correo electrónico institucional 7273253472@untrm.edu.pe

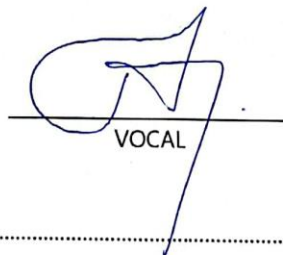
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 13 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 15 de Mayo del 2024

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## REPORTE DE TURNITIN


civil

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>13%</b>	<b>13%</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.untrm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unj.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.repositorio.unach.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.ujcm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Tecnológica del Peru</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	

  
Dr. Jorge Alfredo Hernández Chávariz  
DNI: 26617086  
Presidente de los miembros del jurado



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 28 de Mayo del año 2024, siendo las 7:00<sup>PM</sup> horas, el aspirante: Jeymis Salon Choctalin, asesorado por Ing. Daniel Villa Abasto defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia ( ) la Tesis titulada: Modelado Sismico de una vivienda con mamposteria de topial estabilizado con óxido de calco en la Talca Grande Amazonas - 2022, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Jorge Alfredo Hernandez Chavarry

Secretario: Ing. John Hilmer Saldana Nuñez

Vocal: Ing. Jorge Chávez Quivín

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

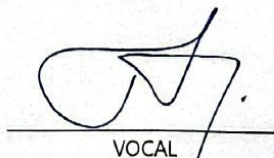
Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría ( )

Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 8:00<sup>PM</sup> horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:  
.....

## CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL .....	vii
REPORTE DE TURNITIN .....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL .....	ix
CONTENIDO GENERAL .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xix
RESUMEN .....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
I. INTRODUCCIÓN .....	24
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
2.1 Muestra y muestreo.....	28
2.1.1 Muestra .....	28
2.1.1.1 Tamaño de la muestra.....	28
2.1.2 Muestreo .....	29
2.2 Variables de estudio.....	29
2.2.1 Variable Independiente .....	29
2.2.2 Variable Dependiente .....	30
2.3 Método.....	30

2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
2.4.1	Técnicas .....	31
2.4.2	Instrumentos.....	31
2.5	Procedimiento .....	31
2.5.1	Etapa 1: Recolección y análisis de muestras de suelo .....	31
2.5.1.1	Descripción de la zona de estudio .....	31
2.5.1.2	Selección y extracción de suelo para elaboración de especímenes ...	32
2.5.1.3	Selección y extracción de muestra de suelo para fines de cimentación .....	38
2.5.1.4	Análisis de mecánica de suelos .....	40
2.5.2	Etapa 2: Elaboración de muestras de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio.....	47
2.5.2.1	Procedimiento de elaboración .....	49
2.5.3	Etapa 3: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de las muestras elaboradas. .....	56
2.5.3.1	Ensayo Físico.....	56
2.5.3.2	Ensayo Mecánico.....	56
2.5.3.3	Evaluación estadística de los resultados .....	61
2.5.4	Etapa 4: Modelado sísmico y Diseño estructural.....	61
2.5.4.1	Diseño Arquitectónico.....	61
2.5.4.2	Componentes de la edificación.....	62
2.5.4.3	Modelado estructural y análisis sísmico.....	65
2.5.4.4	Diseño de los elementos estructurales .....	75
2.6	Procesamiento y Análisis de datos.....	75
2.6.1	Etapa 1: Recolección y análisis de muestras de suelo .....	75
2.6.1.1	Selección de muestras de suelos: Pruebas de Campo.....	75
2.6.1.2	Análisis de mecánica de suelos .....	77

2.6.2	Etapa 2: Elaboración de muestras de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio.....	91
2.6.3	Etapa 3: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de las muestras. ....	95
2.6.3.1	Ensayo Físico.....	95
2.6.3.2	Ensayo Mecánico.....	97
2.6.4	Etapa 4: Modelado sísmico y Diseño estructural.....	101
2.6.4.1	Análisis estructural de la armadura .....	101
2.6.4.2	Modelado Sísmico de la vivienda.....	106
2.6.4.2.1.	Verificación de la densidad mínima de muros .....	106
2.6.4.2.2.	Construcción del modelo en ETABS V.20 .....	108
2.6.4.2.3.	Metrados y asignación de cargas.....	111
2.6.4.2.4.	Periodo fundamental y masas participativas .....	113
2.6.4.2.5.	Análisis sísmico estático según norma E.030 .....	116
2.6.4.2.6.	Análisis sísmico dinámico según norma E.030.....	122
2.6.4.3	Diseño estructural.....	133
2.6.4.3.1.	Diseño de los muros portantes de tapial.....	133
2.6.4.3.2.	Diseño de la cimentación .....	150
III.	RESULTADOS .....	160
3.1	Pruebas de campo .....	160
3.2	Ensayo de mecánica de suelos .....	160
3.3	Pruebas físico-mecánico de las muestras.....	161
3.4	Resultados del Modelado y Análisis sísmico estático-dinámico de la vivienda. .....	162
IV.	DISCUSIÓN .....	166
V.	CONCLUSIONES .....	169
VI.	RECOMENDACIONES.....	171
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	172
VIII.	ANEXOS .....	176

ANEXO 1.-Panel Fotográfico.....	176
ANEXO 02.-Resultados del análisis de mecánica de suelos .....	180
ANEXO 3.-Memoria de cálculo de diseño de cobertura .....	199
ANEXO 4.-Cálculo de la capacidad portante del suelo.....	204
ANEXO 5.-Planos de la edificación .....	205

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cantidad de unidades BTA a ensayar .....	29
<b>Tabla 2</b> Coordenadas UTM de la ubicación de las canteras .....	33
<b>Tabla 3</b> Coordenadas UTM de la calicata C-1 .....	37
<b>Tabla 4</b> Coordenadas UTM de la calicata C-2.....	38
<b>Tabla 5</b> Datos Climatológicos de la localidad de la Jalca, Amazonas, Perú .....	48
<b>Tabla 6</b> Número de golpes para la compactación de las muestras.....	52
<b>Tabla 7</b> Factores de corrección de esbeltez de muretes .....	58
<b>Tabla 8</b> Densidad Básica para maderas latifoliadas.....	67
<b>Tabla 9</b> Módulo de elasticidad para madera latifoliadas MPa (kg/cm <sup>2</sup> ).....	67
<b>Tabla 10</b> Dimensiones reales y equivalentes comerciales de las secciones de madera .	67
<b>Tabla 11</b> Densidad mínima de muros .....	69
<b>Tabla 12</b> Factores de Zona "Z" .....	72
<b>Tabla 13</b> Factores de suelo "S" .....	72
<b>Tabla 14</b> Periodos Tp y Tl .....	72
<b>Tabla 15</b> Coeficientes básicos de reducción de los sistemas estructurales .....	73
<b>Tabla 16</b> Resumen de parámetros para el modelado sísmico .....	74
<b>Tabla 17</b> Límites de distorsión de entrepiso .....	75
<b>Tabla 18</b> Desarrollo de prueba de campo "Cinta de barro" .....	76
<b>Tabla 19</b> Desarrollo de prueba de campo "Presencia de Arcilla" .....	76
<b>Tabla 20</b> Desarrollo de prueba de campo "Prueba de sedimentación" .....	77
<b>Tabla 21</b> Procesamiento de ensayo de Análisis Granulométrico de suelos por tamizado para la calicata C-01 de la Cantera N°2.....	77
<b>Tabla 22</b> Procesamiento de ensayo de Análisis Granulométrico de suelos por tamizado para la calicata C-02 Para efectos de cimentación.....	79
<b>Tabla 23</b> Procesamiento de ensayo de contenido de humedad natural del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes.....	80
<b>Tabla 24</b> Procesamiento de ensayo de contenido de humedad natural del suelo de calicata C-02 para fines de cimentación .....	81
<b>Tabla 25</b> Procesamiento de ensayo de límite líquido del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes .....	81
<b>Tabla 26</b> Procesamiento de ensayo de límite Plástico del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes .....	82

<b>Tabla 27</b> Procesamiento de ensayo de límite líquido del suelo de calicata C-02, para fines de cimentación .....	83
<b>Tabla 28</b> Procesamiento de ensayo de límite plástico del suelo de calicata C-02, para fines de cimentación .....	84
<b>Tabla 29</b> Procesamiento de ensayo de densidad aparente del suelo de calicata C-01 ...	84
<b>Tabla 30</b> Procesamiento de ensayo de densidad aparente del suelo de calicata C-02 ...	85
<b>Tabla 31</b> Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +0%CaO.....	85
<b>Tabla 32</b> Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +5%CaO.....	86
<b>Tabla 33</b> Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +10%CaO.....	88
<b>Tabla 34</b> Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +15%CaO.....	89
<b>Tabla 35</b> Densidad humedad inicial (ensayo de corte directo) .....	90
<b>Tabla 36</b> Contenido de humedad inicial (ensayo de corte directo).....	91
<b>Tabla 37</b> Velocidad de corte (ensayo de corte directo).....	91
<b>Tabla 38</b> Condición de muestra BTA posterior al secado .....	94
<b>Tabla 39</b> Densidad de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio.....	95
<b>Tabla 40</b> Densidad de ensayo de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio .....	96
<b>Tabla 41</b> Densidad de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio.....	97
<b>Tabla 42</b> Compresión axial de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio .....	97
<b>Tabla 43</b> Compresión axial de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio .....	98
<b>Tabla 44</b> Compresión axial de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio .....	99
<b>Tabla 45</b> Compresión diagonal de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio.....	99
<b>Tabla 46</b> Compresión diagonal de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio.....	100
<b>Tabla 47</b> Compresión diagonal de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio.....	101

<b>Tabla 48</b>	Reacciones en los apoyos por carga muerta; de la cobertura.....	105
<b>Tabla 49</b>	Reacciones en los apoyos por carga viva; de la cobertura.....	106
<b>Tabla 50</b>	Secciones de muros en las direcciones X, Y .....	107
<b>Tabla 51</b>	Verificación de la densidad mínima de muros.....	108
<b>Tabla 52</b>	Periodo fundamental y masas participativas del modelo con albañilería de tapial típico con 0% de CaO .....	114
<b>Tabla 53</b>	Periodo fundamental y masas participativas del modelo con albañilería de tapial mejorado con 5% de CaO .....	115
<b>Tabla 54</b>	Parámetros sísmicos para análisis estático del modelo del tapial típico.....	116
<b>Tabla 55</b>	Peso sísmico de la edificación de tapial típico .....	117
<b>Tabla 56</b>	Cortante basal estática en dirección X-X del modelo con albañilería de tapial típico .....	117
<b>Tabla 57</b>	Cortante basal estática en dirección Y-Y del modelo con albañilería de tapial típico .....	118
<b>Tabla 58</b>	Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial típico .....	118
<b>Tabla 59</b>	Parámetros sísmicos para análisis estático.....	119
<b>Tabla 60</b>	Peso sísmico de la edificación de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	120
<b>Tabla 61</b>	Cortante basal estática en dirección X-X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	120
<b>Tabla 62</b>	Cortante basal estática en dirección Y-Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	120
<b>Tabla 63</b>	Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	121
<b>Tabla 64</b>	Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial típico .....	126
<b>Tabla 65</b>	Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial típico .....	127
<b>Tabla 66</b>	Fuerza cortante dinámica en X e Y del modelo con albañilería de tapial típico .....	128
<b>Tabla 67</b>	Fuerza cortante de diseño XX-YY del modelo con albañilería de tapial típico .....	129
<b>Tabla 68</b>	Deriva máxima en dirección X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	131



<b>Tabla 69</b> Deriva máxima en dirección Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	132
<b>Tabla 70</b> Fuerza cortante dinámica en X e Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	133
<b>Tabla 71</b> Fuerza cortante de diseño XX-YY del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	133
<b>Tabla 72</b> Peso de los muros de tapial típico por combinación $P_m=CM +CV$ .....	135
<b>Tabla 73</b> Datos de Resistencias mecánicas para el diseño de los muros de albañilería de tapial típico .....	135
<b>Tabla 74</b> Diseño por cargas de gravedad de los muros de tapial típico .....	136
<b>Tabla 75</b> Cortantes sobre los muros de tapial típico por sismo moderado en X.....	137
<b>Tabla 76</b> Cortantes sobre los muros de tapial típico por sismo moderado en Y.....	138
<b>Tabla 77</b> Control de fisuración para sismo moderado de los muros de tapial típico ...	138
<b>Tabla 78</b> Verificación de la resistencia al corte de los muros de tapial típico.....	140
<b>Tabla 79</b> Cortantes del sismo severo en X de los muros de tapial típico.....	140
<b>Tabla 80</b> Cortantes del sismo severo en Y de los muros de tapial típico.....	141
<b>Tabla 81</b> Diseño de muro por resistencia ante sismo severo de los muros de tapial típico .....	142
<b>Tabla 82</b> Peso de los muros de albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO por combinación $P_m=CM +CV$ .....	143
<b>Tabla 83</b> Datos de Resistencias mecánicas para el diseño de los muros de albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	144
<b>Tabla 84</b> Diseño por cargas de gravedad de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	144
<b>Tabla 85</b> Cortantes sobre los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO, por sismo moderado en X.....	146
<b>Tabla 86</b> Cortantes sobre los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO por sismo moderado en Y.....	146
<b>Tabla 87</b> Control de fisuración para sismo moderado de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	147
<b>Tabla 88</b> Verificación de la resistencia al corte de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO.....	148
<b>Tabla 89</b> Cortantes del sismo severo en X de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	149

<b>Tabla 90</b> Cortantes del sismo severo en Y de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	149
<b>Tabla 91</b> Diseño de muro por resistencia ante sismo severo de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	150
<b>Tabla 92</b> Resultados de pruebas de campo .....	160
<b>Tabla 93</b> Resumen de ensayos estándar de mecánica de suelos .....	160
<b>Tabla 94</b> Resumen de ensayo especial de Proctor Modificado por el método A.....	161
<b>Tabla 95</b> Resumen de ensayo especial de Corte Directo .....	161
<b>Tabla 96</b> Resumen de ensayo físico de densidad de muros BTA .....	161
<b>Tabla 97</b> Resumen de ensayo mecánico de compresión axial de muros BTA .....	162
<b>Tabla 98</b> Resumen de ensayo mecánico de compresión diagonal de muros BTA .....	162
<b>Tabla 99</b> Resumen de resultado de la cortante basal estática del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO) .....	162
<b>Tabla 100</b> Resumen del resultado de la cortante basal estática del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	163
<b>Tabla 101</b> Resumen del resultado del control de derivas del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO) .....	163
<b>Tabla 102</b> Resumen del resultado del control de derivas del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	164
<b>Tabla 103</b> Resumen del resultado del cortante dinámico y cortante de diseño del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO).....	164
<b>Tabla 104</b> Resumen del resultado del cortante dinámico y cortante de diseño del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	164

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación de la zona de estudio .....	32
<b>Figura 2</b> Ubicación de las canteras de tierra .....	34
<b>Figura 3</b> Desarrollo de prueba de campo: Cinta de barro .....	35
<b>Figura 4</b> Desarrollo de prueba de campo: Presencia de arcilla.....	35
<b>Figura 5</b> Desarrollo de prueba de campo: Prueba de sedimentación.....	36
<b>Figura 6</b> Ubicación de la calicata C-1 en la cantera N°2.....	37
<b>Figura 7</b> Extracción de muestra de suelo de la cantera N°2 .....	38
<b>Figura 8</b> Ubicación de la calicata C-2.....	39
<b>Figura 9</b> Realización de calicata C-2.....	39
<b>Figura 10</b> Diagrama para Clasificación de Suelo de Granulometría Gruesa (Más del 50% es Retenido en la Malla No.200) .....	41
<b>Figura 11</b> Ranura de masa de suelo previo y post efectuado el ensayo de límite líquido .....	43
<b>Figura 12</b> Preparación de las mezclas de suelo-CaO.....	50
<b>Figura 13</b> Dimensiones de los encofrados para la elaboración de las muestras. ....	51
<b>Figura 14</b> Vista frontal de los encofrados para la elaboración de las muestras.....	51
<b>Figura 15</b> Elaboración de las muestras BTA .....	53
<b>Figura 16</b> Secado de las muestras BTA.....	54
<b>Figura 17</b> Fisuración de las muestras de ensayo del lote N°4 BTA +15% CaO .....	55
<b>Figura 18</b> Ejecución de Ensayo de densidad de las muestras BTA.....	56
<b>Figura 19</b> Desarrollo de ensayo de compresión Axial de muretes .....	59
<b>Figura 20</b> Disposición de muros para ensayo de compresión diagonal.....	60
<b>Figura 21</b> Desarrollo de ensayo de compresión diagonal de muretes .....	61
<b>Figura 22</b> Distribución en planta de la vivienda.....	62
<b>Figura 23</b> Detalle de cimentación para edificación de tapial.....	63
<b>Figura 24</b> Límites Geométricos de muros y vanos .....	64
<b>Figura 25</b> Relación de los materiales de las cubiertas con las pendientes.....	65
<b>Figura 26</b> Zonas Sísmicas.....	71
<b>Figura 27</b> Curva granulométrica del suelo de la calicata C-1, de la cantera N°2.....	78
<b>Figura 28</b> Curva granulométrica del suelo de la calicata C-2.....	80
<b>Figura 29</b> Gráfico de Límite líquido de muestra de suelo de calicata C-1 .....	82
<b>Figura 30</b> Gráfico de Límite líquido de muestra de suelo de calicata C-2 .....	83

<b>Figura 31</b> Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +0%CaO.....	86
<b>Figura 32</b> Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +5%CaO.....	87
<b>Figura 33</b> Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +10%CaO.....	88
<b>Figura 34</b> Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +15%CaO.....	90
<b>Figura 35</b> Definición de material: madera, para el modelado de cobertura en SAP 2000 .....	102
<b>Figura 36</b> Definición de secciones para el modelado de cobertura en SAP 2000 .....	102
<b>Figura 37</b> Construcción del modelo de cobertura en SAP 2000.....	103
<b>Figura 38</b> Definición de casos de carga de la cobertura en SAP 2000 .....	103
<b>Figura 39</b> Definición de combinaciones de carga de la cobertura en SAP 2000.....	104
<b>Figura 40</b> Reacciones en los apoyos por carga muerta; de la cobertura .....	104
<b>Figura 41</b> Reacciones en los apoyos por carga viva; de la cobertura .....	105
<b>Figura 42</b> Etiquetado de muros en las direcciones X, Y.....	107
<b>Figura 43</b> Definición de materiales en ETABS .....	109
<b>Figura 44</b> Definición de elementos en ETABS .....	110
<b>Figura 45</b> Modelado de la edificación .....	110
<b>Figura 46</b> Definición de patrones de carga (CM y CV).....	111
<b>Figura 47</b> Asignación de cargas muertas de la cobertura .....	112
<b>Figura 48</b> Asignación de cargas vivas de la cobertura.....	112
<b>Figura 49</b> Definición del peso sísmico .....	113
<b>Figura 50</b> Combinación de peso sísmico $P=100\%CM+25\%CV$ .....	117
<b>Figura 51</b> Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial típico .....	119
<b>Figura 52</b> Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	121
<b>Figura 53</b> Espectro de respuesta de la norma E.030-2018.....	122
<b>Figura 54</b> Definición del caso de carga del sismo dinámico en las direcciones X e Y	123
<b>Figura 55</b> Definición de la combinación de SXDIN para la deriva en X .....	124
<b>Figura 56</b> Definición de la combinación de SYDIN para la deriva en Y .....	125

<b>Figura 57</b> Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial típico .....	126
<b>Figura 58</b> Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial típico .....	127
<b>Figura 59</b> Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	130
<b>Figura 60</b> Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO .....	131
<b>Figura 61</b> combinación de servicio $P_m=CM+CV$ .....	134
<b>Figura 62</b> Definición de los materiales en el programa "Safe" .....	151
<b>Figura 63</b> Definición de elementos en el programa "Safe" .....	152
<b>Figura 64</b> Coeficientes de balasto para "Safe" .....	153
<b>Figura 65</b> Asignación del coeficiente de balasto en el programa "Safe" .....	154
<b>Figura 66</b> Combinación de servicios en "Safe" .....	155
<b>Figura 67</b> Creación del modelo de la cimentación en "Safe" .....	156
<b>Figura 68</b> Asignación de cargas adicionales en "Safe" .....	157
<b>Figura 69</b> Diagrama de presiones por $CS_1=CM+CV$ .....	158
<b>Figura 70</b> Diagrama de presiones por $CS_2=CM+CV+0.8SXDISEÑO$ .....	158
<b>Figura 71</b> Diagrama de presiones por $CS_3=CM+CV+0.8SYDISEÑO$ .....	159

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo determinar la respuesta al modelado sísmico de una vivienda con mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio, en la localidad de la Jalca Grande, para tal efecto se realizó una serie de procesos dividido en cuatro etapas, mediante procedimientos propios de la ingeniería de materiales, y la ingeniería estructural. En la primera etapa se realizó la extracción de una muestra de suelo (material característico para la elaboración de tapias) para hacerle una caracterización mediante el análisis de mecánica de suelos, determinando así que la muestra en estudio fue clasificada según la norma (A.S.T.M. D 2487-STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), y se describe como un suelo Arena arcillosa (SC). En la segunda etapa, se realizó la elaboración de especímenes o bloques de tierra apisonada (BTA) con la finalidad de conocer la resistencia de los muros de tapial estabilizados con óxido de calcio; en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10% y 15% respecto a la mezcla. En la tercera etapa se realizaron los ensayos físico-mecánicos posterior al secado de los especímenes a los 28 días; determinando así estadísticamente un mejor comportamiento en el lote experimental correspondiente a la adición del 5% de óxido de calcio, presentando una resistencia a la compresión axial de  $f'_m$  de 8.00 kg/cm<sup>2</sup> con densidad promedio de 2010.47 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a la compresión diagonal  $V'_m = 0.57$  kg/cm<sup>2</sup> siendo mejor considerablemente al resto de lotes experimentales. Finalmente, con estos valores; se efectuó en la cuarta etapa de esta investigación; un modelado y análisis sísmico estático-dinámico de una vivienda de tapial con las características mecánicas mejoradas del material (suelo) con adición de 5% de CaO. Concluyéndose que, mediante el modelado sísmico de la vivienda en la localidad de la Jalca Grande, se obtuvo una respuesta admisible verificada mediante el control de derivas ( $X = 0.001812$ ,  $Y = 0.001686$ ); menores a lo establecido por la norma E.030 del RNE ( $X$ ,  $Y = 0.005$ ) para este tipo de sistema estructural.

**Palabras Clave:** Modelado Sísmico, Bloque de Tierra Apisonada, Arena Arcillosa, Adición de Óxido de Calcio, ensayos físico-mecánicos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the response to the seismic modeling of a house with rammed earth masonry stabilized with calcium oxide, in the town of Jalca Grande, for this purpose a series of processes divided into four stages were carried out, using procedures typical of materials engineering and structural engineering. In the first stage, the extraction of a soil sample (characteristic material for the production of rammed earth) was carried out to perform a characterization through soil mechanics analysis, thus determining that the sample under study was classified according to the standard (A.S.T.M. D 2487). -STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), and is described as a Clayey Sand (SC) soil. In the second stage, the preparation of specific rammed earth blocks (BTA) was carried out in order to know the resistance of the rammed earth walls stabilized with calcium oxide; in weight percentages of 0%, 5%, 10% and 15% with respect to the mixture. In the third stage, the physical-mechanical tests were carried out after drying the specimens after 28 days; thus, statistically determining a better behavior in the experimental batch corresponding to the addition of 5% of calcium oxide, presenting an axial compression resistance of  $f_m$  of 8.00 kg/cm<sup>2</sup> with an average density of 2010.47 kg/m<sup>3</sup> and a resistance to the diagonal compression  $V_m = 0.57$  kg/cm<sup>2</sup> being considerably better than the rest of the experimental batches. Finally, with these values; It was carried out in the fourth stage of this investigation; a static-dynamic seismic modeling and analysis of a rammed earth house with the improved mechanical characteristics of the material (soil) with the addition of 5% CaO. Concluding that, through the seismic modeling of the house in the town of Jalca Grande, an admissible response verified by the control of derivations was obtained ( $X = 0.001812$ ,  $Y = 0.001686$ ); less than what is established by standard E.030 of the RNE ( $X, Y=0.005$ ) for this type of structural system.

**Keywords:** Seismic Modeling, Rammed Earth Block, Clay Sand, Addition of Calcium Oxide, physical-mechanical tests.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años; la tierra como material de construcción ha sido utilizado en distintos lugares del mundo, de alguna y otra manera todas las culturas antiguas lo han empleado para la construcción de sus viviendas y obras religiosas. Uno de los sistemas constructivos de remembranza histórica y cultural; en el que prima este material, es el tapial. Existen muchas evidencias del uso de este sistema constructivo que datan de tiempos remotos, se estima que de forma primitiva se remonta a 5000 años a.C. en Asiria; donde se encontraron cimientos de tierra compactada (Barros & Imhoff, 2010, p. 3).

El tapial o tapia pisada, es una técnica que consiste en la construcción de muros de tierra arcillosa cruda prehumedecida, compactada a golpes con un pisón dentro de encofrados reutilizables. Las dimensiones de los muros varían dependiendo de la zona, generalmente en el Perú éstos varían entre 40 a 50 cm de espesor con una longitud entre 120 a 200 cm de largo por 40 a 60 cm de alto (Tantaleán Altamirano, 2018, p. 18). Construir viviendas con mampostería de tapial, posee muchas ventajas, repercutiendo sobre todo el aspecto económico y social. Sin embargo, también tiene gran desventaja por lo frágil y poca resistencia mecánica que presenta, manifestando alta debilidad frente a los sismos, ya que la carencia de diafragmas rígidos en el plano de los entrepisos no permite una conexión rígida con los muros que absorban las sollicitaciones horizontales (Bringas Segura & Ruiz Castillo, 2020a, p. 13).

El uso de arcilla sola o únicamente tierra para el tapial; no es apropiado como unidad de mampostería debido a que es un material quebradizo y que se agrieta rápidamente; debiendo añadir otros materiales a la mezcla que mejoren su resistencia y flexibilidad (Dawood et al., 2021). En los últimos años se han venido haciendo muchas investigaciones con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del tapial, añadiendo distintos materiales y/o estabilizadores que incidan en una mejora de su durabilidad y resistencia antes las acciones extremas de los sismos.

Bringas & Ruiz (2020), en su investigación; “Influencia del uso de la goma natural de *Cordia lutea* en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado Cungunday, distrito de Charat (Otuzco)” tuvieron como objetivo la determinación de la magnitud de influencia al adicionar goma natural de *Cordia lutea* Lam en la resistencia a cargas de compresión, módulo de elasticidad y succión en el tapial para lo cual en principio; estudiaron y analizaron las propiedades físicas y mecánicas de la tierra como un material de construcción. Posteriormente realizaron 100 muestras de



tierra compactada con diferentes dimensiones (15cm x 10cm x 6cm, 15cm x 10cm x 10cm y 15cm x 10cm x 15cm) dividida en cuatro grupos con influencia en porcentaje de goma natural de cordia lutea de 0%, 5%, 10% y 20% respecto al contenido de tierra, demostrando así que al adicionar goma natural de Cordia lutea; se obtienen mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas del tapial.

Quispe (2019), en su investigación denominada “Características mecánicas de tapial elaborados con fibras de caña de azúcar, distrito de Bagua Grande, región Amazonas en el 2018” tuvo como objetivo; el análisis de la variación de las características mecánicas del tapial al adicionar fibras de caña de azúcar. Para evaluar la resistencia a compresión elaboraron especímenes prismáticos con dimensiones de 10 x 10 x 15 cm, con adición de fibra de caña de azúcar en volumen de 10%, 15% y 20 % en concordancia con la norma E.080: Anexo R.M N° 121-2017-vivienda, y de la norma NTP. 339-034. Sus características mecánicas lo evaluaron mediante ensayos de laboratorio luego de 28 días de secado de los especímenes, obteniendo mediante un modelado sísmico; los desplazamientos máximos que correspondieron al 20 % de fibra con el cual obtuvieron 1.82 mm en dirección X y 2.31 mm en dirección Y. Concluyendo que las características mecánicas del tapial tienen una mejora favorable cuando se adiciona fibra de caña de azúcar en un 20%.

Chuqui & Chalco (2018), en su investigación realizada en Cusco denominada “Evaluación de las propiedades mecánicas de muros tipo tapial para viviendas económicas con presencia de hiladas de mortero de cemento – arena, en la A.P.V. Ayuda Mutua, 2017”. Con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas de compresión axial y resistencia al corte; de viviendas con mampostería de tapial, procedieron con la elaboración de dos lotes de especímenes, uno en forma de pilas y otro lote en forma de muretes. Luego de 28 días de secado de las muestras se realizaron dichas pruebas mecánicas, obteniendo una resistencia promedio a compresión axial de 6.97 Kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al primer lote de especímenes; con una desviación estándar de 0.85 Kg/cm<sup>2</sup> y coeficiente de variación de 12.21%. Concluyendo que la adición de hiladas de mortero de cemento y arena en la elaboración de tapiales, aumenta la resistencia a compresión axial en un 11.34% con respecto al tapial sin refuerzo.

Ramírez (2019), En su investigación realizada en Chachapoyas; denominada “Modelamiento sísmico de una vivienda, en base a unidades de albañilería de suelo cemento en la villa San Juan, Magdalena Amazonas-2017” con el objetivo de determinar la respuesta al modelamiento sísmico de una vivienda de mampostería con unidades de

albañilería suelo cemento, elaboró un lote de especímenes con adición de 7%, 11%, 15% y 19% de cemento con respecto a la mezcla de suelo y arena ( con 40% de aporte de tierra colpar y un 60% de aporte arena de cerro). Luego de efectuar pruebas físico-mecánicas a todos los especímenes determinó que el lote experimental con adición de 19% de cemento tiene un mejor comportamiento. Concluyendo así que el modelado sísmico de la vivienda, efectuada considerando las propiedades del ladrillo de tierra comprimida del lote con 19% de adición de cemento, presentó respuesta admisible según normas del reglamento Nacional de Edificaciones E 0.70, E 0.30, E 0.20, con deriva en  $X = 0.004315$ ,  $Y = 0.003262$ ; siendo valores menores a 0.005; valor admisible para albañilería.

De acuerdo a los reportes del Instituto Geofísico del Perú (IGP), El 28 de noviembre de 2021, ocurrió un sismo de magnitud 7.5 grados en la escala de Mercalli, con epicentro en la provincia del Datem del Marañón, región de Loreto. Dentro de un radio de 250 km desde el epicentro del sismo, se han producido aceleraciones mayores a  $100 \text{ cm/seg}^2$ , siendo el distrito de la Jalca Grande, en la provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas, uno de los lugares más afectados; evidenciándose principalmente el colapso de muchas viviendas construidas con adobe, tapial y madera. En ese contexto y frente a tal problemática, en la presente investigación se tuvo como objetivo principal realizar un modelado sísmico de una vivienda con mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio, buscando así evaluar su respuesta sísmica verificada mediante esfuerzos y desplazamientos. Para tal efecto se realizó varias actividades divididas por etapas:

**Etapas:**  
Etapa 1: Recolección de muestras de suelos. El objetivo en esta etapa fue efectuar una correcta selección de suelos para la elaboración de las muestras de ensayo (especímenes). Esto mediante pruebas de campo; específicamente las pruebas de arcilla, cinta de barro y de sedimentación, realizado en tres canteras distintas (Cantera N°1, N°2 y N°3). Así, de la mejor cantera de suelo se procedió a obtener una muestra; al que se le realizó un análisis de mecánica de suelos para la caracterización de los materiales.

Etapa 2: Elaboración de muestras de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio. En esta etapa de la investigación se tuvo como objetivo elaborar 4 lotes de especímenes de mampostería de tapial; bloques de tierra apisonada BTA de dimensiones  $40 \times 40 \times 15 \text{ cm}$  con adición de óxido de calcio en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10% y 15% respecto a la mezcla.

Etapa 3: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de las muestras elaboradas. El objetivo fue determinar el lote experimental con mayor resistencia axial ( $f'm$ ) y de corte ( $V'm$ ) de los muros de tapial estabilizados con óxido de calcio.

Etapa 4: Modelado sísmico de una vivienda. En esta última etapa de la investigación se realizó un modelado sísmico de una vivienda haciendo uso del programa ETABS V20; con los valores obtenidos en la etapa precedente de la investigación, previo a su diseño arquitectónico, determinando así los esfuerzos y desplazamientos y verificando su cumplimiento en concordancia con los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Finalmente, luego de realizado el modelado sísmico se procedió a diseñar los componentes estructurales de la vivienda.

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

Por su enfoque; esta investigación es de tipo cuantitativa con diseño experimental, que es caracterizada por la manipulación intencional de las variables independientes para así analizar las consecuencias que efectúa sobre las variables dependientes (Arévalo et al., 2020) .En efecto; en ésta investigación se buscó la obtención de la características físico-mecánicas de una muestra representativa de mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio, siendo éstos ;lotes de bloques de tierra apisonada (BTA) elaborados con adición de óxido de calcio en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10%, y 15%. Mediante el desarrollo estos ensayos, se determinó el lote experimental con mayor capacidad de resistencia mecánica que correspondió al 5% de adición de CaO, y empleando estos resultados; se realizó un modelado sísmico de una vivienda típica de tapial, mediante el software ETABS V20 con lo cual se determinó su respuesta sísmica en función a esfuerzos y desplazamientos.

### **2.1 Muestra y muestreo**

#### **2.1.1 Muestra**

La muestra de esta investigación fueron 4 lotes de bloques de tierra apisonada (BTA) con adición de óxido de calcio en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10%, y 15%.

##### **2.1.1.1 Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra estuvo definido por la cantidad de ensayos desarrollados sobre los BTA para determinar sus propiedades físico-mecánicas. Así según lo establecido en la norma E.080, artículo 8, ítem 8.1-C y 8.2-C, del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el cual estipula que se debe ensayar como mínimo 6 muestras para cada tipo de ensayo a realizar. Se elaboró 6 bloques de tierra apisonada por cada tipo de ensayo, de modo que la totalidad de muestras o el universo muestral fue de 48 unidades de bloques de tierra apisonada (BTA). En la siguiente tabla se detalla la cantidad de muestras por lote experimental.

**Tabla 1***Cantidad de unidades BTA a ensayar*

Tipo de ensayo	Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Dosificación de CaO				Parcial (und)
			1° Lt	2° Lt	3° Lt	4° Lt	
Físico	Mecánico		0%	5%	10%	15%	
	Compresión axial (F'm)		6	6	6	6	24
Densidad	Compresión diagonal (V'm)	Murete 40 x 40 x 15	6	6	6	6	24
Total, de unidades BTA							48

### 2.1.2 Muestreo

Un muestreo que se caracteriza por elegir los elementos de estudio de forma intencional a criterio del investigador en el cual no es posible estimar el error muestral ;se considera como un muestreo no probabilístico (Borja, 2016, p. 32).En ese mismo contexto; en la presente investigación el muestreo fue **no probabilístico** de tipo intencional, debido a que las muestras fueron elegidas convenientemente para cumplir con los propósitos de la investigación, a su vez que se cumplió con los lineamientos y criterios mínimos establecidos en las norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## 2.2 Variables de estudio

### 2.2.1 Variable Independiente

**X1:** Especímenes de mampostería de tapial BTA elaborados con adición de óxido de calcio en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10% y 15%.

#### Indicadores:

- ✓ Granulometría del suelo
- ✓ Contenido de humedad del suelo
- ✓ Límites de Consistencia del suelo
- ✓ Peso específico
- ✓ Dosificación de cal para la elaboración de especímenes
- ✓ Contenido óptimo de humedad de compactación
- ✓ Dimensiones de los especímenes

**X2:** Propiedades físico-mecánicas de los especímenes BTA de la mampostería de tapial.

**Indicadores:**

- ✓ Densidad de los especímenes
- ✓ Resistencia a la compresión axial ( $F'm$ )
- ✓ Resistencia a la compresión diagonal ( $V'm$ )

**2.2.2 Variable Dependiente**

**Y1:** Modelado y Análisis sísmico

**Indicadores:**

- ✓ Diseño arquitectónico de la vivienda
- ✓ Parámetros de sitio
- ✓ Categoría y factor de uso de la edificación
- ✓ Configuración estructural
- ✓ Sistema estructural
- ✓ Estructuración en planta
- ✓ Desplazamientos laterales
- ✓ Análisis estático y dinámico

**2.3 Método**

**Método inductivo**

Se trata de una forma de pensar en la que uno comienza a comprender casos especiales para un conocimiento más general, basándose en la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, buscando características comunes en un grupo dado, para sacar conclusiones sobre todos los aspectos (Rodríguez Jiménez & Pérez Jacinto, 2017).

En efecto, para esta investigación se empleó el método inductivo, donde se procedió con la elaboración de muestras de tapial (4 lotes de bloques de tierra apisonada BTA) con adición de óxido de calcio (cal viva) en porcentajes en peso de 0%,5%, 10%, y 15%, previo estudio de muestras de suelos y su clasificación para luego someterlos a ensayos físico-mecánicos; seleccionando estadísticamente las características y propiedades del lote más óptimo , para posteriormente con ésta información llegar a conclusiones generales con la realización de un modelado sísmico de una vivienda típica de mampostería de tapial .

**2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Este parte de la investigación es una expresión del desempeño del diseño de estudio y sus especificaciones sobre cómo investigar, es decir, aplicar instrumentos para recolectar los

datos que luego se codifican, tabulan y analizan para formular conclusiones. (Gallardo Echenique, 2017, p. 72).

#### **2.4.1 Técnicas**

En la presente investigación; se realizó diversos ensayos de forma secuencial y por etapas. La primera etapa correspondió a la recolección de muestras de suelos a través de pruebas de campo y su caracterización en laboratorio, desarrollando la técnica de observación directa para las pruebas de campo y la técnica de pruebas estandarizadas para los ensayos de laboratorio; de acuerdo con los estándares normativos aplicables para cada ensayo, lo cual fue certificado por el laboratorio de mecánica de suelos.

En la segunda parte se procedió con la elaboración de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio, aplicando también la técnica de la observación; que nos permitió evaluar el cumplimiento de la norma E.080 en cada una de las muestras de BTA.

La tercera etapa; fue la ejecución del ensayo físico-mecánico en laboratorio, en el cual también se desarrolló la técnica de la observación, recopilando y registrando los datos de cada uno de los ensayos desarrollados. De todas estas pruebas se obtuvo resultados el cual se analizó en la cuarta etapa de modelado sísmico y diseño estructural de una vivienda con mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio al 5%. Para el modelado y el diseño sísmico se empleó los parámetros establecidos en las normas E.020, E.030 y E.080, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **2.4.2 Instrumentos**

- ✓ Ficha técnica de recolección de datos. - Las fichas técnicas fueron elaborados para cada uno de los ensayos que se realizó en función a los indicadores de cada variable de estudio y a su vez fueron validados por los laboratorios donde se realizaron los ensayos respectivos.
- ✓ Software Etabs V20.- Nos permitió evaluar el comportamiento sísmico de la vivienda con mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio.

### **2.5 Procedimiento**

#### **2.5.1 Etapa 1: Recolección y análisis de muestras de suelo**

##### **2.5.1.1 Descripción de la zona de estudio**

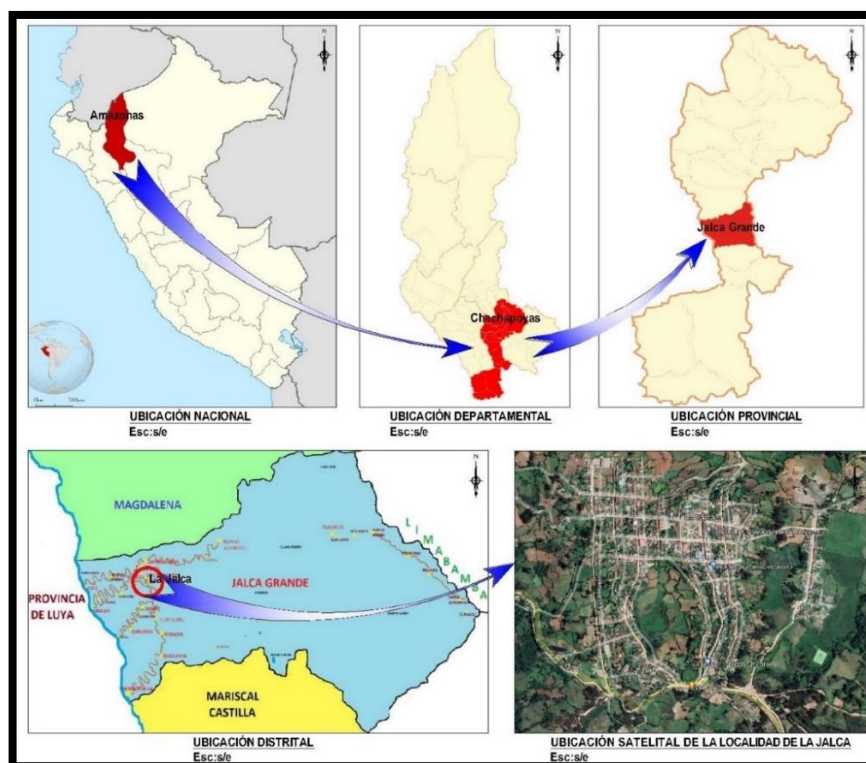
La presente investigación tubo como zona de estudio la localidad La Jalca, ubicado geográficamente en las coordenadas 6° 29' 5" S y 77° 48' 55"O a una altitud de 2891 m.s.n.m. en el distrito Jalca grande, provincia Chachapoyas, departamento de Amazonas.

Esta localidad presenta aproximadamente el 70% de las construcciones de viviendas a base de tapial. Generalmente se construyen de uno a dos pisos de geometría rectangular con medidas aproximadamente entre 4.0 a 8.0 metros de longitud; por 3.0 a 5.0 metros de ancho y el espesor de los muros varía entre 40 a 50 centímetros.

En cuanto a las viviendas de dos pisos; en el primer nivel los muros se conectan mediante vigas de madera distribuidas entre 0.90 a 1.10 metros en el lado de la geometría de menor longitud de la vivienda y sobre ella se apoya tablas, que juntos forman un piso flexible. En el segundo piso se construye de forma similar a excepción de que las vigas soportan la carga del techo.

### Figura 1

*Ubicación de la zona de estudio*



#### 2.5.1.2 Selección y extracción de suelo para elaboración de especímenes

Para la selección de un suelo adecuado para la elaboración de tapiales, se debe obtener muestras representativas de estos suelos y realizarle pruebas y ensayos. Usualmente se realiza ensayos de mecánica de suelos para su correcta selección. Sin embargo, existen pruebas de campo que nos proporcionan información aproximada acerca de las características de un buen suelo para la construcción con tapial.



Un suelo adecuado para estos fines se compone de arena; limo y arcilla en proporciones adecuadas, si el suelo contiene mucha arcilla; el riesgo de aparición de grietas durante el secado aumenta, por otro lado, si la cantidad de arena o limo es bastante, podría no tener una adecuada cohesión interna y el tapial podría desgranarse con facilidad. Neves & Obede Borges (2011) en su investigación denominada “Técnicas de construcción con tierra” recopilaron distintos estudios acerca de las composiciones granulométricas adecuadas de los componentes del suelo para adobes y tapias, determinando así que el suelo adecuado más representativo compone: arcilla – 10% a 20%. limo – 15% a 25% y arena – 55% a 70%.

Para esta investigación, la muestra de suelo fue extraída de la mejor de tres canteras diferentes ubicadas en la localidad de la Jalca, previa selección mediante pruebas de campo, establecidas en la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La ubicación de estas canteras se muestra en la figura 2 y sus coordenadas en la tabla siguiente:

**Tabla 2**

*Coordenadas UTM de la ubicación de las canteras*

N° de Cantera	Coordenadas UTM-Zona 18S		Altitud
	Este (m)	Norte(m)	
Cantera N°1	188240.00	9281877.00	2813 msnm
Cantera N°2	188652.00	9283158.00	2790 msnm
Cantera N°3	188894.00	9282563.00	2815 msnm

## Figura 2

*Ubicación de las canteras de tierra*



*Nota.* Imagen satelital de Google Earth.

La primera prueba que se desarrolló fue la “**prueba de cinta de barro**”, el cual tuvo como objetivo la determinación de la adecuada cantidad de arcilla para la elaboración de tapias. Esta prueba consistió en realizar con las manos un rollo de suelo húmedo de diámetro de 12 mm. Si al deslizar el rollo entre los dedos y dejándola colgar lo máximo posible haciendo una especie de cinta de espesor 4 mm; este tendía a romperse entre los 10 cm o menos, entonces se podía decir que el suelo contenía poca arcilla, en cambio si este alcanzaba una longitud de 20 a 25 cm el suelo era muy arcilloso. De ese modo se determinó el suelo adecuado, siendo el que con el desarrollo de esta prueba tenga entre 10 a 20 cm de elongación.

### Figura 3

*Desarrollo de prueba de campo: Cinta de barro*



*Nota.* Ver resultados de prueba en la tabla 18

La segunda prueba que se realizó fue la “**Presencia de arcilla**” o “**Resistencia seca**” que consistió en elaborar con suelo húmedo; 4 bolitas de 2 cm de diámetro que se ponen a secar por 48 horas. Luego de este tiempo se presionaron las bolitas con el dedo pulgar e índice. El indicador visual del desarrollo de esta prueba es que; las 4 bolitas no deben quebrarse romperse o agrietarse, si eso ocurre no se debe emplear esa cantera por la evidente falta de arcilla, suelo inadecuado para el uso en la construcción con tapiales.

### Figura 4

*Desarrollo de prueba de campo: Presencia de arcilla*



*Nota.* Ver resultados de prueba en tabla 19

Efectivamente, una vez desarrollado éste prueba de campo, se determinó que la mejor respuesta correspondía a la cantera N°2, ya que no se quebraron ninguna de éstas a diferencia de las muestras de las otras dos canteras.

La tercera prueba que se realizó fue la de “**sedimentación**”; en el que se empleó como material; una botella de un litro ;llenando éste con  $\frac{1}{4}$  partes de suelo y  $\frac{3}{4}$  partes de agua, luego se movió y agitó esperando por un periodo de 5 horas; al cabo del cual cada componente reposa en el agua y de acuerdo con sus características y la medida de sedimentación de cada componente de suelo, nos permitió establecer el porcentaje de finos y arenas (Tejada Schmidt et al., 2016).

### **Figura 5**

*Desarrollo de prueba de campo: Prueba de sedimentación*



*Nota.* Ver resultados de prueba en tabla 20

✓ **Extracción de la muestra de suelo.**

Una vez determinado la cantera más óptima para la elaboración de tapiales, mediante las pruebas de campo; el cual correspondió a la cantera N°2, se procedió a extraer una muestra representativa del suelo realizando una calicata **C-01** con la finalidad de obtener un suelo homogéneo a 1.50 metros de profundidad, extrayendo aproximadamente 50 kg de muestra; almacenando en saquitos emplastizadas para luego trasladarlo al laboratorio de mecánica de suelos, caracterizarlo y proseguir con la elaboración de los especímenes.

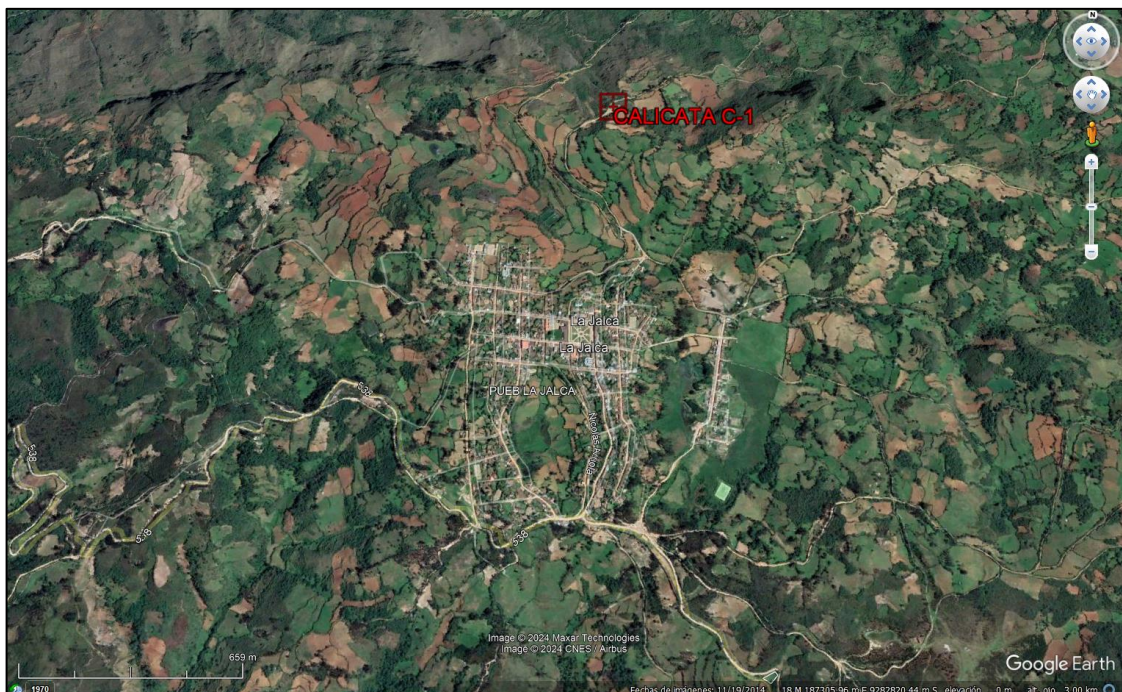
**Tabla 3**

*Coordenadas UTM de la calicata C-1*

Calicata	Coordenadas UTM-Zona 18S		Altitud
	Este (m)	Norte(m)	
C-1	188657.26	9283160.95	2793 msnm

**Figura 6**

*Ubicación de la calicata C-1 en la cantera N°2*



*Nota.* Imagen satelital extraído de Google Earth.

## Figura 7

*Extracción de muestra de suelo de la cantera N°2*



### 2.5.1.3 Selección y extracción de muestra de suelo para fines de cimentación

En la presente investigación se seleccionó arbitrariamente un solar , ubicando la parte céntrica y registrando sus coordenadas el que se muestra en la tabla 4 ,donde se realizó una excavación de una calicata (C-02) de profundidad 3 m, con la ayuda de una pala, pico y barreta, del cual se extrajo una muestra de suelo para realizar el ensayo de corte directo en laboratorio de mecánica suelos y así determinar la capacidad portante del terreno, empleándolo para el análisis sísmico y el diseño de la cimentación de la vivienda objeto de investigación.

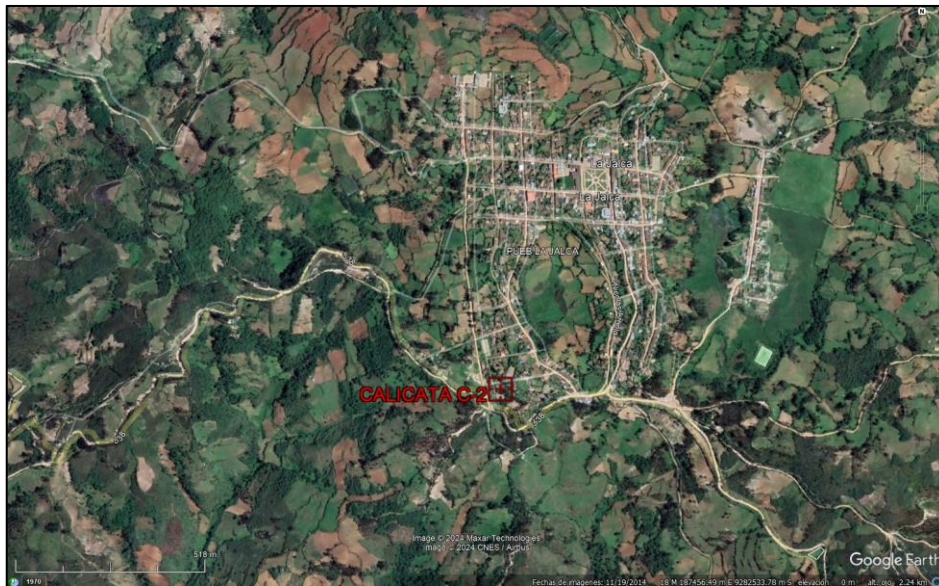
**Tabla 4**

*Coordenadas UTM de la calicata C-2*

Calicata	Coordenadas UTM-Zona 18S		Altitud
	Este (m)	Norte(m)	
C-2	188328.87	9281800.21	2824 msnm

## Figura 8

### Ubicación de la calicata C-2



*Nota.* Imagen satelital extraído de Google Earth.

## Figura 9

### Realización de calicata C-2



*Nota.* Obtención de muestra de la calicata 02 con fines de cimentación.

#### **2.5.1.4 Análisis de mecánica de suelos**

##### **a) Análisis granulométrico por tamizado**

Se efectúa con la finalidad de caracterizar el suelo con respecto al tamaño de las partículas que contiene, determinando la proporción de suelo que pasa por los diferentes tamices utilizados en el ensayo, hasta un tamaño de 74 mm (No. 200). Se realizó de acuerdo con los procedimientos estipulados en el manual de ensayo de materiales MTC E 107-2016, basado en la norma ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils

Entre los equipos empleados en el desarrollo de éste ensayo tenemos la balanza de sensibilidad 0.01g, para el pesado de la muestra, horno de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , y materiales como los tamices de malla cuadrada, cepillo, brocha y envases (MTC, 2016).

##### **Procedimiento:**

###### **✓ Preparación de la Muestra.**

Se toma una muestra representativa del suelo mediante un carteo, luego se seca en el horno por 24 horas a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

###### **✓ Selección de Tamices.**

Se utilizan una serie de tamices o mallas con diferentes aberturas dispuestos de mayor a menor como sigue: 3/8", 1/4", N°4, N°6, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°60, N°80, N°100, N°200.

###### **✓ Tamizado de la Muestra.**

La muestra se hace pasar por los tamices mediante agitación, cada tamiz retiene las partículas cuyo tamaño es mayor que su abertura.

###### **✓ Pesado de Material Retenido.**

Se pesa el material retenido en cada tamiz. Conociendo el peso inicial de la muestra, se determina el porcentaje de material retenido en cada tamiz.

###### **✓ Curva Granulométrica**

A partir de los datos obtenidos, se elabora la curva granulométrica. Esta curva muestra los porcentajes acumulados de los diversos tamaños de partículas.

###### **✓ Interpretación de la Curva.**

La curva granulométrica permite conocer el porcentaje de partículas finas (arcillas y limos) y la fracción gruesa (gravas). También proporciona información sobre la distribución de tamaños de partículas en el suelo

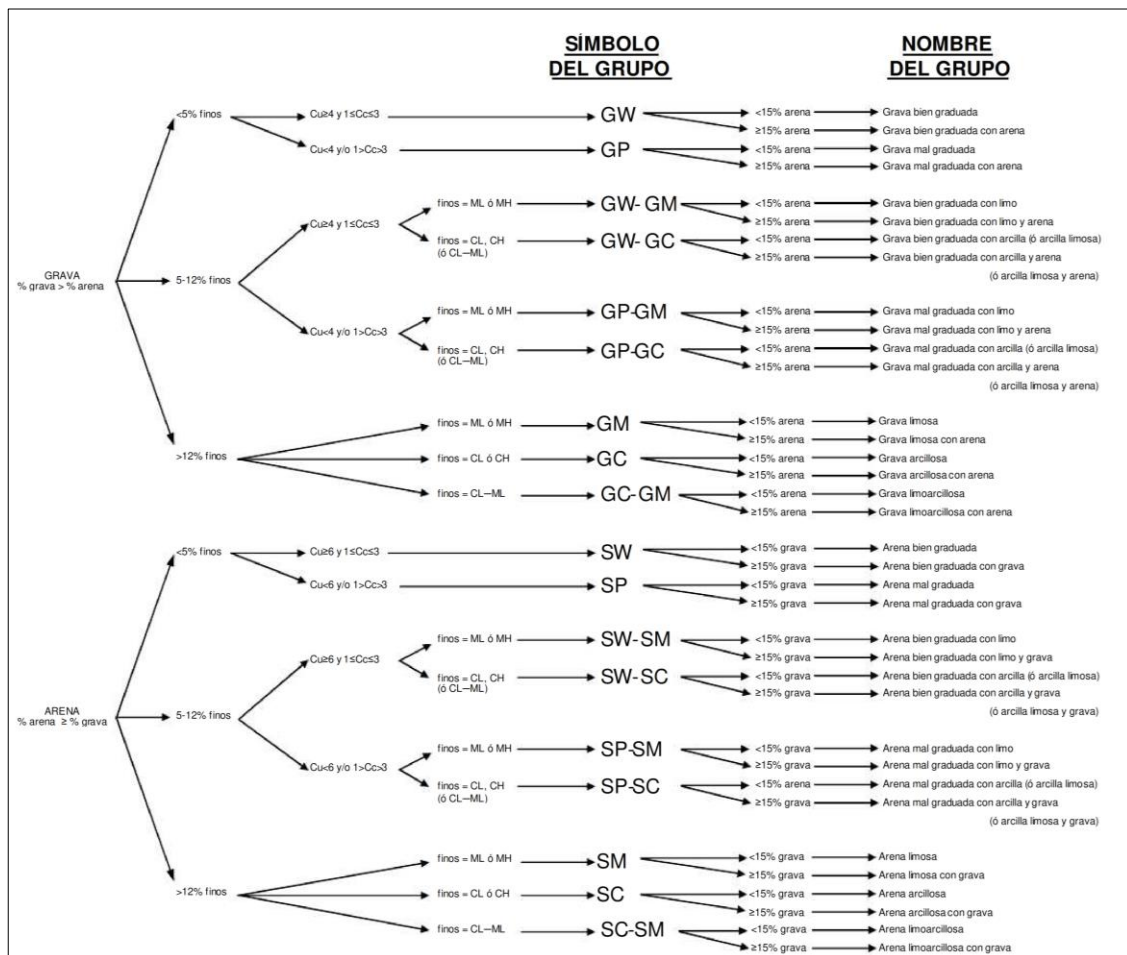


## ✓ Clasificación del suelo

Determinado el porcentaje que pasa por la malla N°4 y el porcentaje de arena y gravas, se emplea la siguiente figura siguiente de la norma ASTM D 2487, para clasificación del grupo de suelo.

**Figura 10**

*Diagrama para Clasificación de Suelo de Granulometría Gruesa (Más del 50% es Retenido en la Malla No.200)*



*Nota.* Recuperado de la Figura 2 de la norma ASTM D 2487

## b) Contenido de Humedad (W%)

Se efectuó para obtener la proporción de humedad que posee el suelo expresado en porcentaje del peso de agua respecto al peso de las partículas sólidas. Su modo operativo es determinar la masa de agua removida; secando el suelo hasta obtener una masa constante. El peso de la tierra remanente del proceso de secado en horno se utiliza para el

peso de las partículas sólidas y la masa perdida por secado se toma como masa de agua (MTC, 2016)

Este ensayo se realizó de acuerdo con los procedimientos estipulados en el manual de ensayo de materiales MTC E 108 - 2016, basado en la norma ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock. Entre los equipos empleados en el desarrollo de este ensayo se tuvo; la balanza de sensibilidad 0.01g, para el pesado de la muestra, horno de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para el secado del suelo y materiales como la tara o el recipiente donde se almacena la muestra y se toma los datos de su peso húmedo inicial y post-secado.

### **Procedimiento:**

#### **✓ Preparación de la Muestra.**

Se realiza un cuarteo de la muestra para uniformizarla y homogenizarla.

#### **✓ Pesado de la Muestra húmeda**

Antes de realizar este procedimiento se pesa las taras o recipientes las que deben estar limpias y secas, luego en éstos mismos; se introduce una pequeña porción de la muestra húmeda, y se realiza el pesado en la balanza de sensibilidad 0.01g, anotando los datos respectivos.

#### **✓ Secado de la Muestra.**

Se coloca las taras con las muestras en un horno durante 24 horas a una temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C}$ . Pasado el tiempo, se retira la muestra del horno y se pesa nuevamente.

#### **✓ Cálculo del contenido de humedad**

El contenido de humedad se calcula como la diferencia entre los pesos inicial y final de la muestra.

### **c) Límites de Plasticidad**

Es la propiedad de un material que puede resistir una deformación rápida, sin rebote elástico, ni tener un cambio apreciable de tamaño, tampoco desmoronarse ni agrietarse. El suelo se comporta dependiendo de la cantidad de agua que contenga, ya sea líquida, plástica o sólida (Chuqui Paucar & Challco Ruelas, 2018b). En el desarrollo de este ensayo; se determinaron éstos comportamientos; mediante los procedimientos de ensayo establecidos en el manual de ensayo de materiales MTC basado en la Norma Técnica Peruana NTP 339.129.

**Límite Líquido (LL):** Viene a ser el contenido de humedad expresada en porcentaje, donde el suelo se encuentra entre los límites líquido y plástico. Es la humedad

en la cual un suelo adquiere una consistencia de lodo capaz de fluir con esfuerzos bajos. En otras palabras, representa la frontera entre los estados plástico y líquido del suelo.

**Procedimiento de ensayo:**

✓ **Preparación de la muestra.**

Se debe seleccionar una muestra representativa del suelo. La muestra se seca en un horno a 110°C. para eliminar la humedad inicial.

✓ **Tamizado del suelo.**

Se tamiza la muestra para obtener una fracción fina que pase por un tamiz (No. 40).

✓ **Colocación en la cuchara de Casagrande.**

Se coloca una porción de suelo amasado en la cuchara de Casagrande. El surco abierto con un acanalador normalizado se cierra por el efecto de golpear la cuchara sobre una base rígida al dejarla caer desde cierta altura.

✓ **Ensayo de la muestra.**

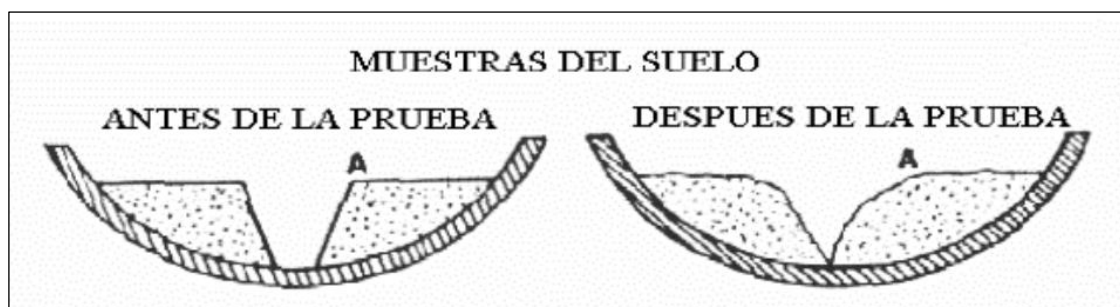
Se aplican golpes a la cuchara hasta que las paredes del surco se unan en el fondo en una longitud específica de 13 mm (1/2”). Luego se toman muestras de suelo en los puntos donde se cerró el surco, incluyendo la zona de contacto.

✓ **Cálculo del límite líquido.**

Se determina el número de golpes necesarios para cerrar el surco. El límite líquido se calcula a partir de la humedad correspondiente a 25 golpes.

**Figura 11**

*Ranura de masa de suelo previo y post efectuado el ensayo de límite líquido*



*Nota.* Adaptado de Manual de ensayo de materiales del MTC.

**Límite plástico (LP):** Se trata del contenido de humedad para el cual los suelos cohesivos pasan del estado semisólido al estado plástico, determinando la humedad más baja con la que se puede elaborar barras de suelo aproximadamente de 3,2 mm (1/8”) de diámetro.

***Procedimiento de ensayo:***

✓ **Preparación de la muestra:**

Se toma una pequeña porción de suelo húmedo, luego se forma un rollo de 3.2 mm (1/8") de diámetro con esta muestra.

✓ **Secado y reducción de humedad:**

Se presiona repetidamente el rollo de suelo húmedo hasta que su contenido de agua se reduzca.

El límite plástico se define como la humedad más baja con la cual aún se pueden formar rollos de suelo de este diámetro sin que se agrieten o desmoronen.

✓ **Cálculo del límite plástico:**

El Límite de plasticidad se calcula dividiendo el peso del agua respecto al peso seco de la muestra; el cual fue secado en el horno.

**Índice de plasticidad (IP):** Es el intervalo de contenido de agua donde un suelo se comporta plásticamente. Matemáticamente se define como la disparidad entre el límite líquido y plástico.

**d) Densidad aparente del suelo**

El desarrollo de este ensayo es importante para evaluar la compactación y la densidad del suelo. Se realizó de acuerdo con los procedimientos estipulados en la norma ASTM D 2937 (Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method).

***Procedimiento de ensayo:***

✓ **Preparación:**

Se realizó la recolección de una muestra de suelo representativa de la cantera de suelo seleccionada, procurando obtener una muestra limpia, sin raíces y otros materiales grandes. Luego se seca la muestra en un horno para eliminar la humedad.

✓ **Determinación del volumen del cilindro:**

Se llena un cilindro de volumen conocido con la muestra de suelo, luego se mide y registra el volumen del cilindro con la muestra.

✓ **Peso de la muestra de suelo:**

Se pesa la muestra de suelo seco utilizando una balanza de precisión 0.001g y se registra el peso.

✓ **Cálculo de la densidad aparente:**

La densidad aparente se calcula dividiendo el peso de la muestra de suelo seco por el volumen del cilindro con la muestra. Teniendo siempre en cuenta que una densidad

aparente alta; indica una mayor compactación del suelo, mientras que valores más bajos pueden indicar suelos más sueltos o menos compactados.

#### **e) Proctor Modificado**

Es un ensayo muy útil para determinar la calidad de compactación y densidad de un suelo, determinando así la humedad óptima con la que se alcanza una densidad seca máxima del suelo. La norma con la que se realizó el procedimiento de ensayo es el AASTHO T 180. En este ensayo se emplea una energía de compactación de 2700 kN-m/m<sup>3</sup>. De igual modo también se verificó los procedimientos de ensayo establecidos en el Manual de ensayo de materiales del MTC. Entre los equipos y materiales empleados se tiene los que establece este manual de acuerdo a cada uno de los procedimientos sistemáticos. Existen varios métodos que aplica el desarrollo de éste ensayo, para el presente estudio se aplicó el método “A”, debido a que éste ensayo establece que su uso se limita a suelos donde el 20% o menos es retenida en la malla N°4, estableciendo así para éste método el tamaño del molde a emplear que es de 4 pulgadas de diámetro y de volumen 944 cm<sup>3</sup>, el material a emplear es el que pasa por el tamiz 4.75 mm (N°4), en cuanto a la compactación se realizará en 5 capas con 25 golpes por capa empleando un pisón o martillo manual propio y característico elaborados para este ensayo bajo las normativas especificadas.

#### ***Procedimiento de ensayo:***

##### **✓ Preparación:**

Se realizó la recolección de una muestra de suelo representativa de la cantera de suelo seleccionada, procurando obtener una muestra limpia, sin raíces y otros materiales orgánicos. Luego se seca la muestra en un horno para eliminar la humedad.

Para fines de esta investigación, lo que se buscó es determinar la humedad óptima de compactación del material para la elaboración de los tapiales. Es así que como el objetivo fue elaborar 4 lotes muestrales de un suelo, estabilizado con Óxido de Calcio (CaO) en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10% y 15%; se desarrolló un ensayo de Proctor Modificado por cada porcentaje de suelo añadido.

##### **✓ Determinación del volumen del molde:**

Se emplea un molde cilíndrico de volumen definido de acuerdo al método seleccionado; en el caso de esta investigación se empleó un molde de volumen 944 cm<sup>3</sup>.

##### **✓ Humectación de la muestra:**

Luego de tener la muestra de suelo seco, se procedió a mezclar con adición de óxido de Calcio (CaO) en 4 grupos, el primero sin adición de CaO (0% CaO), el segundo grupo con adición del 5% de CaO, el tercero con adición del 10 % y el cuarto con 15%.

Gradualmente se comienza a humedecer la muestra de suelo por cada ensayo, en este estudio se empleó 4 ensayos por lote experimental, el primer ensayo con una humedad mínima, el segundo con una humedad moderada, el tercero con una humedad normal y el cuarto con una humedad mayor para tener una información más clara sobre la densidad y humedad óptima de su compactación.

✓ **Compactación de la muestra:**

Se comienza colocando la primera capa de suelo en el molde y con ayuda del martillo de Proctor Modificado, se compacta la muestra con 25 golpes, y así se prosigue con las siguientes 4 capas hasta llegar al nivel superior del molde.

✓ **Peso de la muestra de suelo:**

Se pesa la muestra con molde incluido en una balanza de precisión 0.001g y se registra el peso.

✓ **Pesado de las muestras del suelo compactado:**

Se extrae una porción de suelo compactado, y se coloca en una tara, se pesa y registra este dato para luego colocar a secar esta muestra en un horno a temperatura constante de 110°C por 24 horas, luego del cual se vuelve a pesar y registrar los datos.

✓ **Obtención de la densidad seca y humedad óptima de compactación:**

Con los datos registrados de los pesos de las muestras se obtiene el contenido de humedad, dividiendo el peso seco sobre el peso del agua contenido en la muestra, mientras que la densidad se obtiene dividiendo la densidad húmeda multiplicada por 100, entre el contenido de humedad aumentado en 100, luego se grafica estos valores mediante una curva de compactación de la densidad seca y el contenido de humedad, obteniendo de éste una gráfica parabólica invertida del cual se intercepta la densidad máxima que alcanza y su contenido de humedad respectivo, obteniendo de ese modo el valor de la humedad óptima de compactación.

**f) Corte directo**

El desarrollo de este ensayo se realizó bajos los parámetros de la normativa A.S.T.M. 3080-2004. (Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions).

Con la finalidad de obtener información de la capacidad resistente del suelo bajo cargas combinadas; con fines de cimentación para en análisis de la vivienda en estudio.

Este ensayo consiste en inducir una falla de una muestra de suelo aplicando dos tipos de fuerza:

Esfuerzo normal. - Se aplica mediante una carga vertical que simula las condiciones de presión a las que está sometida la muestra en su entorno natural.

Esfuerzo cortante. - Se aplica mediante una carga horizontal que induce el deslizamiento a lo largo de un plano de deslizamiento interior.

El desarrollo de este ensayo se realiza empleando el equipo de corte directo establecido en la normativa mencionada, donde la muestra de suelo se compacta en capas dentro de un cilindro, luego se aplican cargas de corte y se mide la resistencia al deslizamiento.

Los valores obtenidos permiten determinar la cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo.

### **2.5.2 Etapa 2: Elaboración de muestras de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio.**

De acuerdo con la norma E.070 de albañilería, la elaboración de pequeñas muestras como prismas simples de albañilería denominados “muretes”; nos permitió conocer las propiedades de la albañilería, por lo que su elaboración se realizó en la misma zona de estudio, bajo las mismas condiciones climatológicas de humedad y temperatura de la localidad; que según los datos obtenidos del proyecto POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resource) desarrollado por la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio) y que tiene como objetivo proporcionar datos climáticos y de energía a nivel global, presenta una temperatura promedio mínimo de 11.53 °C y máximo de 20.86 °C ; con una humedad relativa promedio de 85.22%. (Ver tabla 5)

Las muestras que se elaboró para el desarrollo de esta investigación fueron bloques de tierra apisonada BTA con adición de óxido de calcio (cal viva) en porcentaje en peso de 0%, 5%, 10%, y 15% constituidas por pequeños muretes para su posterior ensayo físico mecánico.

En total se elaboró 48 unidades de bloques de tierra apisonada BTA de dimensiones 40 x 40 x 15 cm, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 5***Datos Climatológicos de la localidad de la Jalca, Amazonas, Perú*

<b>NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Daily Data</b>			
<b>Fechas (Día/mes/año): 01/01/2024 al 15/02/2024</b>			
<b>Ubicación:</b>	<b>La Jalca, Amazonas, Perú</b>		
	<b>Latitud -6.4853</b>	<b>Longitud -77.8161</b>	
<b>FECHA</b>	<b>T-Max (C°)</b>	<b>T-Min (C°)</b>	<b>HR (%)</b>
1/01/2024	23.65	11.65	75.94
2/01/2024	18.83	11.53	86.75
3/01/2024	19.72	11.96	88.31
4/01/2024	20.5	12.06	83.62
5/01/2024	21.23	12.49	85.69
6/01/2024	20.81	11.65	86.81
7/01/2024	21.17	10.4	82.31
8/01/2024	19.16	12.8	88.88
9/01/2024	21.56	11.74	88.38
10/01/2024	20.02	12.44	88
11/01/2024	20.51	11.26	86.75
12/01/2024	18.86	11.19	86.31
13/01/2024	20.41	10.74	83.31
14/01/2024	20.27	11.03	86.06
15/01/2024	19.44	11.48	87.75
16/01/2024	20.65	10.04	85.94
17/01/2024	21.42	11.45	85.44
18/01/2024	20.35	10.44	86.75
19/01/2024	20.9	11.23	84.88
20/01/2024	19.17	11.72	85.5
21/01/2024	22.18	9.64	84.25
22/01/2024	21.09	12.51	86.44
23/01/2024	19.8	11.71	87.94
24/01/2024	21.15	11.59	86
25/01/2024	21.86	11.25	85.56
26/01/2024	22.24	11.83	83.38
27/01/2024	20.93	13.01	86.31
28/01/2024	22.07	12.46	80.19
29/01/2024	21.99	10.87	83.56
30/01/2024	22.5	12.52	86.06
31/01/2024	19.32	13.53	88.06
1/02/2024	20.63	13.04	86.31
2/02/2024	20.69	12.98	88.81
3/02/2024	20.28	12.73	87.69
4/02/2024	20.85	10.83	86.88
5/02/2024	21.01	10.22	82.88
6/02/2024	21.94	9.4	78.94
7/02/2024	21.52	9.67	84.44



8/02/2024	19.95	11.58	83.75
9/02/2024	22.76	9.77	79
10/02/2024	21.36	10.51	80.81
11/02/2024	21.69	12.9	83.56
12/02/2024	21.02	12.55	85.75
13/02/2024	20.87	12.42	87.69
14/02/2024	20.48	11.2	86.5
15/02/2024	20.55	10.49	85.75
<b>Promedio</b>	20.86	11.53	85.22

*Nota.* Datos climatológicos obtenidos de “The POWER Project” desarrollado

por la NASA, Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/>

### 2.5.2.1 Procedimiento de elaboración

#### a) Preparación de la mezcla suelo – óxido de calcio (cal viva)

La tierra extraída de la cantera más óptima determinada con el estudio de campo y caracterizada mediante ensayos de mecánica de suelos, fue cribado en un tamiz con abertura de 3/4”, luego se hicieron cuatro grupos de mezclas en función al porcentaje en peso de adición de Oxido de Calcio; el primer grupo de mezcla correspondió a un suelo sin adición de Óxido de Calcio (0% CaO), el segundo, tercer y cuarto grupo; con 5%,10% y 15% de adición de Óxido de Calcio respectivamente.

El mezclado de los elementos se efectuó por un periodo de 10 minutos, obteniendo así una mezcla homogénea de suelo-CaO. En cuanto al contenido de agua de la mezcla se tomó en cuenta el análisis de mecánica de suelos, con el que se determinó el contenido de humedad natural del suelo de la cantera, y el contenido óptimo de compactación, de ese modo se determinó la cantidad de agua que se añadió a la mezcla para obtener la mejor compactación de las muestras.

**Figura 12**

*Preparación de las mezclas de suelo-CaO*



**b) Montaje del encofrado**

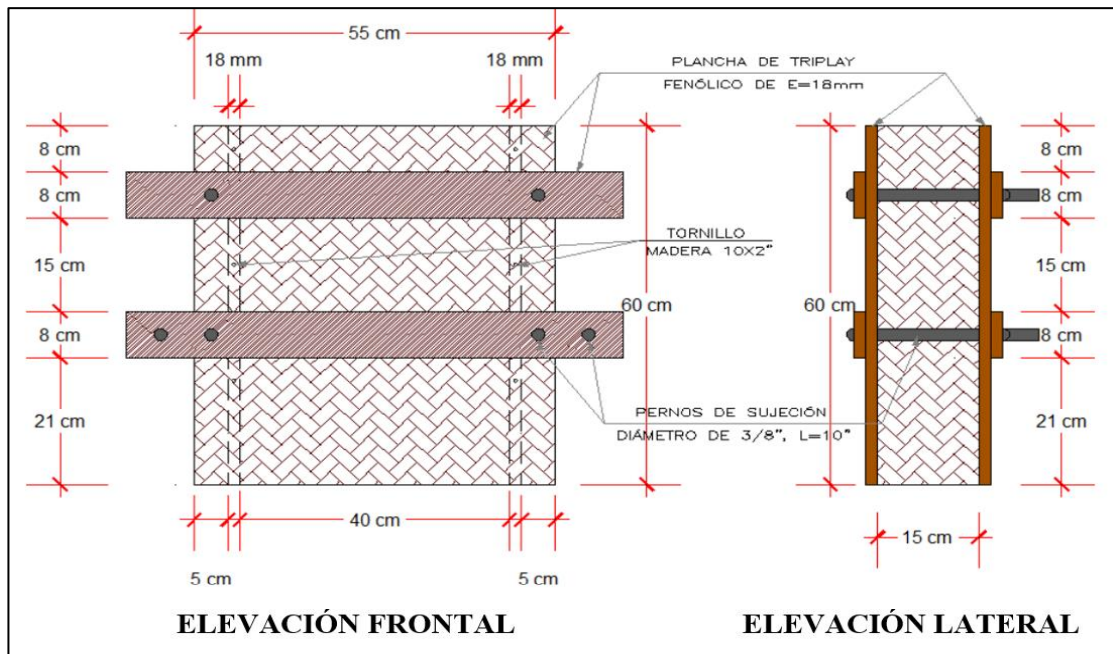
Una característica de la mampostería de tapial es el uso de un encofrado o tapialeras en su construcción, dentro del cual se vierte la tierra que se ha preparado para la compactación. Durante la construcción, la verticalidad del muro debe mantenerse, a pesar de las vibraciones, y el ancho del muro debe permanecer constante, a pesar de la presión lateral ejercida por el suelo, es por ello que los encofrados se deben preparar de modo que resista todas estas presiones ejercidas.

Con esa premisa, en el desarrollo de la presente investigación se elaboraron encofrados en los cuales se compactaron las mezclas de suelo para conformar los muretes de tapial de dimensiones y características que se muestra en la figura 13.

**Figura 13**

*Dimensiones de los encofrados para la elaboración de las muestras.*

**Figura 14**



*Vista frontal de los encofrados para la elaboración de las muestras*



**c) Compactado de la tierra**

Para elaborar los muretes BTA, se tuvo que determinar el número de capas a compactar, en este caso siguiendo los lineamientos de la norma E.080 de RNE, en el artículo 14; nos indica que se debe efectuar en capas de altura máxima de 15 centímetros, que

compactadas lleguen hasta una altura de 10 cm aproximadamente, por lo cual de acuerdo a las dimensiones que se requiere de las muestras que es de 40x40x15 cm.

Teniendo eso en cuenta, fue necesario realizarlo en 5 capas, de 12 cm de suelo por capa, que compactado oscile los 8 cm aproximadamente hasta alcanzar un nivel requerido de 40 cm, empleando un mazo o pisón de madera de 8.5 kg. El número de golpes por cada capa para cada lote de muestra se determinó mediante la ecuación de la energía de compactación (Ver tabla 6), desarrollado por el ingeniero civil estadounidense Ralph Roscoe Proctor, a quien se le atribuye ser el pionero del ensayo de compactación Proctor. La energía de compactación con el cual se determinó el contenido óptimo de humedad para alcanzar una óptima compactación de las muestras de tapial fue de 2700 kN-m/m<sup>3</sup> de acuerdo al ensayo Proctor Modificado, en función al cual se determinó la cantidad de golpes necesarias por cada capa empleando un pisón de 5kg.

$$E = \frac{W \times h \times N \times n}{V}$$

Siendo **E**, la energía de compactación en Kg-cm/cm<sup>3</sup>, **V**; el volumen de suelo compactado; en cm<sup>3</sup>, **W**; el peso del pisón en kg, **h**; la altura de caída en cm, **n** el número de capas de suelo compactado y **N**; y el número de golpes que se deben aplicar para la compactación de cada capa.

**Tabla 6**

*Número de golpes para la compactación de las muestras*

DESCRIPCIÓN	VOLÚMEN COMPACTADO POR CAPA (15cm x 40cm x 12cm)
Energía de compactación	27.53 Kg-cm/cm <sup>3</sup>
Volumen compactado por capa	7200 cm <sup>3</sup>
Numero de capas	5.00
Peso del pisón	8.5 kg
Altura de caída del pisón	48 cm
Número de golpes por capa	<b>98.00</b>

De ese modo se realizó el compactado de cada uno de los especímenes de cada lote experimental con 98 golpes por capa, una vez llegado al nivel requerido (40 cm) de altura, se realizó el desmontaje del encofrado.

Este proceso debe ser cuidadoso para evitar daños en la superficie de los especímenes.

## Figura 15

*Elaboración de las muestras BTA*



### d) Secado de los especímenes

El secado se realizó por un periodo de 28 días, teniendo mucho cuidado en este proceso, evitando bruscos cambios de temperatura, y el contacto con la humedad permanente.

## Figura 16

*Secado de las muestras BTA*



### Observación

Durante este periodo, se realizó el secado de todas las muestras, sin embargo, todas las muestras del lote experimental N°4 correspondiente a los muretes elaborados con adición de Oxido de Calcio en un 15%, presentaron fisuras en toda su dirección.

Evidentemente corresponde una falla debido a la composición de la mezcla, en el cual la cantidad de CaO modificó sustancialmente la estructura interna del suelo produciendo el fenómeno denominado retracción.

La retracción genera unas tensiones internas causada por la evaporación del agua o la humedad de la mezcla, y debido a la plasticidad que posee, puede originar desde la reducción de volumen hasta la fisuración (A.Sánchez et al., 1996).

## Figura 17

*Fisuración de las muestras de ensayo del lote N°4 BTA +15% CaO*



*Nota.* Fisuración de las muestras a los 28 días de secado.

En consecuencia, este lote experimental fue invalidado, sin embargo, los demás lotes experimentales no presentaron ninguna fisura ni alguna otra falla luego del secado a los 28 días, por lo que la investigación se continuó teniendo como muestra los 3 lotes experimentales restantes.

### 2.5.3 Etapa 3: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de las muestras elaboradas.

#### 2.5.3.1 Ensayo Físico

##### a) Ensayo de densidad de los BTA

El ensayo de densidad se realizó previo a la ejecución de los ensayos mecánicos, se buscó con esto; el valor del peso volumétrico del tapial estabilizado con Óxido de Calcio en sus 4 porcentajes de adición, su forma de medición fue realizando el pesado de cada muestra de cada lote en una balanza de precisión 0.001g, con el cual luego de medir los lados de cada uno de las muestras, determinando su volumen, se procedió a calcular éste valor de densidad o peso volumétrico dividiendo el peso respecto a su volumen.

#### Figura 18

*Ejecución de Ensayo de densidad de las muestras BTA*



#### 2.5.3.2 Ensayo Mecánico

##### a) Compresión axial (F'm)

La realización de este ensayo es importante para evaluar la resistencia a la compresión Axial de la mampostería de tapial. Para este ensayo se tomó en cuenta las normativas establecidas en la Norma Peruana E.080. Se ensayaron las muestras de los 3 lotes experimentales N°1, N°2 y N°3 posterior al secado; en un periodo de 28 días, teniendo un total de 24 muretes BTA elaborados.

Esta normativa estipula una resistencia mínima de resistencia última del tapial = 6.12 kgf/cm<sup>2</sup> y que debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a esta resistencia última indicada.



***Procedimiento:***

- **Selección y medición de los muretes.**

Seleccionamos los muretes a ensayar de cada lote experimental y medimos cada uno de los lados, para tener un control de las dimensiones del área donde se aplicará la presión axial. Manteniendo constantemente la superficie limpia de las muestras, verificando que no haya defectos visibles.

- **Montaje del Murete**

Se colocó el murete en la máquina de ensayo de compresión axial, asegurándonos de que las superficies superior e inferior del murete estén niveladas y paralelas.

- **Aplicación de la Carga**

Una vez colocado el murete en la máquina de ensayo, gradualmente se aplicó una carga axial vertical al murete hasta el fallo.

- **Registro de Datos**

Se registró la carga máxima soportada por el murete antes de la falla. Con este dato calculamos la resistencia a la compresión dividiendo la carga máxima entre el área transversal del murete.

- **Cálculo del  $F'm$**

Como indica la norma E.080; en el artículo 8, la resistencia a compresión axial se determina por el cociente de la carga aplicada respecto al área de contacto de aplicación de dicha carga. Una vez calculado estos valores, se castigó a cada una de ellas con un factor de corrección debido a la esbeltez de los muretes, dado por la relación de la altura promedio entre el espesor promedio de cada murete. Estos factores fueron los establecidos en la tabla 10 de la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo los factores (0.73, 0.80, 0.91, 0.95, 0.98, 1.00) por esbeltez (2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 4.5, 5.0) respectivamente. Los valores de esbeltez obtenidos de la medición de cada murete de cada lote experimental que den por resultado números con decimales, se aplicó factores de corrección realizando una interpolación lineal en función a los valores dados por la norma E.070, los cuales se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Factores de corrección de esbeltez de muretes*

Por Norma E.070		Por Interpolación		Por Interpolación	
Esbeltez	Factor de corrección	Esbeltez	Factor de corrección	Esbeltez	Factor de corrección
2.00	0.73	2.641	0.831	2.70	0.844
2.50	0.80	2.654	0.833	2.71	0.846
3.00	0.91	2.66	0.835	2.72	0.848
4.00	0.95	2.67	0.837		
4.50	0.98	2.68	0.840		
5.00	1.00	2.69	0.842		

• **Cálculo del módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad se determinó mediante la ecuación 1, adaptada de la norma ACI 318 ; American Concrete Institute (2019) ; para valores de peso específico del murete ( $W_c$ ) entre 1440 y 2560 kg/m<sup>3</sup>.

**Ecuación 1:** Módulo de elasticidad.

$$E_m = W_c^{1.5} * 0.043 * \sqrt{f'_m}$$

Donde:

$W_c$ : Peso unitario del murete BTA (Kg/m<sup>3</sup>).

$f'_m$ : Resistencia a compresión del murete BTA (Kg/cm<sup>2</sup>).

## Figura 19

### Desarrollo de ensayo de compresión Axial de muretes



*Nota.* Rotura de las muestras posterior a los 28 días de secado.

#### b) Compresión Diagonal (V'm)

La realización de este ensayo nos permite evaluar la resistencia a la compresión Diagonal o tracción indirecta de la mampostería de tapial. Para este ensayo se tomó en cuenta las normativas establecidas en la Norma Peruana E.080. Se ensayaron las muestras de los 3 lotes experimentales N°1, N°2 y N°3 posterior al secado; en un periodo de 28 días, teniendo un total de 24 muretes BTA elaborados.

Esta normativa estipula una resistencia última del tapial a la compresión diagonal es de = 0.25 kgf/cm<sup>2</sup> y que debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a esta resistencia última indicada.

#### **Procedimiento:**

- **Selección y medición de los muretes.**

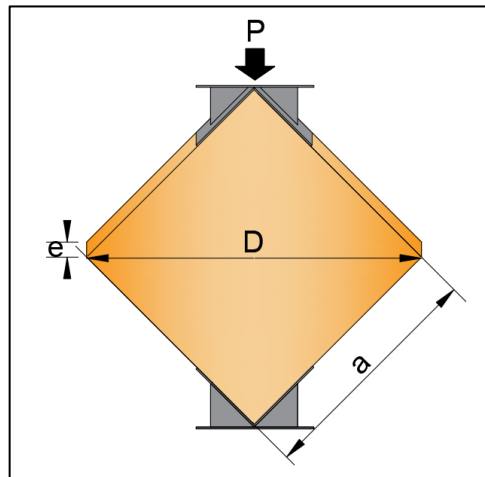
Seleccionamos los muretes a ensayar de cada lote experimental y medimos cada uno de los lados y diagonales, para tener un control de las dimensiones del área donde se aplicará la presión axial. Manteniendo constantemente la superficie limpia de las muestras, verificando que no haya defectos visibles.

- **Montaje del Murete**

Se coloca el murete en la máquina de ensayo de compresión, dispuesto en forma diagonal sobre dos platinas en forma de escuadra con base rectangular que apoyan y sostienen las esquinas de los muretes en la parte superior e inferior, asegurándonos de que las superficies superior e inferior del murete ubicado de forma diagonal estén niveladas y paralelas.

**Figura 20**

*Disposición de muros para ensayo de compresión diagonal*



- **Aplicación de la Carga**

Una vez colocado el murete en la máquina de ensayo, gradualmente se aplica una carga axial vertical al murete hasta el fallo.

- **Registro de Datos y cálculo del  $V'm$**

Se registra la carga máxima soportada por el murete antes de la falla. Con este dato calculamos la resistencia a la compresión diagonal dividiendo la carga máxima entre el área transversal del murete en el eje de la diagonal horizontal.

## Figura 21

*Desarrollo de ensayo de compresión diagonal de muretes*



*Nota.* Rotura de las muestras posterior a los 28 días de secado.

### 2.5.3.3 Evaluación estadística de los resultados

Existe la probabilidad de ocurrencia de una variación de resultados luego de realizar el ensayo físico-mecánico, debido al tipo de suelo a emplear de cada una de las canteras en la elaboración de las muestras de ensayo, la dosificación, etc. Por esta razón fue necesario hacer una evaluación estadística correspondiente a la medida de tendencia central ; el promedio aritmético, la desviación estándar y el coeficiente de variación (Valqui - Vargas & Lozada - Mas, 2019). Todos estos datos estadísticos se muestran en las tablas de resultados de los ensayos de compresión diagonal y axial.

### 2.5.4 Etapa 4: Modelado sísmico y Diseño estructural

#### 2.5.4.1 Diseño Arquitectónico

Para el diseño arquitectónico se empleó los criterios y las especificaciones mínimas que establece la normativa A.010 y A.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Este diseño se realizó empleando del software AutoCAD V.21., para el dibujo de los

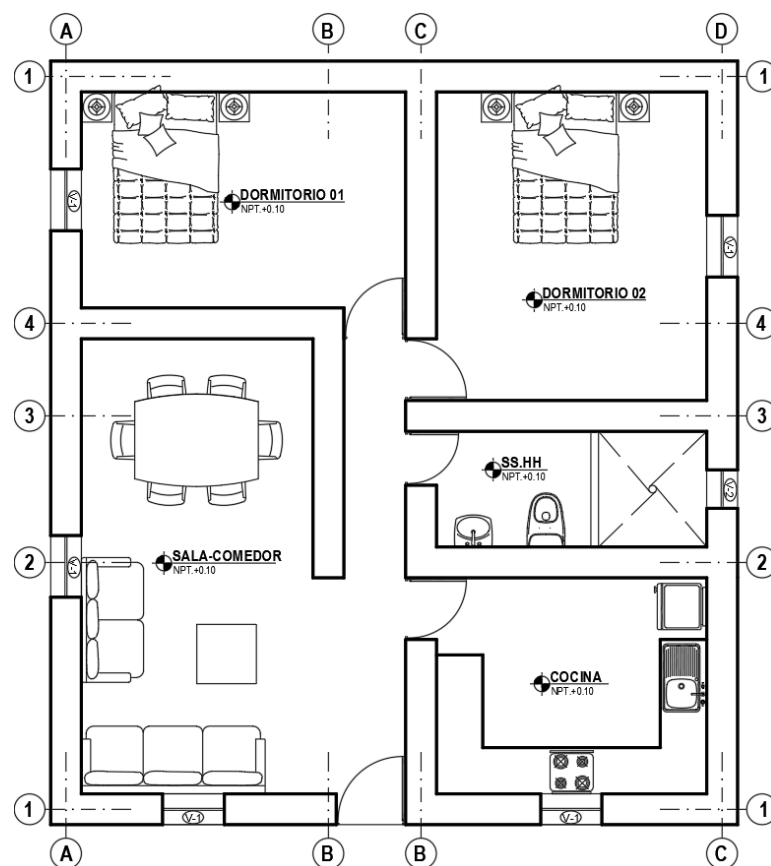
componentes arquitectónicos de la vivienda. De manera complementaria, se respetó los lineamientos de la normativa E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual determina los criterios para el diseño y construcción con tierra reforzada.

La distribución arquitectónica, se compone de un solo nivel de piso, en el que se tiene una sala, un comedor, un SS. HH compartido y 2 dormitorios.

La arquitectura en estudio, tiene un área techada en planta de 88.11 m<sup>2</sup> con una altura de 2.30 m. hasta el nivel del cielorraso.

### **Figura 22**

*Distribución en planta de la vivienda*



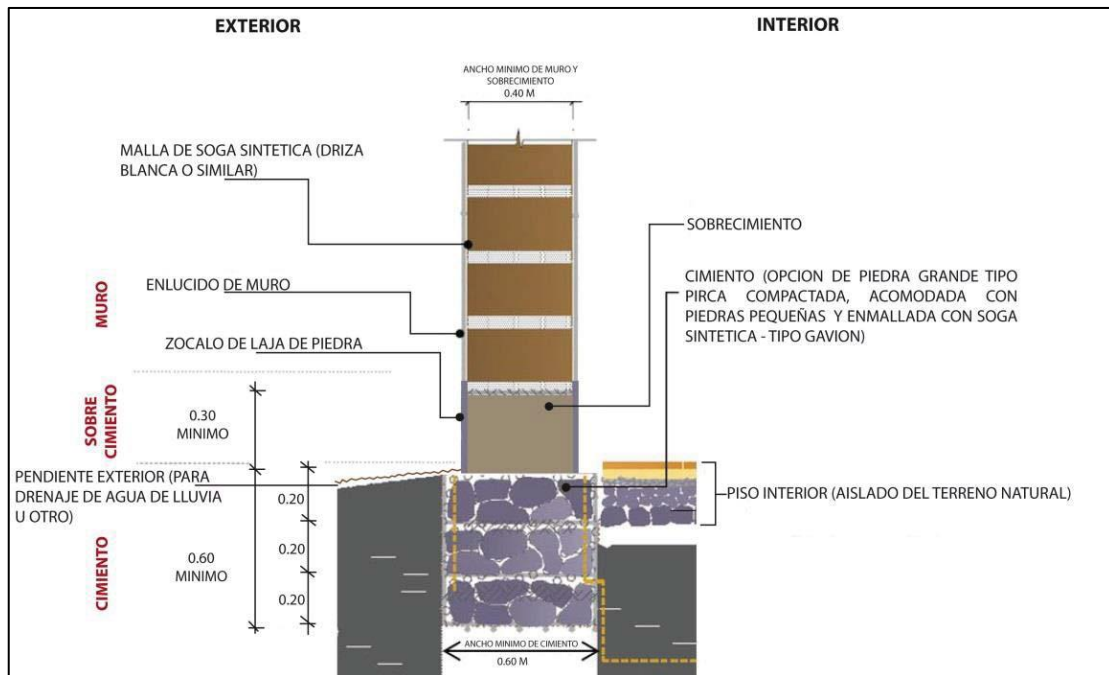
#### **2.5.4.2 Componentes de la edificación**

##### **a) Cimiento y Sobrecimiento**

Por su característica estructural, la cimentación de la edificación es un cimiento corrido, que soporte y transmita el peso de los muros hacia la superficie del suelo. Se consideró además un sobrecimiento para proteger los muros de la humedad del suelo. Se respetaron las dimensiones mínimas establecidas por la Norma E.080 del RNE, que las establece como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 23**

*Detalle de cimentación para edificación de tapial*



*Nota.* Adaptado del RNE; Norma E-080, 2019

### **b) Piso**

Independientemente de la conformación de los cimientos y sobrecimientos, se consideró un piso de suelo compactado de espesor  $e=10\text{cm}$ .

### **c) Mampostería**

Como mampostería se tiene a los muros de tierra apisonada o tapial, el cual es objeto de investigación en el presente estudio. En el proceso constructivo con la técnica del tapial, éste no debe tener más de 1.50 m de largo por 60 cm de altura y un ancho mayor a 40 centímetros; como indica en la norma E-080 del RNE.

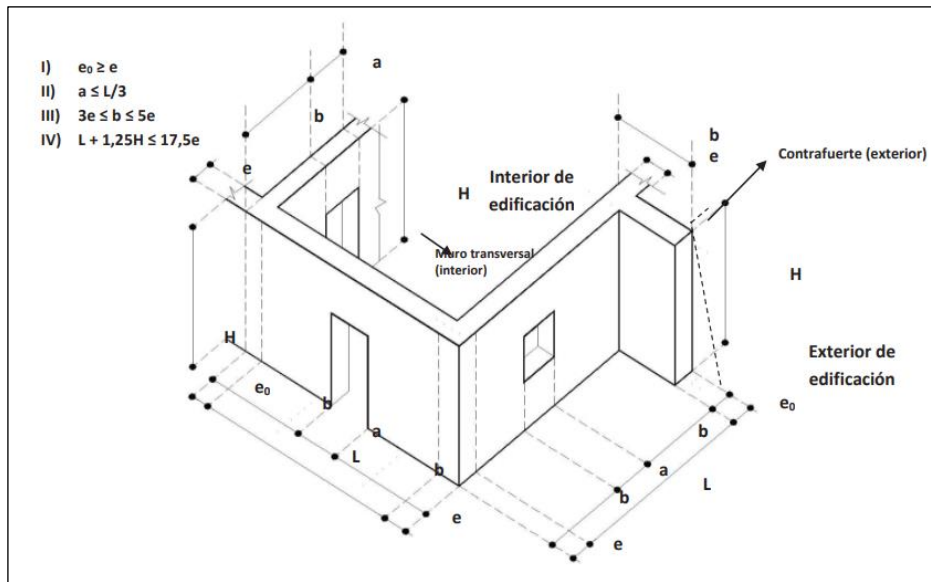
### **d) Vano de puertas y Ventanas**

La dimensión de los vanos para puertas y ventanas se determinó de acuerdo a los lineamientos de las normas de arquitectura del RNE, complementariamente con lo que indica la norma E.080; que establece los límites geométricos para muros y vanos como se muestra en la figura 22. Debido a las características de la mampostería, no es óptimo estructuralmente abrir vanos grandes, mucho menos sin la colocación de dinteles en la parte superior de los vanos para recibir las cargas verticales y distribuir las al resto de la mampostería. Generalmente en la construcción con tapial y adobe, las dimensiones de

éstas vigas dinteles se considera de 0.15 x 0.20 m de sección aproximada ;empotrada 40 cm como mínimo en cada lado de los muros de apoyo (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001).

**Figura 24**

*Límites Geométricos de muros y vanos*



*Nota.* Adaptado del RNE; Norma E-080, 2019

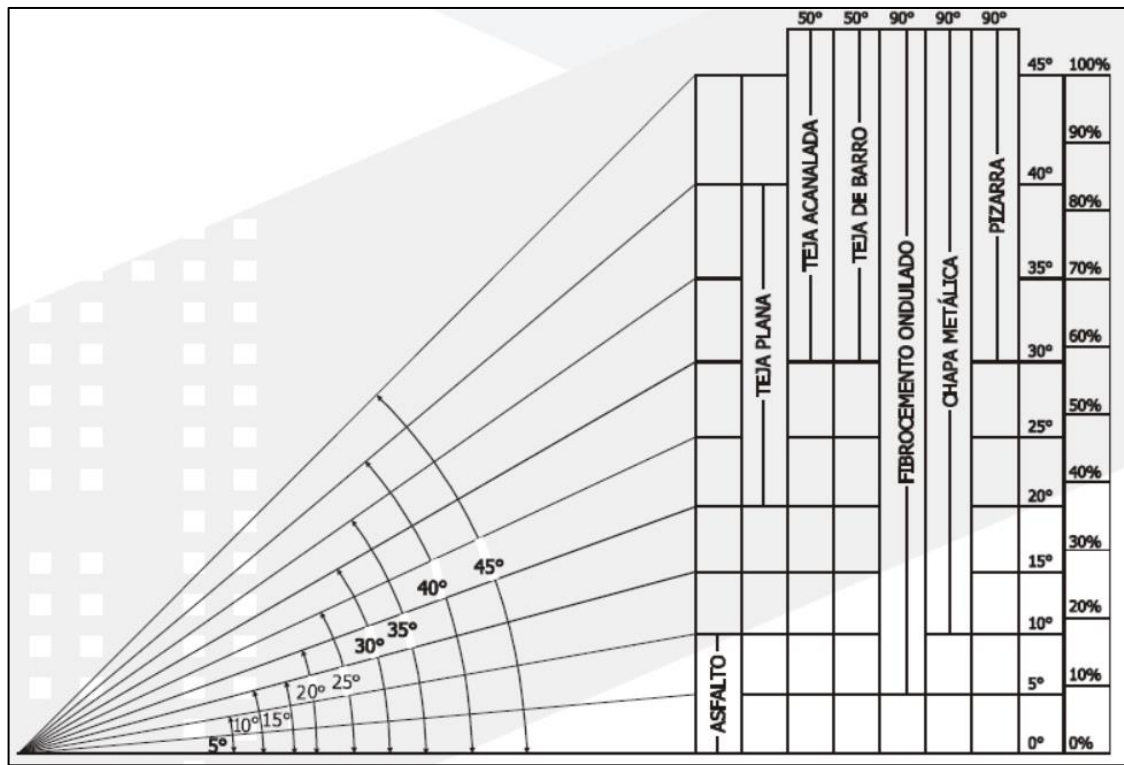
**e) Cobertura**

Se consideró la cobertura de teja andina, por sus características de duración, estética y estructuralmente más livianas. Éstas serán ubicadas sobre tijerales; elementos de madera aserrada sobre el cual se colocarán vigas correas. En cuanto a la inclinación del techo se consideró de 15° (27%) según la recomendación de varias fuentes como las que nos proporcionan los fabricantes de coberturas; como se indica en la siguiente figura.



**Figura 25**

*Relación de los materiales de las cubiertas con las pendientes*



*Nota.* Imagen adaptada de

<https://www.proteja.com.co/siteassets/imagenes/articulos/pendiente-1.png?v=4aada4&width=1200&height=750&mode=Crop>

### 2.5.4.3 Modelado estructural y análisis sísmico

En la presente investigación se empleó el software ETABS V.20.1.0. Programa de elementos finitos, para realizar integradamente, la modelación, el análisis y dimensionamiento de la estructura de la edificación, previo al diseño arquitectónico, asignando las cargas y realización de la evaluación del comportamiento sísmico de la estructura (Muentes Alvarado, 2016). Las normativas que se aplicaron en esta etapa de la investigación corresponden a las normativas que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones, siendo las normas; E.020 “Cargas”, E.030 “Diseño sismorresistente, E.050 “Suelos y cimentaciones”, E.070 “Albañilería” y E.080 “Diseño y construcción con tierra reforzada”

En la realización del modelado de la vivienda, la mampostería de tapial se analizó con las mejores propiedades mecánicas que se obtuvieron mediante los ensayos mecánicos realizados en esta investigación, lo cual correspondió al lote experimental de muros BTA con adición de CaO en porcentaje en peso del 5%, a su vez; se analizó el modelado con las propiedades mecánicas del tapial típico, sin adición de Óxido de Calcio, para verificar y cuantificar el nivel de mejora mediante el control de derivas.

Para realizar el proceso del modelado y análisis sísmico estático-dinámico; se dividió la estructura en dos componentes, siendo el primero; el modelado y diseño de la estructura de la cobertura, mediante el software SAP 2000, determinando así los esfuerzos que inciden sobre los muros de tapial. Luego se realizó el modelado de la mampostería de tapial, haciendo uso del software ETABS V.20.1.0, siguiendo los lineamientos establecidos en las normativas de diseño estructural del Reglamento Nacional de Edificaciones antes mencionadas.

#### a) **Modelado y diseño de la estructura de techo**

##### ➤ **Consideraciones estructurales**

La cobertura para la vivienda modelo, se consideró un techo de teja andina sobre tijerales de madera.

##### ***Normativa***

Las normativas empleadas para el diseño de los tijerales de madera son el Manual de diseño para maderas del Grupo Andino, la norma E.010 “Madera” y la norma E.020 “Cargas” del RNE.

##### ***Método de diseño***

Los elementos de madera; dando cumplimiento a las normativas mencionadas, se diseñó para cargas de servicio, empleando el método de esfuerzos admisibles.

##### ***Características del material***

La madera seleccionada para el diseño de la cobertura es el “Eucalyptus Globulus”, una madera que tiene una densidad básica de 0.45 g/cm<sup>3</sup> (Ríos Saucedo et al., 2018). Esta madera se clasifica dentro del grupo C, según lo establecido en la tabla 7.

Su módulo de elasticidad es de 90000 kg/cm<sup>2</sup> como indica la tabla 8.

**Tabla 8***Densidad Básica para maderas latifoliadas*

GRUPO	Densidad Básica g/cm <sup>3</sup>
A	≥0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

*Nota.* Obtenido de tabla N°2 de la norma E.010 del RNE.**Tabla 9***Módulo de elasticidad para madera latifoliadas MPa (kg/cm<sup>2</sup>)*

GRUPO	E <sub>min</sub> Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>prom</sub> Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )
A	9316 (95000)	12748(130000)
B	7355 (75000)	9806 (100000)
C	5394 (55000)	8826 (90000)
D	4414 (45000)	6400 (65000)

*Nota.* Obtenido de tabla N°5 de la norma E.010 del RNE.**Tabla 10***Dimensiones reales y equivalentes comerciales de las secciones de madera*

Dimensión Real	Equivalente Comercial
b x h (cm)	b x h (pulgadas)
4 x 4	2 x 2
4 x 6.5	2 x 3
4 x 9	2 x 4
4 x 14	2 x 6
4 x 16.5	2 x 7
4 x 19	2 x 8
4 x 24	2 x 10
6.5 x 6.5	3 x 3
6.5 x 9	3 x 4
9 x 9	4 x 4
9 x 14	4 x 6
9 x 19	4 x 8
9 x 24	4 x 10
9 x 29	4 x 12

14 x 14	6 x 6
14 x 19	6 x 8
14 x 24	6 x 10
14 x 29	6 x 12

*Nota.* Obtenido de tabla N°3.2, del Manual de diseño para maderas del grupo Andino

### ***Tipos de carga***

Para el análisis se consideró para los siguientes tipos de carga en sus combinaciones que indica la norma E.020.

- Carga muerta (D) o permanente
- Carga viva (L) o de servicio
- Carga de viento (w)
- Carga de sismo (E)

### **b) Modelado y diseño de los muros de tapial**

#### **• Sistema y consideraciones estructurales de la vivienda**

El sistema estructural se definió como un sistema de albañilería con muros estructurales de tapial, ya que la característica principal de este sistema es que todas las solicitaciones de la edificación la soportan y la transmiten los muros; hacia la cimentación.

#### **• Filosofía de diseño**

Dando cumplimiento a la normativa E.030 de “Diseño Sismorresistente” La filosofía de diseño de la vivienda es alcanzar que la estructura de la vivienda no colapse ni cause daños a los habitantes aun si se presente daños importantes por efectos de un sismo calificado como severo. Así mismo que la estructura soporte movimientos del suelo calificados como moderados.

#### **• Características generales de la edificación**

- Ubicación: Localidad la Jalca, distrito Jalca Grande, Chachapoyas, Amazonas.
- Uso: Vivienda Unifamiliar
- Sistema Estructural: Albañilería con muros de tapial.
- Altura total de la edificación: 3.95 m
- Altura de Muro: 2.30 m
- Espesor de muro : 0.40 m

#### **• Características de los materiales**

Albañilería: Mampostería de tapial estabilizado con 0% de CaO (Tapial Típico)

- f 'm lote BTA+0% CaO = 6.21 kg/cm<sup>2</sup>

- $V' \text{ m lote BTA}+5\% \text{ CaO} = 0.46 \text{ kg/cm}^2$

- $E_m = 9547.28 \text{ kg/cm}^2$

- $G_m = 0.4E_m = 3818.912 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de Poisson :0.25

Albañilería: Mampostería de tapial estabilizado con 5% de Cao (Tapial mejorado)

- $f' \text{ m lote BTA}+5\% \text{ CaO} = 8 \text{ kg/cm}^2$

- $V' \text{ m lote BTA}+5\% \text{ CaO} = 0.57 \text{ kg/cm}^2$

- $E_m = 10963.77 \text{ kg/cm}^2$

- $G_m = 0.4E_m = 4385.51 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de Poisson :0.25

- **Predimensionamiento de elementos estructurales**

Espesor efectivo de los muros portantes de tapial estabilizado:

Según lo establecido en la norma E.080 del RNE, en el artículo 13; nos establece un ancho mínimo de 40 cm para muros de tapiales. Es así que para la construcción del modelo se consideró dicho espesor.

Ancho de cimentación:

Según lo establecido en la norma E.080 del RNE, nos establece que, para muros de tapial, se considerará una cimentación corrida, con una profundidad de desplante de 0.60 m y ancho mínimo de 0.6m.

- **Densidad mínima de muros**

Controlar adecuadamente la densidad de muros es fundamental para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura. Una densidad inadecuada puede afectar la resistencia sísmica, la distribución de cargas y la aparición de grietas.

La norma E.080, nos establece una densidad mínima de muros por tipo de edificación, del cual se obtuvo que, para una vivienda de tipo unifamiliar, la densidad mínima de muros de del 8% como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

*Densidad mínima de muros*

Tipo de Edificaciones	Densidad
NT A.030 Hospedaje	15%
NT A.040 Educación	
NT A.050 Salud	
NT A.090 Servicios comunales	

NT A.100 Recreación y deportes	
NT A.110 Transporte y Comunicaciones	
NT A.060 Industria	
NT A.070 Comercio	12%
NT A.080 Oficinas	
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar tipo Quinta	8%

*Nota.* Obtenido de la tabla N°2 de la norma E.080 del RNE.

**Ecuación 2:** *Densidad de muros.*

$$D_{x,y} = \frac{\sum L.t}{A_p}$$

Siendo:

$A_p$ : Área en planta del edificio

$D_x$ : Densidad de muros en la dirección X

$D_y$ : Densidad de muros en la dirección Y

• **Parámetro de Análisis.**

El análisis sísmico se realizó posterior a un modelo matemático modelado tridimensional de elementos finitos, empleando el software Etabs V.20, buscando determinar las cortantes estáticas y dinámicas en la base y las derivas o desplazamientos de la edificación, verificando su cumplimiento como lo establece la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Fuerza sísmica horizontal (cortante estática en la base)**

Como lo establece la norma E.030 del RNE; está dada por la siguiente ecuación:

**Ecuación 3:** *Cortante estática en la base.*

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

Teniendo:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Coeficiente básico de reducción sísmica

P = Peso de la edificación

Además, se verificó la condición:  $C/R \geq 0.11$

**Fuerza sísmica horizontal (cortante dinámica en la base)**

Aceleración espectral de la norma E.030 del RNE:

**Ecuación 4:** Cortante dinámica en la base.

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

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Coeficiente básico de reducción sísmica

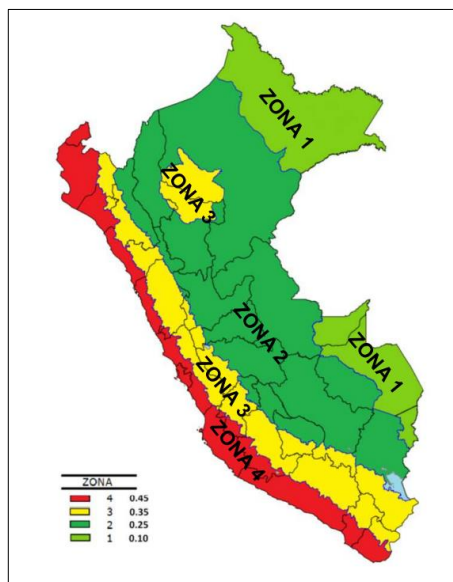
**Factores que inciden en la determinación de la fuerza sísmica horizontal.**

**Zonificación**

La vivienda en estudio se sitúa en la localidad de la Jalca, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas, y según lo establecido en la norma E.030, éste se encuentra ubicada en la zona sísmica 2 (Zona sísmica media), correspondiéndole un valor de zona  $Z = 0.25$ .

**Figura 26**

*Zonas Sísmicas*



*Nota.* Obtenido de la norma E.030 del RNE

**Tabla 12***Factores de Zona "Z"*

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

*Nota.* Obtenido de la norma E.030 del RNE.

**Parámetros de sitio**

El tipo de suelo en estudio, corresponde a un suelo Tipo S2, caracterizado según indica la norma E.030 del RNE, para el análisis de la vivienda se debe establecer los parámetros que le corresponden según su ubicación geográfica y características de la zona. Para el suelo tipo S2 corresponde un factor de suelo "S" =1.20, un  $T_p = 0.60$  y un  $T_l = 2.00$ , de acuerdo a la tabla 8 y 9

**Tabla 13***Factores de suelo "S"*

Factor de Suelo "S"				
ZONA / SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

*Nota.* Obtenido de la norma E.030 del RNE.

**Tabla 14***Periodos  $T_p$  y  $T_l$* 

Periodos "TP" y "TL"				
Perfil del Suelo				
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_p(S)$	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_l(S)$	3,0	2,5	2,0	1,6

*Nota.* Obtenido de la norma E.030 del RNE.



### Categoría y factor de uso de la edificación

La categoría y factor de uso (U) se determinó de acuerdo a lo establecido en la norma E.030, en la tabla N°5 de dicha norma.

Es así que la edificación en estudio, se encuentra clasificada dentro de la categoría C por tratarse de una vivienda; a lo cual le corresponde un factor de uso de **U=1**

### Sistema estructural

Los sistemas estructurales se clasifican en base al material y configuración de la estructura. La Norma E.030 del RNE, establece un factor de reducción de fuerza sísmica “**R<sub>o</sub>**”, el cual corresponde a la ductilidad de la estructura, que involucra las consideraciones de amortiguamiento y el comportamiento en la etapa inelástica. En este estudio, se consideró que la resistencia de la vivienda a diseñar está configurada como un sistema de albañilería con muros portantes de tapial estabilizado con 5% de CaO, en ambas direcciones de análisis, por lo que le corresponde el coeficiente de reducción **R<sub>o</sub>=3**.

**Tabla 15**

*Coefficientes básicos de reducción de los sistemas estructurales*

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

*Nota.* Obtenido de la tabla N°7 de la norma E.030 del RNE.

### Regularidad estructural

Según lo establecido en la norma E.030, se puede tener dos tipos de irregularidades de la estructura; una irregularidad en planta (Ip) e irregularidad en altura (Ia). En una edificación tener cualquiera de estos tipos de irregularidades o tener ambas, implica que pueden sufrir daños severos, es por ello que, si la edificación presenta estas

irregularidades, se debe diseñar con una resistencia más elevada que para una estructura regular.

Según las verificaciones realizadas en base a la Norma E.030, la estructura no presentaría ninguna irregularidad. Sin embargo, no todos los tipos de irregularidad se puede verificar a simple vista, por lo que deben ser justificados al iniciar el análisis del modelo.

La edificación es considerado regular tanto en planta como en altura. Por ello, al no presentar irregularidad alguna; los factores de irregularidad  $I_a$  y  $I_p$  es igual a 1. Por consiguiente, el coeficiente de reducción por cargas sísmicas “R” se calculó multiplicando el factor R por los factores de irregularidad en planta y en altura.

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

$$R = 3 \times 1 \times 1 = 3$$

### Tabla 16

*Resumen de parámetros para el modelado sísmico*

Z =	0.25
U =	1
S =	1.2
Tp(s) =	0.6
TL(s) =	2
R <sub>o</sub> =	3
I <sub>ax</sub> =	1
I <sub>px</sub> =	1
I <sub>ay</sub> =	1
I <sub>py</sub> =	1
R <sub>xx</sub> =	3
R <sub>yy</sub>	3
N°Pisos	1

#### ➤ **Peso de la edificación**

La estimación del peso de la edificación (P) se realizó según lo establecido en la norma E.030 del RNE, en el numeral 4.3

**Ecuación 5:** *Peso de la edificación*

$$P = \text{Peso propio} + 0.25 CV$$

*Nota.* Obtenido de la tabla N°2 de la norma E.080 del RNE.

### ➤ **Desplazamientos laterales admisibles**

La norma E.030, nos establece el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 17**

*Límites de distorsión de entrepiso*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
MATERIAL PREDOMINANTE	( $\Delta_i/h_{ei}$ )
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad imitada	0.005

*Nota.* Obtenido de la tabla N°2 de la norma E.080 del RNE.

#### **2.5.4.4 Diseño de los elementos estructurales**

El diseño de los elementos estructurales de la vivienda se realizó posterior al modelado y análisis sísmico, comprendiendo éste; el diseño de los tijerales de la cobertura, los muros de tapial y la cimentación corrida. En cuanto al diseño de los muros, se realizó bajo los datos técnicos obtenidos de los ensayos físico-mecánicos realizados en esta investigación, siendo éstos correspondientes al de los tapias estabilizados con 5% de CaO. En cuanto al diseño de la cimentación, con los datos obtenidos de los ensayos de corte directo de mecánica de suelos; definiendo su capacidad portante.

### **2.6 Procesamiento y Análisis de datos**

#### **2.6.1 Etapa 1: Recolección y análisis de muestras de suelo**

##### **2.6.1.1 Selección de muestras de suelos: Pruebas de Campo**

La primera prueba que se desarrolló fue la “**prueba de cinta de barro**”, de donde se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 18***Desarrollo de prueba de campo "Cinta de barro"*

PRUEBA "CINTA DE BARRO"			
CARACTERÍSTICAS	CANTERA N°1	CANTERA N°2	CANTERA N°3
Diámetro de cilindro	12 mm	12 mm	12 mm
Espesor de cinta	4 mm	4 mm	4 mm
Longitud suspendida de la cinta previa rotura	11 cm	18 cm	9 cm

Con el desarrollo de esta prueba se determinó que la cantera más óptima es la cantera N°2, ya que presentó una elongación de 18 cm, correspondiente al límite entre 10 a 20 cm de elongación que caracteriza un suelo óptimo para la construcción con tapiales.

La segunda prueba que se realizó fue la de prueba de **"Presencia de arcilla"**, donde se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 19***Desarrollo de prueba de campo "Presencia de Arcilla"*

PRUEBA "PRESENCIA DE ARCILLA"			
CARACTERÍSTICAS	CANTERA N°1	CANTERA N°2	CANTERA N°3
Diámetro de esfera	2 cm	2 cm	2 cm
Cantidad total de pruebas (esferas)	4	4	4
Esferas rotas	2	0	3
Esferas intactas	1	4	0

Luego de efectuar este ensayo de campo, se determinó que la cantera más óptima para la elaboración de tapiales corresponde a la cantera N°2, ya que se evidenció que las 4 circunferencias elaboradas con este suelo no se agrietaron, lo que manifestó suficiente cantidad de arcilla en su composición de suelo, apto para los tapiales.

La tercera prueba que se realizó fue la de “**sedimentación**”. Mediante el desarrollo de esta prueba se determinó que la cantera más óptima corresponde a la N°2, ya que presentó luego de la sedimentación, un 64.70% de arcilla en su composición, lo cual garantizó un suelo con mejores condiciones para la elaboración del tapial.

**Tabla 20**

*Desarrollo de prueba de campo "Prueba de sedimentación"*

PRUEBA DE "SEDIMENTACIÓN"						
CARACTERÍSTICAS DE SUELO	CANTERA N°1		CANTERA N°2		CANTERA N°3	
	Sed. (cm)	Sed. (%)	Sed. (cm)	Sed. (%)	Sed. (cm)	Sed. (%)
GRAVA	0.00	-	1.50	17.60	0.00	-
ARENA	<b>3.00</b>	<b>50.00</b>	1.00	11.80	3.00	33.30
LIMO	2.5.00	41.70	0.50	5.90	<b>6.00</b>	<b>66.70</b>
ARCILLA	0.50	8.30	<b>5.50</b>	<b>64.70</b>	0.00	-
TOTAL	<b>6.00</b>	<b>100.0</b>	<b>8.50</b>	<b>100.00</b>	<b>9.00</b>	<b>100.00</b>
TIPO DE SUELO	<b>ARENOSO</b>		<b>ARCILLOSO</b>		<b>LIMOSO</b>	

### 2.6.1.2 Análisis de mecánica de suelos

#### a) Análisis granulométrico por tamizado

**Tabla 21**

*Procesamiento de ensayo de Análisis Granulométrico de suelos por tamizado para la calicata C-01 de la Cantera N°2*

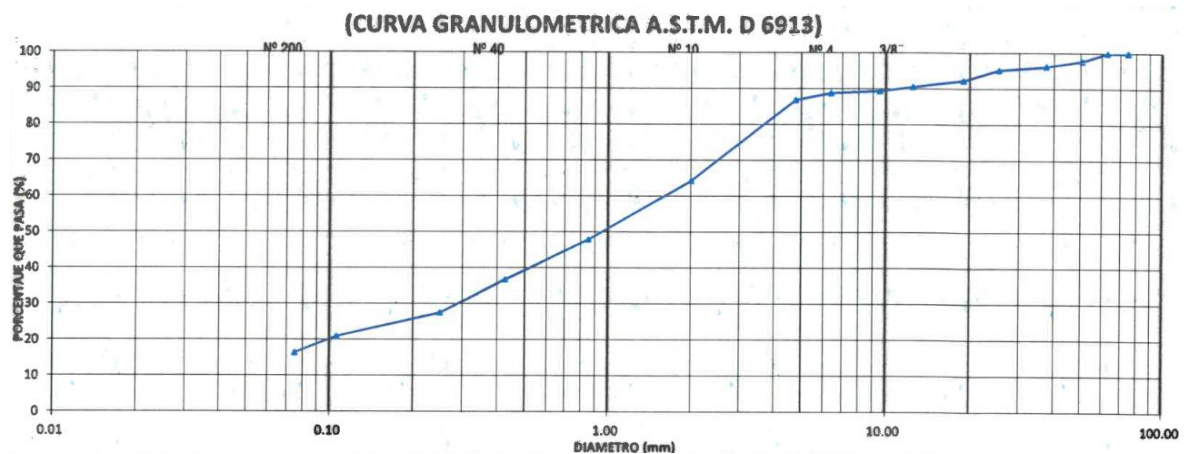
FRACCIÓN GRUESA	TAMIZ		P.RE T PAR CIA L	P.RET ACUM ULAD O	% PORCE NTAJE RETEN IDO PARCI AL	% PORCE NTAJE RETEN IDO ACUM ULAD O	PORCE NTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HÚMEDA		
	N°	ABERTU RA (mm)						TEMPER ATURA DE SECADO	AMBI ENTE	110° C
	3"	75.00	0.00	0.00	0	0	100	PESO TOTAL MUESTRA HÚMEDA (gr)	2044 6	
	2.5"	63.00	0.00	0.00	0	0	100			
	2"	50.80	418.5	418.50	2.3	2.3	97.7			
	1.5"	37.50	264	682.50	1.4	3.7	96.3	FACTOR PARA PESO RETENIDO	31.9	
	1"	25.40	194	876.50	1.1	4.8	95.2			

FRACCIÓN FINA	3/4"	19.00	543	1419.50	3	7.7	92.3	EN FRACCIÓN FINA	
	1/2"	12.50	321.5	1741.00	1.8	9.5	90.5	MUESTRA TOTAL SECA	
	3/8"	9.50	218	1959.00	1.2	10.7	89.3	PESO TOTAL MUESTRA SECA	405.
	1/4"	6.35	106	2065.00	0.6	11.2	88.8	(g) ENTRE [≤ N°10 Y ≤ N°200]	7
	N°4	4.75	359.5	2424.50	2	13.2	86.8	PESO TOTAL MUESTRA SECA	2424.5
	N°10	2.00	129.5	6555.80	22.5	35.7	64.3	≥ N°4 (gr)	
	N°20	0.85	94.6	9573.20	16.4	52.1	47.9	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	18368.0
	N°40	0.43	64.3	11623.90	11.2	63.3	36.7	ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA	
	N°60	0.25	53.2	13320.60	9.2	72.5	27.5	TOTAL WG=	2370
	N°140	0.106	37.9	1457.80	6.5	79.1	20.9	ANÁLISIS FRACCIÓN FINA	
	N°200	0.08	26.2	15361.70	4.5	83.6	16.4	%PASA MALLA N°4	86.8
	PASALA N°200	--	94.3	18368.00	16.4	100		FRACCIÓN SECA	S= 500.0
TOTAL			18368.00						

Del análisis granulométrico de suelos por tamizado, se obtuvo que el porcentaje que pasa la malla N°4 (malla que separa los suelos de granulometría gruesa de la granulometría fina) es de 86.80%, y el porcentaje de gravas es del 14.2%; valor menor al 15%, evidenciando que el porcentaje de arena es mayor que el porcentaje de gravas, por lo que haciendo uso de la figura N°10, el suelo se clasifica como **ARENA ARCILLOSA (SC)** según la norma ASTM D2487.

### Figura 27

*Curva granulométrica del suelo de la calicata C-1, de la cantera N°2*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

**Tabla 22**

*Procesamiento de ensayo de Análisis Granulométrico de suelos por tamizado para la calicata C-02 Para efectos de cimentación*

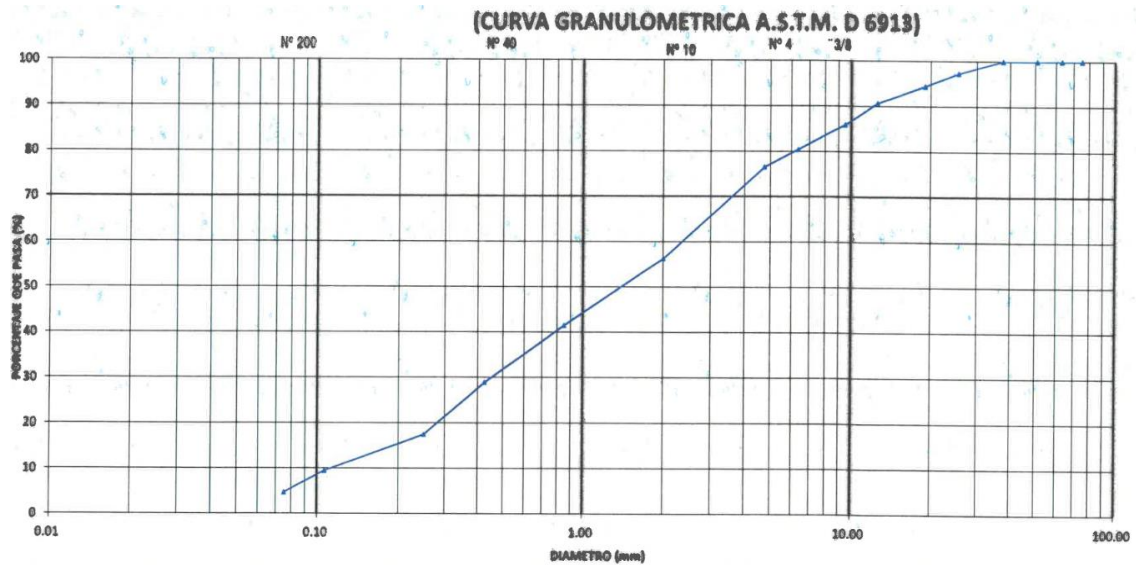
	TAMIZ		P.RE T PAR CIA L	P.RET ACUM ULAD O	% PORCE NTAJE RETEN IDO PARCI AL	% PORCE NTAJE RETEN IDO ACUM ULAD O	PORCE NTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HÚMEDA		
	Nº	ABERTU RA (mm)						TEMPERA TURA DE SECADO	AMBI ENTE	110 °C
FRACCIÓN GRUESA	3"	75.00	0.00	0.00	0	0	100	PESO TOTAL MUESTRA HÚMEDA (gr)		207 33. 2
	2.5"	63.00	0.00	0.00	0	0	100			
	2"	50.80	0.00	0.00	0	0	100			
	1.5"	37.50	0.00	0.00	0	0	100	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA	27. 4	
	1"	25.40	492. 3	492.30	2.8	2.8	92.7			
	3/4"	19.00	512. 3	1004.60	2.9	5.6	94.4			
	1/2"	12.50	678	1682.60	3.8	9.4	90.6			
	FRACCIÓN FINA	3/8"	9.50	850. 5	2533.10	4.8	14.2	65.8	PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	459 .5
		1/4"	6.35	978. 5	3511.60	5.5	19.5	80.4		
		Nº4	4.75	700	4211.60	3.9	23.5	76.47	PESO TOTAL MUESTRA SECA ≥Nº4 (gr)	421 1.6
Nº10		2.00	132. 5	7840.10	22.5	43.8	56.2			
Nº20		0.85	86.3	10477.6 0	16.4	58.5	41.5	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	179 00. 0	
Nº40		0.43	82.1	12725.2 0	11.2	71.1	28.9			
Nº60	0.25	75.3	14736.7 0	9.2	82.6	17.4	ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA			
Nº140	0.106	52	16210.3 0	6.5	90.6	9.4	TOTAL	WG=	4212	
Nº200	0.08	31.2	17054.5 0	4.5	95.3	4.7	ANÁLISIS FRACCIÓN FINA			
PASA LA Nº200	--	57.5	18538.6 0	16.4	194.1		%PASA	MAL LA Nº4	76. 47	
TOTAL			18638.60				FRACCI ÓN SECA	S=	50 0.0	

Del análisis granulométrico de suelos por tamizado, se obtuvo que el porcentaje que pasa la malla Nº4 (malla que separa los suelos de granulometría gruesa de la granulometría fina) es de 76.47%, y el porcentaje de gravas es del 23.53 %; valor mayor al 15%,

evidenciando que el porcentaje de arena es mayor que el porcentaje de gravas, por lo que haciendo uso de la figura N°10, el suelo se clasifica como **ARENA MAL GRADUADA (SP)** según la norma ASTM D2487.

**Figura 28**

*Curva granulométrica del suelo de la calicata C-2*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

**b) Contenido de Humedad (W%)**

**Tabla 23**

*Procesamiento de ensayo de contenido de humedad natural del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes*

CALICATA:	C-01		
MUESTRA:	M-01		
ENSAYE:	1	2	3
W (tara + M. Húmeda) gr	205.18	201.98	202.13
W (tara + M. Seca) gr	185.93	184.96	185.2
W agua (gr)	20.15	17.02	16.93
W tara (gr)	25.5	25.04	25.5
W Muestra Seca (gr)	159.53	158.92	159.7
W (%)	12.63%	10.71%	10.60%
W (%) Promedio	11.31%		



**Tabla 24**

*Procesamiento de ensayo de contenido de humedad natural del suelo de calicata C-02 para fines de cimentación*

CALICATA:	C-02		
MUESTRA:	M-01		
ENSAYE:	1	2	3
W (tara + M. Húmeda) gr	131.18	147.65	140.84
W (tara + M. Seca) gr	118.58	131.79	126.85
W agua (gr)	12.52	15.35	13.85
W tara (gr)	38	38	38
W Muestra Seca (gr)	80.58	93.7	88.99
W (%)	15.54%	16.38%	15.58%
W (%) Promedio	15.83%		

**c) Límites de Plasticidad**

- Muestra de suelo de calicata C-01 para caracterización de los especímenes

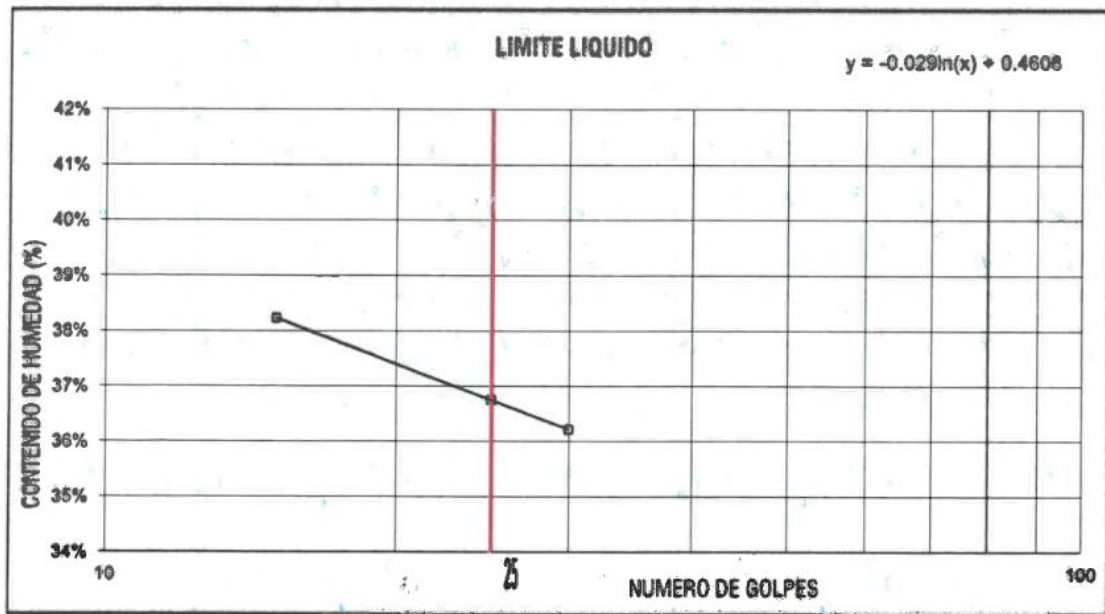
**Tabla 25**

*Procesamiento de ensayo de límite líquido del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes*

LÍMITE LÍQUIDO			
CALICATA:	C-01		
MUESTRA:	M-01		
TARA N°:	40	41	42
W (tara + M. Húmeda) gr	39.51	38.46	37.24
W (tara + M. Seca) gr	32.87	32.29	31.45
W agua (gr)	6.64	6.17	5.78
W tara (gr)	15.5	15.5	15.5
W Muestra Seca (gr)	17.37	16.79	15.96
W (%)	38.23	36.75	36.22
N. GOLPES	15	25	30

**Figura 29**

*Gráfico de Límite líquido de muestra de suelo de calicata C-1*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

El límite líquido (LL) de la muestra es de 36.75 %

**Tabla 26**

*Procesamiento de ensayo de límite Plástico del suelo de calicata C-01, de la cantera N°2, para caracterización de especímenes*

LÍMITE PLASTICO			
CALICATA:		C-01	
MUESTRA:		M-01	
TARA N°:	36.00	37.00	Promedio
W (tara + M. Húmeda) gr	38.80	39.83	
W (tara + M. Seca) gr	36.60	37.40	
W agua (gr)	2.30	2.43	
W tara (gr)	25.50	25.50	
W Muestra Seca (gr)	11.00	11.90	
W (%)	20.9%	20.4%	21.0%

El límite plástico (LP) de la muestra es de 20.70 %

- Muestra de suelo de calicata C-02 para fines de cimentación de la estructura.

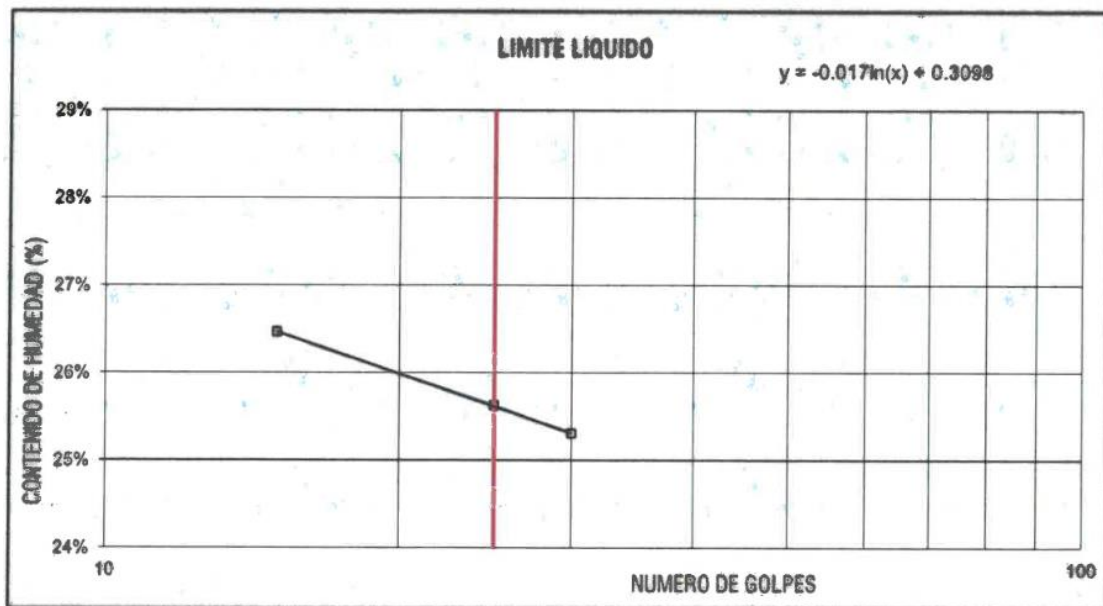
**Tabla 27**

*Procesamiento de ensayo de límite líquido del suelo de calicata C-02, para fines de cimentación*

LÍMITE LÍQUIDO			
CALICATA:		C-0	
MUESTRA:		M-01	
TARA N°:	26	30	34
W (tara + M. Húmeda) gr	37.18	36.14	35.11
W (tara + M. Seca) gr	32.58	31.93	31.18
W agua (gr)	4.52	4.21	3.96
W tara (gr)	15.5	15.5	15.5
W Muestra Seca (gr)	17.08	16.43	15.65
W (%)	26.46	25.62	25.30
N. GOLPES	15	25	30

**Figura 30**

*Gráfico de Límite líquido de muestra de suelo de calicata C-2*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

El límite líquido (LL) de la muestra es de 25.50 %

**Tabla 28**

*Procesamiento de ensayo de límite plástico del suelo de calicata C-02, para fines de cimentación*

LÍMITE PLASTICO			
CALICATA:	C-01		
MUESTRA:	M-01		
TARA N°:			
W (tara + M. Húmeda) gr			
W (tara + M. Seca) gr	NO PRESENTA		
W agua (gr)			
W tara (gr)			
W Muestra Seca (gr)			
W (%)	NP	NP	NP

La muestra no presentó límite plástico, ya que, al tratarse de una arena mal graduada, según la composición granulométrica por tamizado, este no presentó plasticidad y adherencia alguna al realizar el ensayo según lo establecido en las normas antes descritas en la parte procedimental de la presente investigación.

**d) Densidad aparente del suelo**

**Tabla 29**

*Procesamiento de ensayo de densidad aparente del suelo de calicata C-01*

DENSIDAD APARENTE DEL SUELO			
CALICATA:	C-01		
MUESTRA:	M-01		
ENSAYE:	1	2	3
W (Cilindro+ M. Húmeda) gr	412.26	413.2	413.6
W Cilindro	240	240	240
W M. Natural (gr)	172.26	173.2	173.6
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.68	1.69
Densidad Natural Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68		

**Tabla 30***Procesamiento de ensayo de densidad aparente del suelo de calicata C-02*

DENSIDAD APARENTE DEL SUELO			
CALICATA:	C-02		
MUESTRA:	M-01		
ENSAYE:	1	2	3
W (Cilindro+ M. Húmeda) gr	420.40	419.17	421.53
W Cilindro	240.00	240.00	240.00
W M. Natural (gr)	180.49	179.17	181.53
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.98	102.98	102.98
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.74	1.76
Densidad Natural Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75		

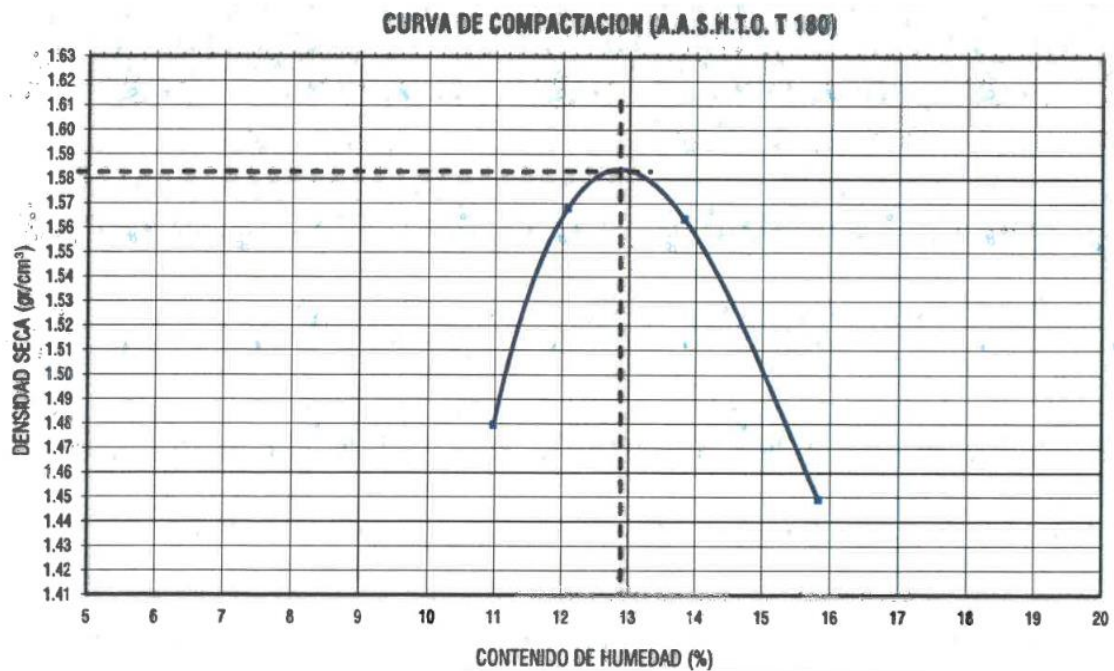
**e) Proctor modificado****Tabla 31***Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +0%CaO*

M-1+0%CaO									
	<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1		2		3		4	
	N° Capas	3.00		3.00		3.00		3.00	
	N° Golpes por capa	25.00		25.00		25.00		25.00	
<b>DENSIDAD</b>	Peso húmedo +molde (gr)	5450.36		5559.14		5580.35		5484.71	
	Peso de molde (gr)	3900.00		3900.00		3900.00		3900.00	
	Peso Húmedo (gr)	1550.36		1659.14		1680.35		1584.71	
	Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	944.00		944.00		944.00		944.00	
	Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.64		1.76		1.78		1.68	
	<b>ENSAYO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
<b>HUMEDAD</b>	Peso suelo húmedo + tara(gr)	107.1 3	125.6 1	103.3 5	105.3 8	93.8 8	91.5 3	95.3	98.4 2
	Peso seco + tara (gr)	100.1 6	117.1	96.52	97.9	87.1 2	85	87.3	90.3 5
	Peso Agua (gr)	6.97	8.51	6.83	7.48	6.76	6.53	8	8.07
	Peso Tara (gr)	38	38	38	38	38	38	38	38
	Peso muestra seca (gr)	62.16	79.1	58.52	59.9	49.1 2	47	49.3	52.3 5
	Contenido de Humedad (%)	11.21	10.76	11.67	12.49	13.7 6	13.8 9	16.2 3	15.4 2
	C. Humedad (%) Prom.	10.99		12.08		13.83		15.82	
	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.48		1.57		1.56		1.45	

**Figura 31**

*Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1*

*+0%CaO*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

De la curva de compactación mostrada en la figura 30, se determinó que el contenido óptimo de humedad para obtener una densidad seca máxima con la mezcla de suelo M-1 sin adición de Óxido de Calcio es de 12.80 % alcanzando una densidad seca máxima de 1.582 gr/cm<sup>3</sup>

**Tabla 32**

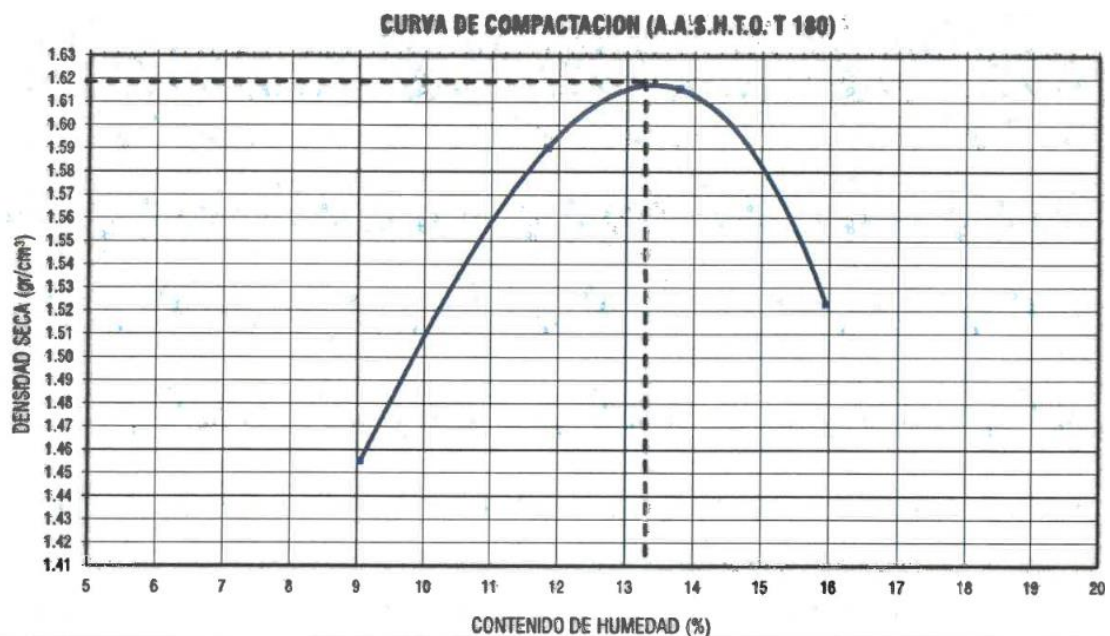
*Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +5%CaO*

		<b>M-1+5%caO</b>			
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1	2	3	4
	N° Capas	3.00	3.00	3.00	3.00
	N° Golpes por capa	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>DENSIDAD</b>	Peso húmedo +molde (gr)	5398.32	5578.69	5635.47	5567.19
	Peso de molde (gr)	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00
	Peso Húmedo (gr)	1498.32	1678.69	1735.47	1667.19
	Volumen de molde (cm3)	944.00	944.00	944.00	944.00

	Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.78	1.84	1.77				
	<b>ENSAYO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>				
<b>HUMEDA D</b>	Peso suelo húmedo + tara (gr)	98.3 6	122.3 4	105.3 4	109.4 7	106.3 1	96.7 8	107.3 4	101.3 4
	Peso seco + tara (gr)	93.4 7	115.1 7	97.68	102.5	98.23	89.5	97.25	93.15
	Peso Agua (gr)	4.89	7.17	7.66	6.97	8.08	7.28	10.09	8.19
	Peso Tara (gr)	38	38	38	38	38	38	38	38
	Peso muestra seca (gr)	55.4 7	77.17	59.68	64.5	60.23	51.5	59.25	55.15
	Contenido de Humedad (%)	8.82	9.29	12.84	10.81	13.42	14.1 4	17.03	14.85
	C. Humedad (%) Prom.	9.05		11.82		13.78		15.94	
	Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.46		1.59		1.62		1.52	

**Figura 32**

*Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +5%CaO*



*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

De la curva de compactación mostrada en la figura 31, se determinó que el contenido óptimo de humedad para obtener una densidad seca máxima con la mezcla de suelo M-1 con adición de Óxido de Calcio al 5% del porcentaje en peso de la mezcla, es de 13.25 % alcanzando una densidad seca máxima de 1.618 gr/cm<sup>3</sup>

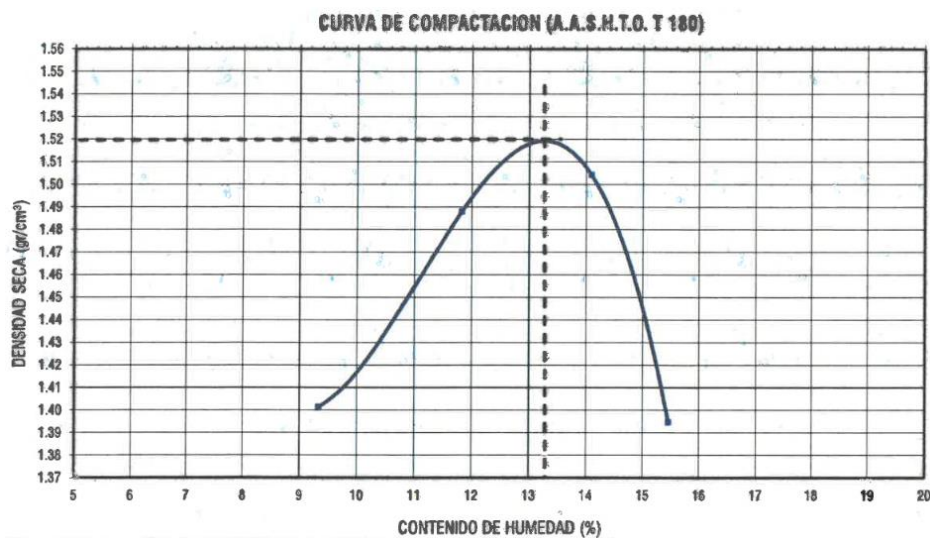
**Tabla 33**

*Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +10%CaO*

		<b>M-1+10%caO</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		1	2	3	4				
<b>DENSIDAD</b>	N° Capas	3.00	3.00	3.00	3.00				
	N° Golpes por capa	25.00	25.00	25.00	25.00				
	Peso húmedo +molde (gr)	5346.72	5470.70	5520.28	5420.19				
	Peso de molde (gr)	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00				
	Peso Húmedo (gr)	1446.72	1570.70	1620.28	1520.19				
	Volumen de molde (cm3)	944.00	944.00	944.00	944.00				
	Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.53	1.66	1.72	1.61				
	<b>ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>			
<b>HUMEDAD</b>	Peso suelo húmedo + tara(gr)	101.9 6	118.3 4	109.6 7	126.3 9	115.6 9	93.9 7	125.7 9	116.7 9
	Peso seco + tara (gr)	96.25	111.7 9	102.3	116.8	105.7 1	87.3 4	114.6 7	105.6 9
	Peso Agua (gr)	5.71	6.55	7.37	9.59	9.98	6.63	11.12	11.1
	Peso Tara (gr)	38	38	38	38	38	38	38	38
	Peso muestra seca (gr)	58.25	73.79	64.3	78.8	67.71	49.3 4	76.67	67.69
	Contenido de Humedad (%)	9.80	8.88	11.46	12.17	14.74	13.4 4	14.50	16.40
	C. Humedad (%) Prom.	9.34		11.82		14.09		15.45	
	Densidad seca (gr/cm3)	1.40		1.49		1.50		1.39	

**Figura 33**

*Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +10%CaO*





*Nota.* Obtenido del informe de mecánica de suelos, elaborado por el laboratorio de suelos y pavimentos del “GRUPO PHURA”

De la curva de compactación mostrada en la figura 32, se determinó que el contenido óptimo de humedad para obtener una densidad seca máxima con la mezcla de suelo M-1 con adición de Óxido de Calcio al 10% del porcentaje en peso de la mezcla, es de 13.23 % alcanzando una densidad seca máxima de 1.52 gr/cm<sup>3</sup>

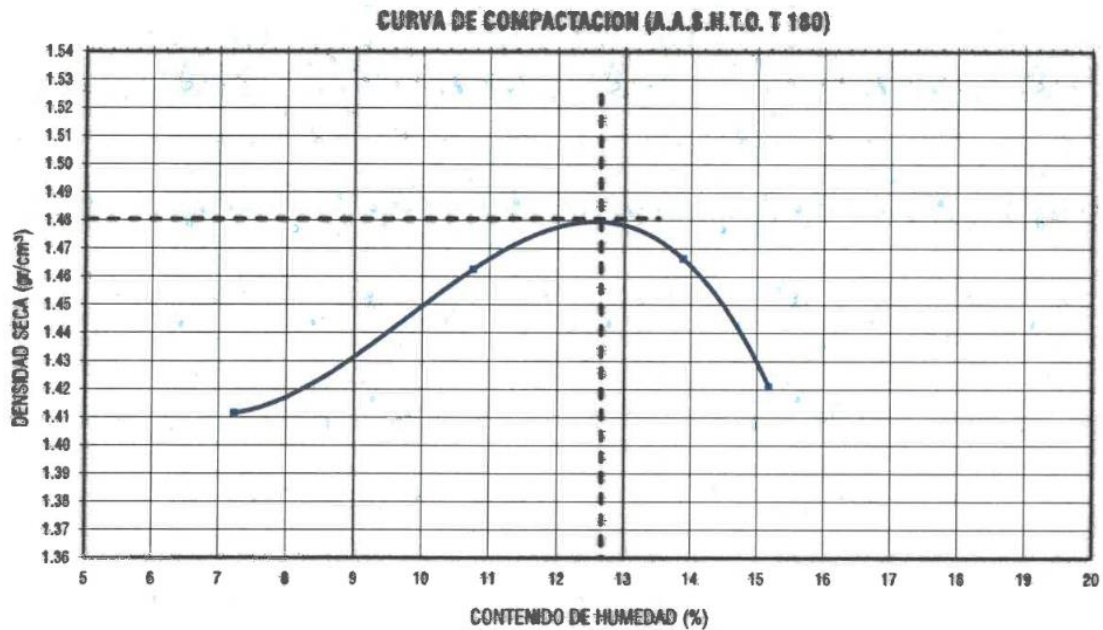
**Tabla 34**

*Procesamiento de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +15%CaO*

		<b>M-1+15%caO</b>							
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
<b>DENSIDAD</b>	N° Capas	3.00		3.00		3.00		3.00	
	N° Golpes por capa	25.00		25.00		25.00		25.00	
	Peso húmedo +molde (gr)	5328.89		5429.37		5476.69		5445.19	
	Peso de molde (gr)	3900.00		3900.00		3900.00		3900.00	
	Peso Húmedo (gr)	1428.89		1529.37		1576.69		1545.19	
	Volumen de molde (cm3)	944.00		944.00		944.00		944.00	
	Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.51		1.62		1.67		1.64	
	<b>ENSAYO</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>
<b>HUMEDAD</b>	Peso suelo húmedo + tara(gr)	107.3 7	111.6 4	106.7 9	108.9 7	92.7 6	120.1 8	137.4 9	124.9 2
	Peso seco + tara (gr)	102.6 7	106.7	100.4 7	101.7 1	86.9 8	108.8 7	123.7 8	114
	Peso Agua (gr)	4.7	4.94	6.32	7.26	5.78	11.31	13.71	10.92
	Peso Tara (gr)	38	38	38	38	38	38	38	38
	Peso muestra seca (gr)	64.67	68.7	62.47	63.71	48.9 8	70.87	85.78	76
	Contenido de Humedad (%)	7.27	7.19	10.12	11.40	11.8 0	15.96	15.98	14.37
	C. Humedad (%) Prom.	7.23		10.76		13.88		15.18	
	Densidad seca (gr/cm3)	1.41		1.46		1.47		1.42	

**Figura 34**

*Curva de compactación de ensayo Proctor Modificado para mezcla de suelo M-1 +15%CaO*



De la curva de compactación mostrada en la figura 33, se determinó que el contenido óptimo de humedad para obtener una densidad seca máxima con la mezcla de suelo M-1 con adición de Óxido de Calcio al 15% del porcentaje en peso de la mezcla, es de 12.70% alcanzando una densidad seca máxima de 1.48 gr/cm<sup>3</sup>

**f) Corte directo**

- **Datos del desarrollo de ensayo de corte directo**

**Tabla 35**

*Densidad humedad inicial (ensayo de corte directo)*

Densidad húmeda inicial (A.S.T.M D 2937)					
Nº de muestra	Peso muestreador+ M. húmeda inicial (gr)	Peso Muestreador (gr)	Peso muestra húmeda (gr)	Volumen muestreador (cm <sup>3</sup> )	Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )
1	150.92	41.97	108.95	60.05	<b>1.81</b>
2	149.22	41.97	107.25	60.05	<b>1.79</b>
3	151.32	41.97	109.35	60.05	<b>1.82</b>

**Tabla 36***Contenido de humedad inicial (ensayo de corte directo)*

Contenido de humedad inicial (A.S.T.M D 2216)					
N° de muestra	Peso muestra húmeda+tara (gr)	Peso muestra seca + tara (gr)	Peso tara (gr)	Peso muestra seca (gr)	contenido de Humedad (%)
1	93.95	84.88	23.19	61.69	<b>14.7</b>
2	93.27	75.49	25.57	49.92	<b>35.62</b>
3	94.39	85.76	25.78	58.98	<b>14.39</b>

**Tabla 37***Velocidad de corte (ensayo de corte directo)*

Velocidad de corte:0.25 mm/min								
N° de muestra	Altura inicial (mm)	Diámetro (mm)	Área inicial (cm <sup>2</sup> )	Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad inicial (%)	w pesas(gr)	Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo de corte (kg/cm <sup>2</sup> )
1	20.02	61.80	30.00	1.81	14.70	1075.00	0.36	0.768
2	20.02	61.80	30.00	1.79	35.62	2350.00	0.78	0.955
3	20.02	61.80	30.00	1.82	14.39	3625.00	1.21	1.200

Del desarrollo de este ensayo se obtuvo la cohesión del suelo ( $c$ ) =0.15 y un ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 22.7°, con el cual se calculó la capacidad portante del suelo (ver anexo 4) para el diseño de cimentación de la vivienda en estudio.

### **2.6.2 Etapa 2: Elaboración de muestras de muros de tapial BTA con adición de óxido de calcio.**

Esta etapa de la investigación en principio correspondió a la preparación de la mezcla de suelo con Óxido de Calcio, en porcentajes en peso de 5%, 10% y 15%, con respecto al suelo de la cantera N°2, determinada mediante las pruebas de campo, continuando posteriormente con la elaboración de las muestras BTA.

#### **Dosificación de la mezcla para la elaboración de las muestras BTA**

- **Dosificación de mezcla de suelo para BTA + 0% CaO**

Esta dosificación corresponde al suelo de cantera N°2 sin adición de CaO

Datos de los elementos de la mezcla:

Densidad aparente del suelo: 1680 kg/m<sup>3</sup>

Humedad natural del suelo (HN): 11.31 %

Humedad Óptima de compactación (HO): 12.80%

Peso del agua de la mezcla (Ww) en Kg

$$HN - HO = (11.31 - 12.80) \%$$

$$w = -1.49\%$$

$$Ww = \frac{w (Wm)}{1 + w}, \text{ siendo } (Wm) \text{ la masa de suelo}$$

$$Ww = \frac{0.0149(1)}{1 + 0.0149} = 0.02 \text{ kg} = 20 \text{ ml}$$

Dosificación en peso de la mezcla para 1 kg de suelo

Suelo (S): W(0% CaO) : W

**1 : 0 : 0.02**

**• Dosificación de mezcla de suelo para BTA + 5% CaO**

Datos de los elementos de la mezcla:

Densidad aparente del suelo: 1680 kg/m<sup>3</sup>

Densidad aparente del CaO: 940 kg/m<sup>3</sup>

Humedad natural del suelo (HN): 11.31 %

Humedad Óptima de compactación (HO): 13.25 %

Peso de Óxido de Calcio (CaO) al 5%, para 1kg de suelo (S) de cantera N°2

$$\frac{CaO}{S + CaO} = 0.05$$

$$0.95 * CaO = 0.05 * S$$

$$0.95 * CaO = 0.05 * 1 \text{ kg}$$

$$CaO = 0.053 \text{ Kg}$$

Peso del agua de la mezcla (Ww) en Kg

$$HN - HO = (11.31 - 13.25) \%$$

$$w = -1.94\%$$

$$Ww = \frac{w (Wm)}{1 + w}, \text{ siendo } (Wm) \text{ la masa de suelo}$$

$$Ww = \frac{0.0194(1)}{1 + 0.0194} = 0.02 \text{ kg} = 20 \text{ ml}$$

Dosificación en peso de la mezcla para 1 kg de suelo con adición de CaO al 5%

Suelo (S):  $W(5\% CaO) : W$

**1 : 0.053 : 0.02**

• **Dosificación de mezcla de suelo para BTA + 10% CaO**

Datos de los elementos de la mezcla:

Densidad aparente del suelo: 1680 kg/m<sup>3</sup>

Densidad aparente del CaO: 940 kg/m<sup>3</sup>

Humedad natural del suelo (HN): 11.31 %

Humedad Óptima de compactación (HO): 13.23 %

Peso de Óxido de Calcio (CaO) al 10%, para 1kg de suelo (S) de cantera N°2

$$\frac{CaO}{S + CaO} = 0.10$$

$$0.9 * CaO = 0.10 * S$$

$$0.9 * CaO = 0.10 * 1kg$$

$$CaO = 0.11Kg$$

Peso del agua de la mezcla (Ww) en Kg

$$HN - HO = (11.31 - 13.23) \%$$

$$w = -1.92\%$$

$$Ww = \frac{w (Wm)}{1 + w}, \text{ siendo } (Wm) \text{ la masa de suelo}$$

$$Ww = \frac{0.0192(1)}{1 + 0.0192} = 0.02 \text{ kg} = 20ml$$

Dosificación en peso de la mezcla para 1 kg de suelo con adición de CaO al 10%

Suelo (S):  $W(10\% CaO) : W$

**1 : 0.11 : 0.02**

• **Dosificación de mezcla de suelo para BTA + 15% CaO**

Datos de los elementos de la mezcla:

Densidad aparente del suelo: 1680 kg/m<sup>3</sup>

Densidad aparente del CaO: 940 kg/m<sup>3</sup>

Humedad natural del suelo (HN): 11.31 %

Humedad Óptima de compactación (HO): 12.70 %

Peso de Óxido de Calcio (CaO) al 15%, para 1kg de suelo (S) de cantera N°2

$$\frac{CaO}{S + CaO} = 0.15$$

$$0.85 * CaO = 0.15 * S$$

$$0.85 * CaO = 0.15 * 1kg$$

$$CaO = 0.18 Kg$$

Peso del agua de la mezcla (Ww) en Kg

$$HN - HO = (11.31 - 12.70) \%$$

$$w = -1.39\%$$

$$Ww = \frac{w (Wm)}{1 + w}, \text{ siendo } (Wm) \text{ la masa de suelo}$$

$$Ww = \frac{0.0139(1)}{1 + 0.0139} = 0.01 kg = 10ml$$

Dosificación en peso de la mezcla para 1 kg de suelo con adición de CaO al 15%

Suelo (S): W(5% CaO) : W

**1 : 0.18 : 0.01**

**Cantidad de muestras BTA elaboradas**

Luego de la realización de las muestras BTA con los distintos porcentajes de adición de CaO como se indica en la parte del procedimiento, se dejó secar por 28 días previo a la realización del ensayo físico -mecánicos del mismo, Obteniendo las muestras secas con las condiciones que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 38**

*Condición de muestra BTA posterior al secado*

Descripción	Cantidad de muestra por tipo de ensayo Mecánico		Condición de muestra BTA posterior al secado a los 28 días	
	Compresión Axial	Compresión Diagonal	Compresión Axial	Compresión Diagonal
BTA AL 0% DE "CaO"	1	1	Bueno	Bueno
	2	2	Bueno	Bueno
	3	3	Bueno	Bueno
	4	4	Bueno	Bueno
	5	5	Bueno	Bueno
	6	6	Bueno	Bueno
BTA AL 5% DE "CaO"	1	1	Bueno	Bueno
	2	2	Bueno	Bueno
	3	3	Bueno	Bueno
	4	4	Bueno	Bueno

	5	5	Bueno	Bueno
	6	6	Bueno	Bueno
	1	1	Bueno	Bueno
	2	2	Bueno	Bueno
BTA AL 10% DE "CaO"	3	3	Bueno	Bueno
	4	4	Bueno	Bueno
	5	5	Bueno	Bueno
	6	6	Bueno	Bueno
	1	1	Fisurado	Fisurado
	2	2	Fisurado	Fisurado
BTA AL 15% DE "CaO"	3	3	Fisurado	Fisurado
	4	4	Fisurado	Fisurado
	5	5	Fisurado	Fisurado
	6	6	Fisurado	Fisurado
TOTAL, DE MUESTRAS BUENAS			36	
TOTAL, DE MUESTRAS FISURADAS			12	

*Nota.* Las muestras con presencia de fisuras luego del secado se invalidaron.

### 2.6.3 Etapa 3: Ejecución de ensayos físico-mecánicos de las muestras.

#### 2.6.3.1 Ensayo Físico

##### a) Ensayo de densidad de los BTA

**Tabla 39**

*Densidad de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio*

DESCR IP.	N °	Cara superior			Cara inferior			Área Pro m. (cm <sup>2</sup> )	H (cm )	Vol.(m 3)	P. (Kg )	Densid ad (Kg/m <sup>3</sup> )
		L (cm )	A (cm )	Área (cm <sup>2</sup> )	L (cm )	A (cm )	Área (cm <sup>2</sup> )					
BTA AL 0% DE "CaO"	1	40.1 0	15.1 0	605. 51	40.1 5	15.1 0	606. 27	605. 89	40.7 0	0.0247	47.8 3	<b>1939.6 1</b>
	2	40.0 0	15.1 0	604. 00	40.0 0	15.1 0	604. 00	604. 00	41.1 0	0.0248	48.1 2	<b>1938.4 2</b>
	3	39.9 5	15.0 0	599. 25	39.9 5	15.0 0	599. 25	599. 25	40.1 5	0.0241	47.9 4	<b>1992.5 3</b>
	4	40.0 0	15.0 0	600. 00	40.1 0	15.0 0	601. 50	600. 75	39.9 5	0.0240	48.3 1	<b>2012.9 2</b>
	5	40.1 0	15.1 5	607. 52	40.0 0	15.1 5	606. 00	606. 76	40.0 0	0.0243	48.5 4	<b>1999.9 8</b>
	6	39.9 5	15.0 0	599. 25	40.0 0	15.1 0	604. 00	601. 63	40.2 0	0.0242	48.3 3	<b>1998.3 2</b>
	7	40.0 0	15.1 5	606. 00	40.0 0	15.1 0	604. 00	605. 00	40.0 0	0.0242	49.1 4	<b>2030.5 8</b>
	8	40.1 0	15.0 0	601. 50	40.0 0	15.1 0	604. 00	602. 75	40.0 8	0.0242	47.7 1	<b>1975.1 4</b>

9	40.1	15.0	601.	40.2	15.0	603.	602.	40.0	0.0241	48.9	<b>2030.7</b>
	0	0	50	0	0	00	25	0		2	<b>2</b>
1	40.0	15.1	604.	40.1	15.0	601.	602.	40.0	0.0241	49.6	<b>2056.7</b>
0	0	0	00	0	0	50	75	5		5	<b>4</b>
1	40.1	15.0	602.	40.1	15.1	607.	604.	40.0	0.0242	47.4	<b>1958.2</b>
1	5	0	25	0	5	52	88	5		4	<b>6</b>
1	40.1	15.0	601.	40.0	15.0	600.	600.	40.1	0.0241	48.3	<b>2004.9</b>
2	0	0	50	0	0	00	75	5		6	<b>7</b>
<b>Densidad promedio de muretes de BTA (<math>\rho</math>)</b>											<b>1994.8</b>
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>											<b>5</b>
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>											<b>35.15</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>											<b>1.76</b>

**Tabla 40**

*Densidad de ensayo de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio*

DESCR IP.	N °	Cara superior			Cara inferior			Área Pro m. (cm2 )	H (cm )	Volum en (m3)	Pes o (Kg )	Densid ad (Kg/m 3)
		L (cm )	A (cm )	Área (cm2 )	L (cm )	A (cm )	Área (cm2 )					
<b>BTA AL 5% DE "CaO"</b>	1	40.0	15.0	600.	40.0	14.9	598.	599.	40.3	0.0242	49.1	<b>2033.9</b>
		0	0	00	0	5	00	00	5		6	<b>6</b>
	2	40.1	15.1	605.	40.0	15.1	604.	604.	40.2	0.0243	49.0	<b>2017.8</b>
		0	0	51	0	0	00	76	0		6	<b>0</b>
	3	40.0	15.0	600.	39.9	15.0	599.	599.	40.3	0.0242	48.9	<b>2026.9</b>
		0	0	00	5	0	25	63	0		8	<b>1</b>
	4	39.9	15.1	603.	40.0	15.1	604.	603.	40.0	0.0241	47.8	<b>1980.9</b>
		5	0	25	0	0	00	62	0		3	<b>6</b>
	5	40.0	15.1	604.	40.0	15.1	606.	605.	39.9	0.0242	48.9	<b>2024.0</b>
		0	0	00	0	5	00	00	5		2	<b>2</b>
	6	40.1	15.0	601.	40.1	15.0	601.	601.	40.0	0.0241	49.2	<b>2046.5</b>
		0	0	50	0	0	50	50	0		4	<b>5</b>
	7	40.0	15.0	600.	40.1	15.0	603.	601.	40.0	0.0241	48.1	<b>1997.9</b>
		0	0	00	0	5	51	75	8		8	<b>1</b>
	8	40.0	15.1	604.	40.0	15.1	604.	604.	40.2	0.0243	47.3	<b>1947.6</b>
		0	0	00	0	0	00	00	3		2	<b>5</b>
	9	40.1	15.0	602.	40.1	15.1	607.	604.	39.9	0.0242	48.1	<b>1993.3</b>
		5	0	25	0	5	52	88	5		7	<b>7</b>
1	39.9	15.0	599.	40.1	15.0	601.	600.	39.9	0.0240	49.1	<b>2047.9</b>	
0	5	0	25	0	0	50	38	5		2	<b>5</b>	
1	40.1	15.1	607.	40.0	15.1	604.	605.	40.0	0.0242	47.9	<b>1976.0</b>	
1	0	5	52	0	0	00	76	3		1	<b>4</b>	
1	40.1	15.0	601.	40.0	15.1	606.	604.	40.1	0.0242	49.2	<b>2032.5</b>	
2	0	0	50	5	5	76	13	0		4	<b>6</b>	
<b>Densidad promedio de muretes de BTA (<math>\rho</math>)</b>											<b>2010.4</b>	
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>											<b>7</b>	
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>											<b>29.87</b>	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>											<b>1.49</b>	



**Tabla 41**

*Densidad de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio*

DESCR IP.	N °	Cara superior			Cara inferior			Área Pro m. (cm2)	H (cm)	Volum en (m3)	Pes o (Kg)	Densid ad (Kg/m3)
		L (cm)	A (cm)	Área (cm2)	L (cm)	A (cm)	Área (cm2)					
BTA AL 10% DE "CaO"	1	39.95	15.00	599.25	40.00	15.00	600.00	599.63	40.70	0.0244	48.23	1976.26
	2	40.00	15.10	604.00	40.00	15.10	604.00	604.00	41.10	0.0248	48.52	1954.53
	3	40.00	15.00	600.00	40.00	15.00	600.00	600.00	40.15	0.0241	47.75	1982.15
	4	40.00	15.05	602.00	40.10	15.05	603.51	602.75	39.95	0.0241	47.99	1992.94
	5	40.15	15.00	602.25	40.15	15.00	602.25	602.25	40.00	0.0241	48.05	1994.60
	6	40.00	15.15	606.00	40.00	15.15	606.00	606.00	40.20	0.0244	48.41	1987.18
	7	40.10	15.10	605.51	40.00	15.10	604.00	604.76	40.08	0.0242	49.12	2026.77
	8	39.95	15.10	603.25	40.15	15.15	608.27	605.76	40.13	0.0243	48.63	2000.73
	9	40.00	14.95	598.00	40.10	14.95	599.50	598.75	40.00	0.0239	47.95	2002.10
	10	40.00	15.00	600.00	40.10	15.00	601.50	600.75	39.98	0.0240	48.92	2037.06
	11	39.90	15.00	598.50	40.00	15.10	606.00	602.25	40.05	0.0241	49.05	2033.57
	12	40.00	15.10	604.00	40.00	15.10	604.00	604.00	40.08	0.0242	48.36	1997.91
	Densidad promedio de muretes de BTA ( $\rho$ )											1998.82
	Desviación estándar ( $\sigma$ )											23.10
	Coeficiente de variación (%)											1.16

### 2.6.3.2 Ensayo Mecánico

#### a) Compresión axial (F'm)

**Tabla 42**

*Compresión axial de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio*

DESCR IP.	N °	Cara superior			Cara inferior			Área Pro m. (cm2)	H (cm)	Esb elte z (H/A)	C. Apli cada (Kg/new)	C. Apli cada (Kg)	Fm (Kg/cm2)	Fact or de corre cción	Fm Corr egid o (Kg/cm2)
		L (cm)	A (cm)	Ár ea (cm2)	L (cm)	A (cm)	Ár ea (cm2)								

	40	15	60	40	15	60	60	40			42.7	436			
1	.1	.1	5.5	.1	.1	6.2	5.8	.7	2.70	42.7	1.25	7.20	0.844	<b>6.08</b>	
	0	0	1	5	0	7	9	0		7	7				
	40	15	60	40	15	60	60	41			464				
2	.0	.1	4.0	.0	.1	4.0	4.0	.1	2.72	45.5	2.69	7.69	0.848	<b>6.52</b>	
	0	0	0	0	0	0	0	0		3	4				
<b>BTA</b>	39	15	59	39	15	59	59	40			499				
<b>AL</b>	.9	.0	9.2	.9	.0	9.2	9.2	.1	2.68	48.9	0.41	8.33	0.840	<b>6.99</b>	
<b>0%</b>	5	0	5	5	0	5	5	5		4	2				
<b>DE</b>	40	15	60	40	15	60	60	39			456				
<b>"Ca</b>	.0	.0	0.0	.1	.0	1.5	0.7	.9	2.66	44.7	6.21	7.60	0.835	<b>6.35</b>	
<b>O"</b>	0	0	0	0	0	0	5	5		8	7				
	40	15	60	40	15	60	60	40			464				
5	.1	.1	7.5	.0	.1	6.0	6.7	.0	2.64	45.5	5.75	7.66	0.831	<b>6.36</b>	
	0	5	2	0	5	0	6	0		6	3				
	39	15	59	40	15	60	60	40			487				
6	.9	.0	9.2	.0	.1	4.0	1.6	.2	2.67	47.8	9.26	8.11	0.837	<b>6.79</b>	
	5	0	5	0	0	0	3	0		5	5				
<b>Resistencia a compresión axial promedio (fm)</b>														<b>6.51</b>	
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>														<b>0.30</b>	
<b>Coficiente de variación (%)</b>														<b>4.64</b>	
<b>Resistencia Característica a la compresión Axial (f'm)</b>														<b>6.21</b>	

**Tabla 43**

*Compresión axial de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio*

DES CRI P.	N <sup>o</sup>	Cara superior			Cara inferior			Ár ea Pr om . (c m <sup>2</sup> )	H (c m)	Esb elte z (H/ A)	C. Apli cada (Kg/ new )	C. Apli cada (Kg)	Fm (Kg/ cm <sup>2</sup> )	Fact or de corre cción	Fm Corr egido (Kg/ cm <sup>2</sup> )
		L (c m)	A (c m)	Ár ea (c m <sup>2</sup> )	L (c m)	A (c m)	Ár ea (c m <sup>2</sup> )								
	1	40	15	60	40	14	59	59	40			580			
		.0	.0	0.0	.0	.9	8.0	9.0	.3	2.69	56.8	0.05	9.68	0.842	<b>8.15</b>
		0	0	0	0	5	0	0	5		8	4			
	2	40	15	60	40	15	60	60	40			619			
		.1	.1	5.5	.0	.1	4.0	4.7	.2	2.66	60.7	8.75	10.2	0.835	<b>8.56</b>
		0	0	1	0	0	0	6	0		9	6	5		
<b>BTA</b>	3	40	15	60	39	15	59	59	40			639			
<b>AL</b>		.0	.0	0.0	.9	.0	9.2	9.6	.3	2.69	62.6	0.46	10.6	0.842	<b>8.97</b>
<b>5%</b>		0	0	0	5	0	5	3	0		7	6	6		
<b>DE</b>	4	39	15	60	40	15	60	60	40			560			
<b>"Ca</b>		.9	.1	3.2	.0	.1	4.0	3.6	.0	2.65	54.9	6.31	9.29	0.833	<b>7.74</b>
<b>O"</b>		5	0	5	0	0	0	2	0		8	1	1		
	5	40	15	60	40	15	60	60	39			649			
		.0	.1	4.0	.0	.1	6.0	5.0	.9	2.64	63.7	8.54	10.7	0.831	<b>8.92</b>
		0	0	0	0	5	0	0	5		3	8	4		
	6	40	15	60	40	15	60	60	40			595			
		.1	.0	1.5	.1	.0	1.5	1.5	.0	2.67	58.3	4.02	9.90	0.837	<b>8.29</b>
		0	0	0	0	0	0	0	0		9	8			
<b>Resistencia a compresión axial promedio (fm)</b>														<b>8.44</b>	
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>														<b>0.43</b>	
<b>Coficiente de variación (%)</b>														<b>5.15</b>	
<b>Resistencia Característica a la compresión Axial (f'm)</b>														<b>8.00</b>	

**Tabla 44**

*Compresión axial de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio*

DES CRI P.	N <sup>o</sup>	Cara superior			Cara inferior			Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	H (cm)	Esb eltez (H/A)	C. Apli cada (Kg/ new)	C. Apli cada (Kg)	Fm (Kg/ cm <sup>2</sup> )	Fact or de corre cción	Fm Corr egido (Kg/ cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )								
	1	39	15	59	40	15	60	59	40	2.71	47.7	487	8.12	0.846	<b>6.87</b>
		.9	.0	9.2	.0	.0	0.0	9.6	.7		7	1.10			
	2	40	15	60	40	15	60	60	41	2.72	48.1	490	8.13	0.848	<b>6.89</b>
		.0	.1	4.0	.0	.1	4.0	4.0	.1		3	7.81			
<b>BTA</b>	3	40	15	60	40	15	60	60	40	2.68	46.3	472	7.88	0.840	<b>6.62</b>
		.0	.0	0.0	.0	.0	0.0	0.0	.1		8	9.36			
<b>AL</b>	4	40	15	60	40	15	60	60	39	2.65	49.4	504	8.36	0.833	<b>6.97</b>
		.0	.0	2.0	.1	.0	3.5	2.7	.9		4	1.39			
<b>DE</b>	5	40	15	60	40	15	60	60	40	2.67	48.9	499	8.29	0.837	<b>6.94</b>
		.1	.0	2.2	.1	.0	2.2	2.2	.0		6	2.45			
<b>"Ca</b>	6	40	15	60	40	15	60	60	40	2.65	43.6	444	7.34	0.833	<b>6.12</b>
		.0	.1	6.0	.0	.1	6.0	6.0	.2		4	9.97			
<b>Resistencia a compresión axial promedio (fm)</b>														<b>6.74</b>	
<b>Desviación estándar (σ)</b>														<b>0.30</b>	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>														<b>4.44</b>	
<b>Resistencia Característica a la compresión Axial (f'm)</b>														<b>6.44</b>	

**b) Compresión Diagonal (V'm)**

**Tabla 45**

*Compresión diagonal de especímenes BTA con 0% de adición de óxido de calcio*

DES CRI P.	N <sup>o</sup>	L 1 (cm)	L 2 (cm)	L. Pro (cm)	H 1 (cm)	H 2 (cm)	H. Pro (cm)	D. Pro (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t3 (cm)	t4 (cm)	t.P rom (cm)	Área Pro (cm <sup>2</sup> )	C. Apli cada (Kg/ new)	C. Apli cada (Kg)	Vm (Kg /cm <sup>2</sup> )
<b>AL</b>	.0	.0	.0	.0	.0	00	57	.1	.1	.1	.9	09	3.4	4.26	392.		
<b>DE</b>	2	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85	398.	702.	<b>0.47</b>
<b>"Ca</b>		.1	.0	.0	.1	.0	08	66	.0	.0	.1	.1	05	2.6	3.91	702.	
<b>O"</b>		0	0	5	5	0			0	0	0	0		9	7		

	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85	373.		
3	.1	.2	.1	.0	.0	40.	56.	.0	.0	.0	.0	15.	0.1	3.66	210	<b>0.44</b>
	0	0	5	0	0	00	67	0	0	0	0	00	2		2	
	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	14	15.	85		412.	
4	.0	.1	.0	.1	.0	40.	56.	.1	.1	.0	.9	15.	1.0	4.05	978	<b>0.49</b>
	0	0	5	0	0	05	64	0	0	0	0	03	0		5	
	40	40	40	39	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85		404.	
5	.1	.1	.1	.9	.1	40.	56.	.0	.0	.1	.0	15.	2.5	3.97	820	<b>0.47</b>
	5	0	3	5	5	05	69	0	0	5	0	04	1		9	
	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85		426.	
6	.1	.0	.0	.1	.1	40.	56.	.0	.0	.0	.0	15.	0.6	4.18	234	<b>0.50</b>
	0	0	5	5	5	15	71	0	0	0	0	00	5		6	
<b>Resistencia a compresión diagonal promedio (Vm)</b>																<b>0.48</b>
<b>Desviación estandar (<math>\sigma</math>)</b>																<b>0.02</b>
<b>Coefficiente de variación (%)</b>																<b>4.79</b>
<b>Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V'm)</b>																<b>0.46</b>

**Tabla 46**

*Compresión diagonal de especímenes BTA con 5% de adición de óxido de calcio*

DES CRI P.	N <sup>o</sup>	L 1 (c m )	L 2 (c m )	L. Pr o (c m )	H 1 (c m )	H 2 (c m )	H. Pro m (c m )	D. Pr om (c m )	t1 (c m )	t2 (c m )	t3 (c m )	t4 (c m )	t.P ro m (c m )	Ár ea Pr o m. (c m 2)	C. Apl icad a (Kg /ne w)	C. Apl ica da (Kg )	Vm (Kg /cm 2)
	1	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85		523.	
		.0	.1	.0	.1	.0	40.	56.	.0	.0	.0	.0	15.	1.2	5.13	106	<b>0.61</b>
		0	0	5	5	0	08	66	0	0	5	5	03	7		1	
	2	40	40	40	40	40	40.	56.	15	14	15	15	15.	85		507.	
		.0	.0	.0	.3	.1	40.	56.	.1	.9	.1	.0	15.	3.0	4.98	810	<b>0.60</b>
		0	0	0	5	0	23	73	0	5	0	0	04	5		6	
<b>BTA</b>	3	40	40	40	39	40	39.	56.	15	15	15	15	15.	85		464.	
<b>AL</b>		.1	.1	.1	.9	.0	39.	56.	.0	.0	.1	.0	15.	1.4	4.56	983	<b>0.55</b>
<b>5%</b>		5	0	3	0	0	95	62	0	0	5	0	04	5		2	
<b>DE</b>	4	39	40	40	40	39	39.	56.	15	15	15	15	15.	85		543.	
<b>"Ca</b>		.9	.1	.0	.0	.9	39.	56.	.0	.1	.0	.1	15.	1.0	5.33	500	<b>0.64</b>
<b>O"</b>		5	0	3	0	0	95	55	0	0	0	0	05	9		1	
	5	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85		507.	
		.1	.0	.0	.0	.0	40.	56.	.1	.1	.1	.0	15.	4.9	4.98	810	<b>0.59</b>
		0	0	5	0	5	03	62	5	5	0	0	10	9		6	
	6	40	40	40	40	40	40.	56.	15	15	15	15	15.	85		521.	
		.1	.0	.0	.1	.1	40.	56.	.0	.0	.1	.1	15.	4.6	5.11	066	<b>0.61</b>
		0	5	8	0	0	10	69	0	0	5	5	08	4		7	
<b>Resistencia a compresión diagonal promedio (Vm)</b>																<b>0.60</b>	
<b>Desviación estandar (<math>\sigma</math>)</b>																<b>0.03</b>	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>																<b>4.69</b>	
<b>Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V'm)</b>																<b>0.57</b>	

**Tabla 47**

*Compresión diagonal de especímenes BTA con 10% de adición de óxido de calcio*

DES CRI P.	N <sup>o</sup>	L 1 (c m )	L 2 (c m )	L. Pr o (c m )	H 1 (c m )	H 2 (c m )	H. Pro m (c m)	D. Pr om (c m)	t1 (c m )	t2 (c m )	t3 (c m )	t4 (c m )	t.P ro m (c m)	Ár ea Pr o m. (c m 2)	C. Apl icad a (Kg /ne w)	C. Apl ica da (Kg )	Vm (Kg /cm 2)
BTA AL 10% DE "Ca O"	1	40 .1 0	40 .0 0	40 .0 5	40 .0 5	40 .1 5	40. 08	56. 66	15 .1 0	15 .1 0	15 .0 0	15 .1 0	15. 08	85 4.1 0	4.62	471. 101 4	<b>0.55</b>
	2	39 .9 5	40 .1 5	40 .0 5	40 .1 5	40 .1 0	40. 13	56. 69	15 .1 0	15 .1 5	15 .1 5	15 .1 5	15. 14	85 8.1 8	4.18	426. 234 6	<b>0.50</b>
	3	40 .0 0	40 .1 0	40 .0 5	40 .0 0	40 .0 0	40. 00	56. 60	14 .9 5	14 .9 5	14 .9 0	15 .0 0	14. 95	84 6.2 3	4.39	447. 648 3	<b>0.53</b>
	4	40 .0 0	40 .1 0	40 .0 5	39 .9 5	40 .0 0	39. 98	56. 59	15 .0 0	15 .0 0	14 .9 5	15 .1 0	15. 01	84 9.5 0	4.05	412. 978 5	<b>0.49</b>
	5	39 .9 0	40 .0 0	39 .9 5	39 .9 5	40 .1 5	40. 05	56. 57	15 .0 0	15 .1 5	15 .1 0	15 .1 0	15. 09	85 3.4 8	4.27	435. 411 9	<b>0.51</b>
	6	40 .0 0	40 .0 0	40 .0 0	40 .1 5	40 .0 0	40. 08	56. 62	15 .1 0	15 .1 0	15 .0 0	15 .0 0	15. 05	85 2.1 6	4.83	492. 515 1	<b>0.58</b>
<b>Resistencia a compresión diagonal promedio (Vm)</b>																<b>0.53</b>	
<b>Desviación estandar (<math>\sigma</math>)</b>																<b>0.03</b>	
<b>Coefficiente de variación (%)</b>																<b>6.05</b>	
<b>Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V'm)</b>																<b>0.49</b>	

## 2.6.4 Etapa 4: Modelado sísmico y Diseño estructural

### 2.6.4.1 Análisis estructural de la armadura

Se realizó el modelado estructural de la armadura en el software SAP 2000, para determinar las solicitaciones que inciden en la mampostería de tapial, ingresando los datos determinados y establecidos en la parte “a” del Ítem 2.4.3.4.2.

#### Definición de materiales en SAP 2000

**Figura 35**

*Definición de material: madera, para el modelado de cobertura en SAP 2000*

**S** Material Property Data

**General Data**

Material Name and Display Color: MADERA

Material Type: Other

Material Grade: CLASE C

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 9.000E-04

Mass per Unit Volume: 9.177E-07

**Units**

Units: Kgf, cm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 55000.

Poisson, U: 0.3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 21153.846

**Definición de secciones**

**Figura 36**

*Definición de secciones para el modelado de cobertura en SAP 2000*

**S** Frame Properties

**Properties**

Find this property:

- 2"X3"
- 2"X3"
- 4"X4"
- 4"X6"

**Click to:**

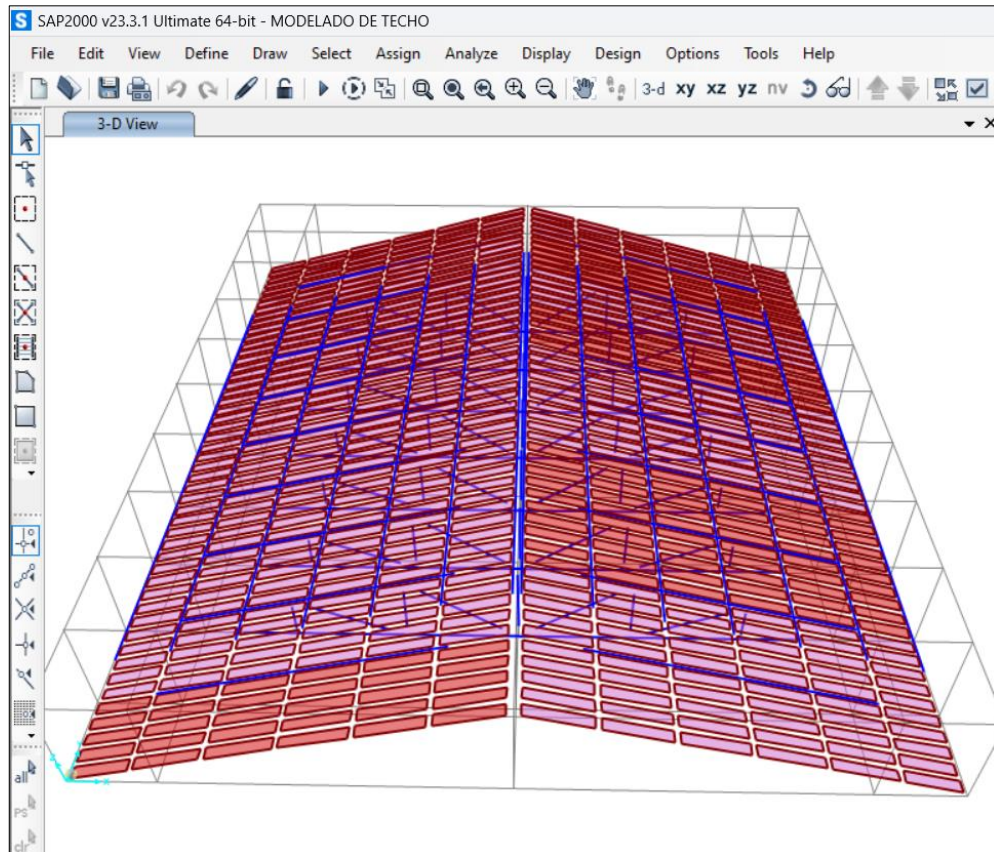
- Import New Property...
- Add New Property...
- Add Copy of Property...
- Modify/Show Property...
- Delete Property

OK Cancel

## Construcción del modelo

**Figura 37**

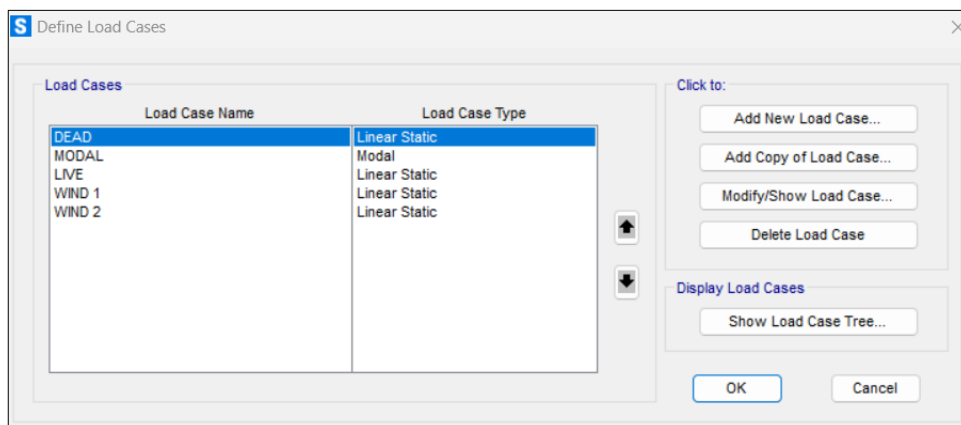
*Construcción del modelo de cobertura en SAP 2000*



## Definición de casos de carga

**Figura 38**

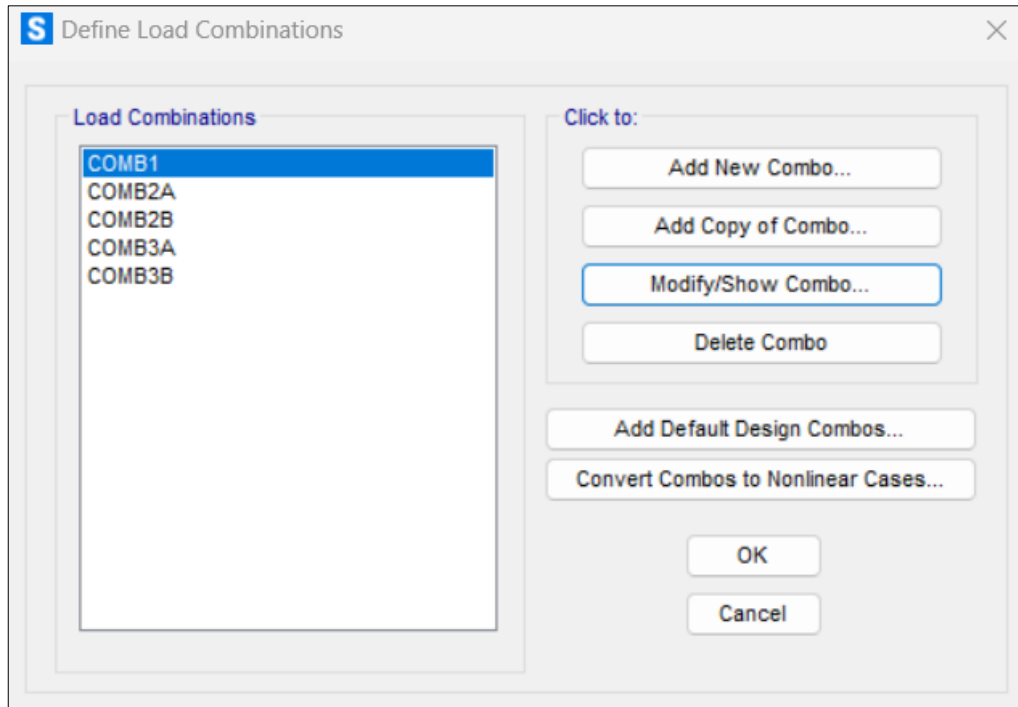
*Definición de casos de carga de la cobertura en SAP 2000*



## **Definición de combinaciones de carga**

**Figura 39**

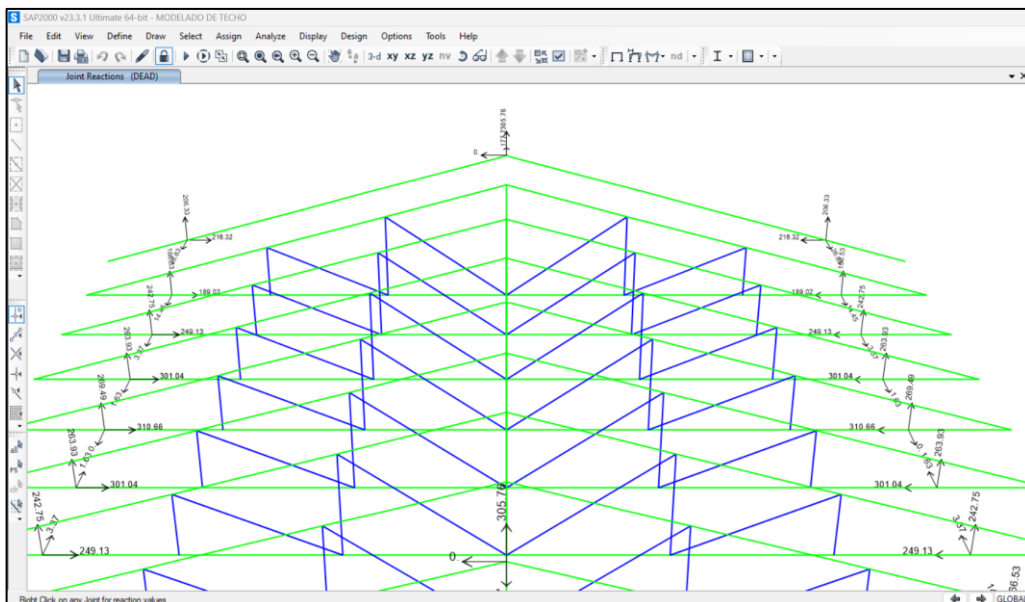
*Definición de combinaciones de carga de la cobertura en SAP 2000*



## **Analizamos el modelo y obtenemos las reacciones en los apoyos de la cobertura**

**Figura 40**

*Reacciones en los apoyos por carga muerta; de la cobertura*







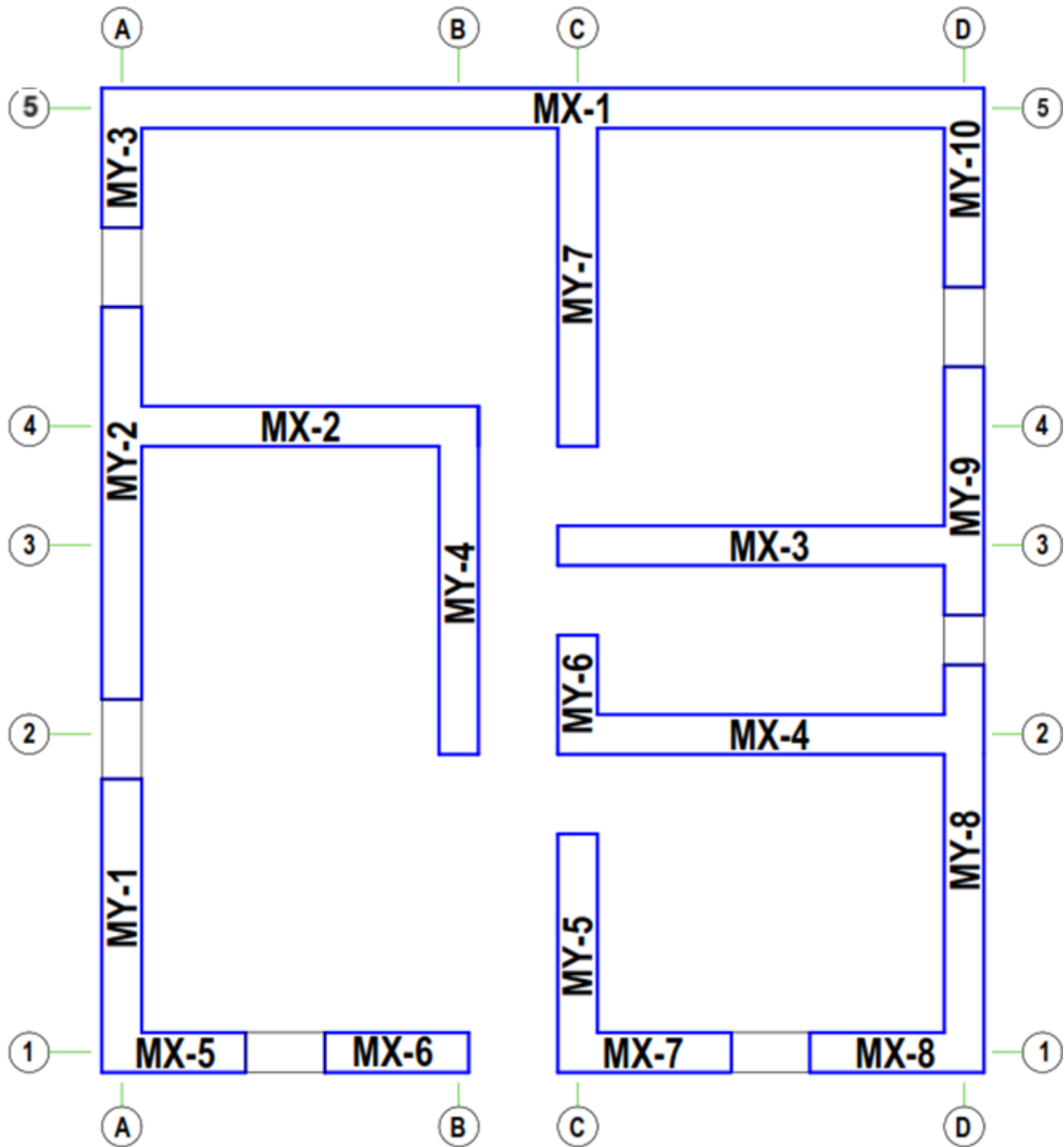
**Tabla 49***Reacciones en los apoyos por carga viva; de la cobertura*

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
		Kgf	Kgf	Kgf
53	LIVE	134.09	16.96	90.9
54	LIVE	-134.09	16.96	90.9
73	LIVE	131	1.91	165.2
74	LIVE	-131	1.91	165.2
93	LIVE	188.5	-1.246E-13	186.59
94	LIVE	-188.5	-4.551E-13	186.59
113	LIVE	181.25	-1.31	181.78
114	LIVE	-181.25	-1.31	181.78
133	LIVE	131	-1.91	165.2
134	LIVE	-131	-1.91	165.2
153	LIVE	134.09	-16.96	90.9
154	LIVE	-134.09	-16.96	90.9
173	LIVE	181.25	1.31	181.78
174	LIVE	-181.25	1.31	181.78
256	LIVE	120.26	15.56	232.67
257	LIVE	-120.26	15.56	232.67
259	LIVE	-3.027E-12	-37.08	329.11
261	LIVE	120.26	-15.56	232.67
262	LIVE	-120.26	-15.56	232.67
264	LIVE	-5.159E-12	37.08	329.11

**2.6.4.2 Modelado Sísmico de la vivienda****2.6.4.2.1. Verificación de la densidad mínima de muros**

**Figura 42**

*Etiquetado de muros en las direcciones X, Y*



**Tabla 50**

*Secciones de muros en las direcciones X, Y*

DIRECCIÓN X-X				DIRECCIÓN Y-Y			
MURO	L(m)	t(m)	L*t(m <sup>2</sup> )	MURO	L(m)	t(m)	L*t(m <sup>2</sup> )
MX-1	8.90	0.40	3.56	MY-1	2.95	0.40	1.18
MX-2	3.80	0.40	1.52	MY-2	3.95	0.40	1.58
MX-3	4.30	0.40	1.72	MY-3	1.4	0.40	0.56
MX-4	4.30	0.40	1.72	MY-4	3.5	0.40	1.40
MX-5	1.45	0.40	0.58	MY-5	2.4	0.40	0.96

MX-6	1.45	0.40	0.58	MY-6	1.2	0.40	0.48
MX-7	1.75	0.40	0.70	MY-7	3.6	0.40	1.44
MX-8	1.75	0.40	0.70	MY-8	4.1	0.40	1.64
-	-	-	-	MY-9	2.5	0.40	1.00
-	-	-	-	MY-10	2	0.40	0.80
<b>SUMA</b>			<b>11.08</b>	<b>SUMA</b>			<b>11.04</b>

#### DIRECCIÓN X-X

$$\sum L \cdot t = 11.08$$

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} = 0.1258$$

#### DIRECCIÓN Y-Y

$$\sum L \cdot t = 11.04$$

$$\frac{\sum L \cdot t}{A_p} = 0.1253$$

**Tabla 51**

*Verificación de la densidad mínima de muros*

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	VALORES
Número de pisos	N	1
Área en planta de la vivienda (m <sup>2</sup> )	Ap	88.11
Densidad de muros en dirección X (%)	Dx	12.58
Densidad de muros en dirección Y (%)	Dy	12.53

La estructuración **cumple** con la densidad mínima de muros, presentando valores mayores al 8% establecido en la norma E.080

#### 2.6.4.2.2. Construcción del modelo en ETABS V.20

Se realizó la construcción del modelo, en el cual se hizo el análisis sísmico estático y dinámico, independientemente para los valores de los materiales del tapial típico y el tapial mejorado con adición de 5% de CaO.

- **Definición de materiales**

Se empleó los valores determinados por los ensayos mecánicos en el Ítem 3.3 para los valores del tapial típico y el tapial mejorado con adición de 5% de CaO.

**Figura 43**

*Definición de materiales en ETABS*

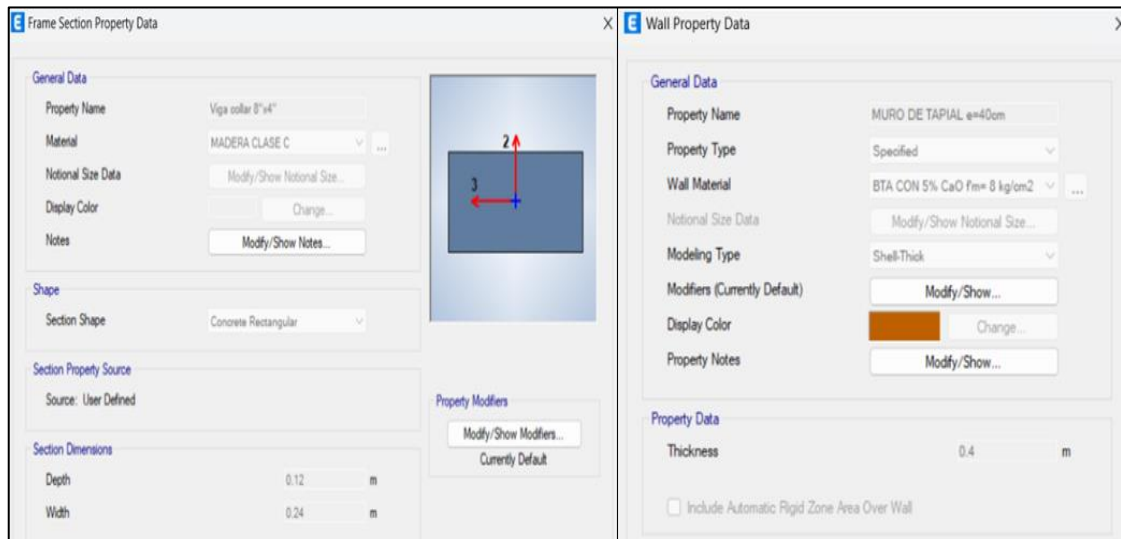
Property	BTA CON 5% CaO fm= 8 kg/cm2	MADERA CLASE C
Material Name	BTA CON 5% CaO fm= 8 kg/cm2	MADERA CLASE C
Material Type	Masonry	Other
Directional Symmetry Type	Isotropic	Isotropic
Material Display Color	Brown	Green
Material Notes	Modify/Show Notes...	Modify/Show Notes...
Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Specify Mass Density	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weight per Unit Volume	2010.47 kg/m <sup>3</sup>	900 kg/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	205.011 kg-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>	91.774 kg-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Modulus of Elasticity, E	109637700 kgf/m <sup>2</sup>	550000000 kgf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0.25	0.3
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000081 1/C	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	43855080 kgf/m <sup>2</sup>	211538461.54 kgf/m <sup>2</sup>

Property	BTA CON 0% CaO fm= 6.21 kg/cm2
Material Name	BTA CON 0% CaO fm= 6.21 kg/cm2
Material Type	Masonry
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	Brown
Material Notes	Modify/Show Notes...
Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>
Specify Mass Density	<input type="radio"/>
Weight per Unit Volume	1.9949 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.203418 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Modulus of Elasticity, E	95472.8 tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0.25
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000081 1/C
Shear Modulus, G	38189.12 tonf/m <sup>2</sup>

- **Definición de elementos**

**Figura 44**

*Definición de elementos en ETABS*

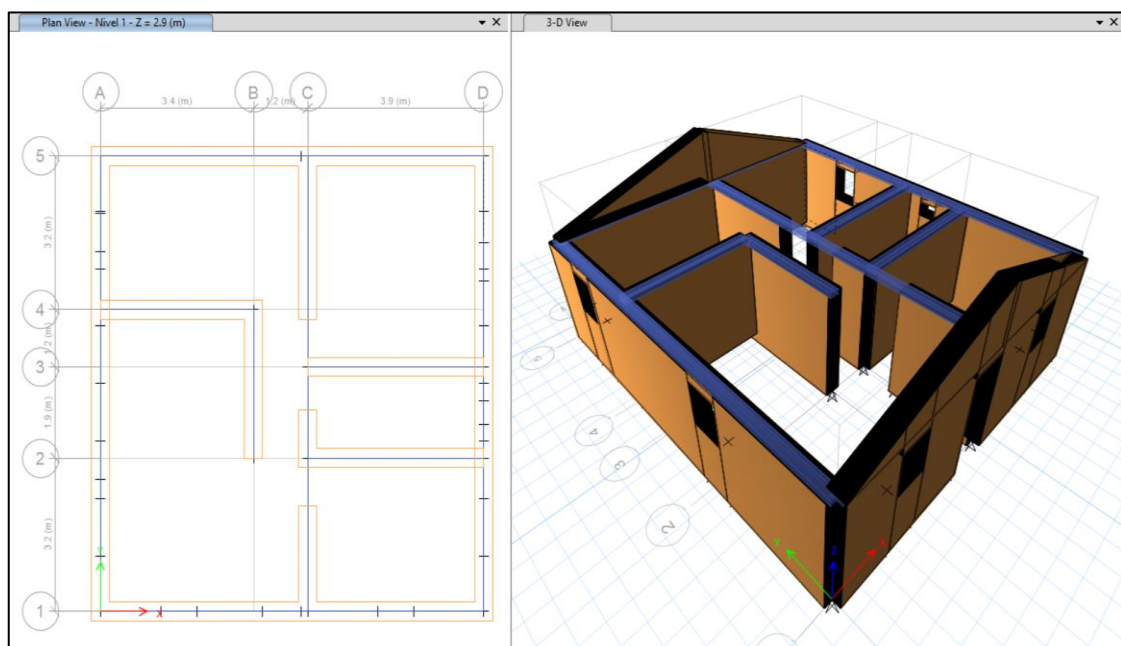


- **Modelado de la edificación**

Se procedió con la construcción del modelo.

**Figura 45**

*Modelado de la edificación*



### 2.6.4.2.3. Metrados y asignación de cargas

- **Carga Muerta (CM)**

La carga muerta se definió por el peso propio de la estructura (muros y solicitaciones de carga muerta de la cobertura), para ello empleamos el valor del peso volumétrico o densidad del muro de tapial obtenido de los ensayos desarrollados, teniendo este valor  $D = 1994.85 \text{ kg/m}^3$  para el tapial típico sin adición de CaO y  $D = 2010.47 \text{ kg/m}^3$  para el tapial estabilizado con 5% de CaO (Ver tabla 96). Además, las solicitaciones de carga muerta de la cobertura sobre los muros, se transmitieron y se colocaron de forma puntual en cada apoyo sobre los muros, con los valores obtenidos en la tabla 48.

- **Carga Viva (CV)**

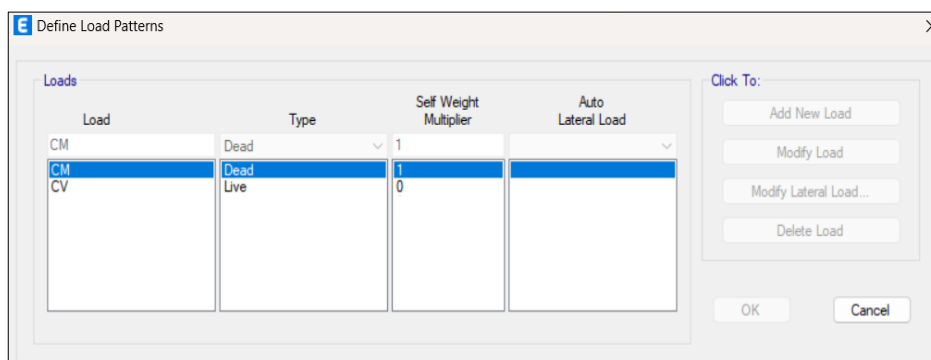
La carga viva actuante en la edificación, se definió por las solicitaciones de carga viva de la cobertura sobre los muros, se transmitieron y se colocaron de forma puntual en cada apoyo sobre los muros, con los valores obtenidos en la tabla 49.

- **Definición de patrones de carga**

El factor de “1” en la carga muerta supone que se está sumando el peso propio de los elementos estructurales modelados en el programa. Asimismo, en los patrones de carga se definió las cargas de sismo que se muestran en la parte de análisis sísmico estático.

**Figura 46**

*Definición de patrones de carga (CM y CV)*



- **Asignación de las cargas por gravedad**

Del modelado de la cobertura en el programa SAP 2000, se obtuvo los valores de las solicitaciones (CM y CV) que ejerce la cobertura sobre los muros (Ver tabla 48 y 49), los cuales se asignaron en dirección de la gravedad como cargas puntuales en los apoyos sobre los muros.





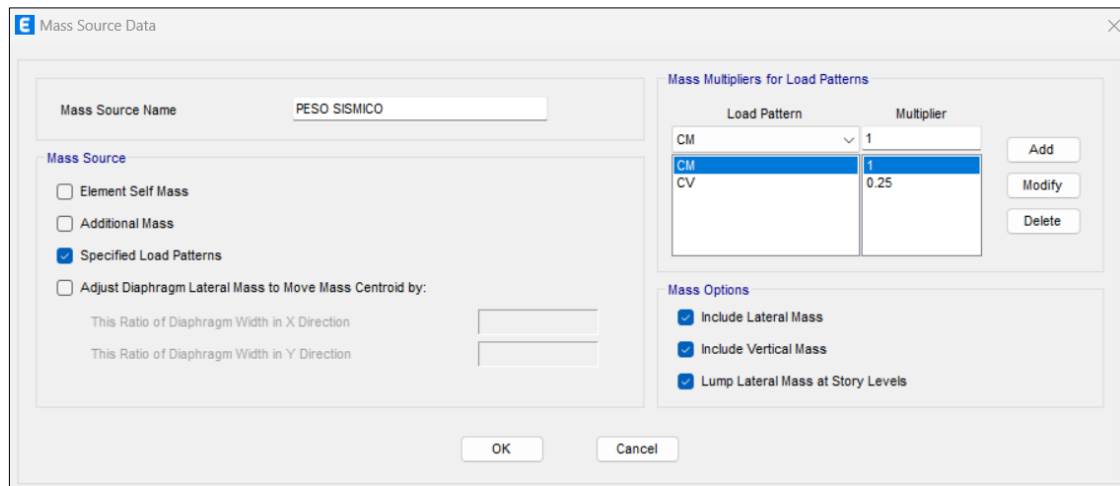
#### 2.6.4.2.4. Periodo fundamental y masas participativas

- **Estimación del peso sísmico**

Según lo establecido en la Norma E.030, el peso sísmico de la estructura se determinó, tomando el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva por tratarse de una edificación tipo “C”.

**Figura 49**

*Definición del peso sísmico*



- **Modos de vibración y masas participativas**

Para estimar el periodo fundamental de vibración, se tuvo que analizar la incidencia de las masas participativas, observando en qué modo alcanza lo requerido por la Norma E.030: “Se debe obtener como mínimo el 90% de las masas participativas en X y Y de la estructura”.

Se realizó el análisis en el programa ETABS para el modelo correspondiente a la albañilería típica de tapial (sin adición de Cao) y para el modelo correspondiente a la albañilería estabilizada con 5% de CaO. Se obtuvo los valores de las masas modales participativas para ambos modelos (ver tabla 52 y 53).

Se obtuvo para el primero modelo (tapial típico), que en el modo de vibración número 15, la masa participativa más representativa fue traslacional en X con un 22%, por lo que se tomó el periodo fundamental en “x” de 0.047s. En el modo número 16, el modo resultó ser traslacional en Y con un 37%, por lo que se tomó el periodo fundamental de “y” de 0.045s. Finalmente se determinó que en el modo número 18 el modo de vibración es rotacional en “z”, tomando un 63% de la masa participativa.

Para el segundo modelo de la albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO, se obtuvo que en el modo número 15, la masa participativa más representativa fue traslacional en X con un 21%, por lo que se tomó el periodo fundamental en “x” de 0.044s. En el modo número 16, el modo resulta ser traslacional en Y con un 36%, por lo que se tomó un periodo fundamental de “y” de 0.042s. Finalmente se determinó que en el modo número 18 el modo de vibración es rotacional en “z”, tomando un 62% de la masa participativa.

**Tabla 52**

*Periodo fundamental y masas participativas del modelo con albañilería de tapial típico con 0% de CaO*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Cas	Mo	Peri	U	U	U	Sum	Sum	Sum	R	R	RZ	Sum	Sum	Sum
e	de	(sec	X	Y	Z	UX	UY	UZ	X	Y		RX	RY	RZ
		)												
Mo	1	0.22	0.0	0.0	0.	0.01	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
dal		9	13	00	0	3	0	0	00	02	00	0	2	0
Mo	2	0.18	0.0	0.0	0.	0.08	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.01	0.01
dal		7	71	03	0	4	3	0	00	10	19	0	2	9
Mo	3	0.11	0.0	0.1	0.	0.08	0.15	0.00	0.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.02
dal		6	03	53	0	7	6	0	39	01	01	9	2	0
Mo	4	0.10	0.0	0.0	0.	0.12	0.15	0.00	0.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.03
dal		5	37	01	0	4	6	0	00	06	12	9	8	2
Mo	5	0.09	0.0	0.0	0.	0.12	0.17	0.00	0.0	0.0	0.0	0.05	0.01	0.04
dal		5	05	23	0	9	9	0	11	01	12	0	9	5
Mo	6	0.08	0.0	0.0	0.	0.16	0.19	0.00	0.0	0.0	0.0	0.05	0.02	0.04
dal		9	33	16	0	1	5	0	05	05	01	5	4	6
Mo	7	0.08	0.0	0.0	0.	0.18	0.25	0.00	0.0	0.0	0.0	0.07	0.02	0.04
dal		7	28	56	0	9	1	0	17	05	03	2	9	9
Mo	8	0.07	0.0	0.0	0.	0.20	0.31	0.00	0.0	0.0	0.0	0.07	0.03	0.05
dal		5	11	66	0	1	6	0	05	02	02	7	1	1
Mo	9	0.07	0.1	0.0	0.	0.31	0.31	0.00	0.0	0.0	0.0	0.07	0.05	0.07
dal		1	15	02	0	6	8	0	00	22	26	7	3	6
Mo	10	0.06	0.0	0.0	0.	0.39	0.32	0.00	0.0	0.0	0.0	0.07	0.06	0.12
dal		1	74	11	0	0	9	0	01	15	45	8	8	2
Mo	11	0.05	0.0	0.0	0.	0.39	0.38	0.00	0.0	0.0	0.0	0.08	0.06	0.12
dal		4	01	58	0	0	7	0	08	00	01	7	8	2
Mo	12	0.05	0.0	0.0	0.	0.39	0.46	0.00	0.0	0.0	0.0	0.10	0.06	0.13
dal		3	00	78	0	0	4	0	17	00	10	3	8	2
Mo	13	0.05	0.0	0.0	0.	0.42	0.46	0.00	0.0	0.0	0.0	0.10	0.07	0.20
dal		0	29	04	0	0	8	0	01	08	68	4	6	0
Mo	14	0.04	0.1	0.0	0.	0.56	0.46	0.00	0.0	0.0	0.0	0.10	0.11	0.22
dal		9	47	01	0	6	9	0	00	38	21	4	4	1
Mo	15	0.04	0.2	0.0	0.	0.79	0.47	0.00	0.0	0.1	0.0	0.10	0.21	0.24
dal		7	25	02	0	1	1	0	00	01	22	4	5	2
Mo	16	0.04	0.0	0.3	0.	0.80	0.84	0.00	0.0	0.0	0.0	0.18	0.21	0.26
dal		5	10	74	0	1	5	1	85	03	24	9	8	6
Mo	17	0.04	0.0	0.0	0.	0.80	0.85	0.00	0.0	0.0	0.0	0.19	0.22	0.27
dal		3	06	06	0	7	0	3	02	03	05	1	0	1
Mo	18	0.04	0.0	0.0	0.	0.84	0.87	0.00	0.0	0.0	0.6	0.19	0.22	0.90
dal		2	34	22	0	2	2	3	05	08	32	6	8	3
Mo	19	0.04	0.0	0.0	0.	0.90	0.88	0.00	0.0	0.0	0.0	0.20	0.24	0.90
dal		1	66	13	0	7	6	3	04	19	05	0	8	8

Modal	20	0.036	0.028	0.000	0.000	0.935	0.886	0.003	0.000	0.007	0.001	0.200	0.254	0.909
Modal	21	0.036	0.001	0.024	0.000	0.936	0.910	0.008	0.011	0.007	0.001	0.211	0.255	0.916
Modal	22	0.035	0.003	0.000	0.000	0.939	0.910	0.009	0.001	0.000	0.030	0.212	0.255	0.945
Modal	23	0.034	0.001	0.007	0.000	0.947	0.910	0.000	0.003	0.003	0.285	0.215	0.258	0.973
Modal	24	0.033	0.011	0.001	0.000	0.951	0.918	0.000	0.007	0.001	0.005	0.215	0.265	0.974
Modal	25	0.032	0.002	0.015	0.000	0.953	0.934	0.002	0.010	0.000	0.012	0.225	0.266	0.986

**Tabla 53**

*Periodo fundamental y masas participativas del modelo con albañilería de tapial mejorado con 5% de CaO*

**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

Cas	Mod	Peri	UX	UY	UZ	Su	Su	Sum	RX	RY	RZ	Su	Su	Su
e	e	od				mU	mU	UZ				m	m	m
		(sec)				X	Y					RX	RY	RZ
Modal	1	0.215	0.013	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	3E-05	0.002	2E-04
Modal	2	0.176	0.071	0.003	0.000	0.084	0.003	0.000	0.000	0.000	0.009	4E-04	0.011	0.019
Modal	3	0.109	0.003	0.151	0.000	0.087	0.154	0.000	0.008	0.001	0.001	4E-02	0.012	0.002
Modal	4	0.099	0.033	0.001	0.000	0.119	0.154	0.000	0.000	0.005	0.002	4E-02	0.017	0.031
Modal	5	0.096	0.004	0.024	0.000	0.125	0.178	0.000	0.001	0.001	0.002	5E-02	0.018	0.044
Modal	6	0.086	0.054	0.001	0.000	0.179	0.179	0.000	0.000	0.009	0.004	5E-02	0.027	0.047
Modal	7	0.082	0.009	0.073	0.000	0.188	0.252	0.000	0.002	0.002	0.002	7E-02	0.029	0.049
Modal	8	0.071	0.013	0.062	0.000	0.201	0.314	0.000	0.005	0.002	0.001	8E-02	0.031	0.005
Modal	9	0.067	0.111	0.001	0.000	0.312	0.315	0.000	0.000	0.001	0.005	8E-02	0.052	0.075
Modal	10	0.059	0.060	0.012	0.000	0.371	0.327	0.000	0.001	0.002	0.004	8E-02	0.064	0.015
Modal	11	0.051	0.000	0.062	0.000	0.371	0.389	0.000	0.009	0.000	0.001	9E-02	0.064	0.016
Modal	12	0.049	0.004	0.070	0.000	0.371	0.463	0.000	0.006	0.000	0.001	1E-01	0.064	0.027
Modal	13	0.047	0.011	0.005	0.000	0.383	0.468	0.000	0.001	0.003	0.004	1E-01	0.067	0.082
Modal	14	0.046	0.189	0.001	0.000	0.571	0.468	0.000	0.000	0.009	0.006	1E-01	0.116	0.017
Modal	15	0.044	0.210	0.003	0.000	0.781	0.472	0.000	0.001	0.006	0.006	1E-01	0.112	0.043
Modal	16	0.042	0.013	0.358	0.000	0.794	0.830	0.001	0.001	0.004	0.002	2E-01	0.116	0.065
Modal	17	0.041	0.003	0.010	0.000	0.798	0.840	0.003	0.003	0.002	0.005	2E-01	0.118	0.007
Modal	18	0.039	0.037	0.022	0.000	0.835	0.863	0.003	0.005	0.009	0.004	2E-01	0.126	0.089

Mo	19	0.03	0.06	0.01	0.00	0.90	0.87	0.003	0.00	0.02	0.00	2E-	0.2	0.8
dal		9	8	5	0	3	8		4	0	5	01	47	99
Mo	20	0.03	0.03	0.00	0.00	0.93	0.88	0.003	0.00	0.00	0.00	2E-	0.2	0.8
dal		4	2	2	0	4	0		0	7	0	01	53	99
Mo	21	0.03	0.00	0.02	0.00	0.93	0.90	0.008	0.01	0.00	0.00	2E-	0.2	0.9
dal		4	0	5	5	4	5		2	0	8	01	53	07
Mo	22	0.03	0.00	0.00	0.00	0.93	0.90	0.008	0.00	0.00	0.03	2E-	0.2	0.9
dal		3	2	0	0	6	5		1	1	2	01	54	4
Mo	23	0.03	0.00	0.00	0.00	0.93	0.91	0.009	0.00	0.00	0.03	2E-	0.2	0.9
dal		2	3	8	1	9	3		3	1	1	01	55	71
Mo	24	0.03	0.01	0.00	0.00	0.95	0.91	0.010	0.00	0.00	0.00	0.2	0.2	0.9
dal		2	12	0	0	0	3		0	9	0	13	64	71
Mo	25	0.03	0.00	0.01	0.00	0.95	0.93	0.011	0.01	3E-	0.01	0.2	0.2	0.9
dal			24	8	2		1		3	04	3	25	6	84

#### 2.6.4.2.5. Análisis sísmico estático según norma E.030

##### 2.6.4.2.5.1. Análisis sísmico estático del modelo con albañilería de tapial típico (Con 0% de Cao)

- **Parámetro para el análisis sísmico estático**

**Tabla 54**

*Parámetros sísmicos para análisis estático del modelo del tapial típico*

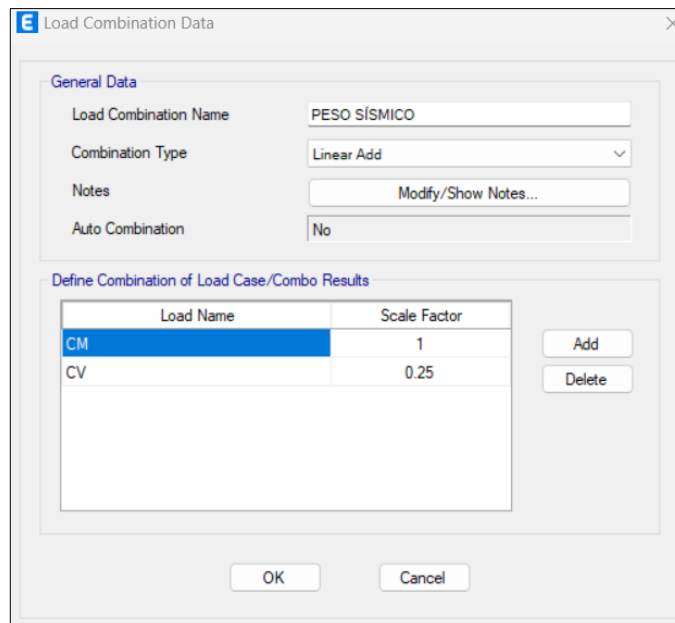
TX=	0.047 s
Z=	0.25
S=	1.2
TP=	0.6
TL=	2
U=	1
C=	2.5
Ro=	3
Ia=	1
Ip=	1

- **Estimación del peso sísmico**

De acuerdo a lo establecido en la Norma E.030, para determinar el peso sísmico de la estructura se tomó el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva por ser una edificación tipo “C”.

**Figura 50**

*Combinación de peso sísmico  $P=100\%CM+25\%CV$*



Una vez iniciado el análisis en el programa Etabs, se obtuvo la tabla de los resultados de la combinación del peso sísmico, el cual muestra los pesos acumulados de la edificación por nivel.

**Tabla 55**

*Peso sísmico de la edificación de tapial típico*

TABLE: Story Forces								
Story	Output Case	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m	Peso x nivel
Nivel de tímpano	PESO SÍSMICO	10.6785	0	0	0	50.7229	-46.199	10.6785
Nivel 1	PESO SÍSMICO	142.8926	0	0	0.0111	697.2173	631.8356	132.214
Peso total								<b>142.893 tonf</b>

- **Fuerza cortante basal estático**

Se procedió a determinar la fuerza cortante basal en ambas direcciones de análisis.

**Tabla 56**

*Cortante basal estática en dirección X-X del modelo con albañilería de tapial típico*

PESO EDIFICO	142.8926 ton
VE=ZUCS/R	0.25000 Coeficiente Sísmico C

VEXX=	35.723	ton
C/R>0.11	0.8333	Cumple
K=	1(ya que T≤0.5 s)	

**Tabla 57**

*Cortante basal estática en dirección Y-Y del modelo con albañilería de tapial típico*

PESO EDIFICO	142.8926	ton
VE=ZUCS/R	0.25000	Coeficiente Sísmico
VEYY=	35.723	ton
C/R>0.11	0.833333333	Cumple
K=	1(ya que T≤0.5 s)	

• **Distribución de las fuerzas laterales en altura**

Una vez obtenido la cortante basal estática se determinó las fuerzas sísmicas por piso como indica la norma E.030, mediante las siguientes fórmulas.

**Ecuación 6:** *Distribución de la fuerza sísmica en altura*

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

El valor de “k” depende del periodo:  $T \leq 0.5s$ ,  $T_x = 0.047 s \leq 0.5s$ ;  $k = 1.0$

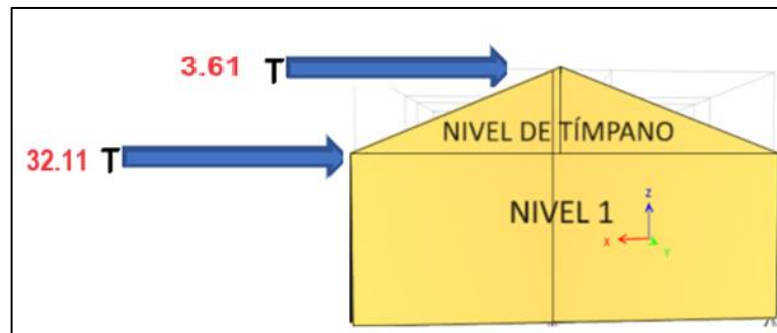
**Tabla 58**

*Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial típico*

Nivel	Peso por Nivel Ton	Alturas m	Pi*hi^k	αi	Fi ton
Nivel de tímpano	10.6785	4.36	46.55826	0.1010057	3.6082422
Nivel 01	142.8926	2.9	414.38854	0.8989943	32.114908

**Figura 51**

*Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial típico*



**2.6.4.2.5.2. Análisis sísmico estático del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO**

- **Parámetro para el análisis sísmico estático**

**Tabla 59**

*Parámetros sísmicos para análisis estático*

TX=	0.044 s
Z=	0.25
S=	1.2
TP=	0.6
TL=	2
U=	1
C=	2.5
Ro=	3
Ia=	1
Ip=	1

- **Estimación del peso sísmico**

De acuerdo a lo establecido en la Norma E.030, para determinar el peso sísmico de la estructura se tomó el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva por ser una edificación tipo “C”.

Una vez iniciado el análisis en el programa Etabs, se obtuvo la tabla de los resultados de la combinación del peso sísmico, el cual muestra los pesos acumulados de la edificación por nivel.

**Tabla 60***Peso sísmico de la edificación de tapial estabilizado con 5% de CaO*

TABLE: Story Forces								
Story	Output Case	P	VX	VY	T	MX	MY	Peso
		tonf	ton f	ton f	tonf-m	tonf-m	tonf-m	x nivel
Nivel de tímpano	PESO SÍSMICO	10.756	0	0	0	51.0912	-46.5338	10.756
Nivel 1	PESO SÍSMICO	143.9555	0	0	0.0111	702.4108	636.5419	133.1995
Peso total								<b>143.9555 tonf</b>

- Fuerza cortante basal estático**

Se procedió a determinar la fuerza cortante basal en ambas direcciones de análisis.

**Tabla 61**

*Cortante basal estática en dirección X-X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

PESO EDIFICO	143.9555	ton
VE=ZUCS/R	0.25000	Coefficiente Sísmico C
VEXX=	<b>35.989</b>	<b>ton</b>
C/R>0.11	0.8333	Cumple
K=	1 (ya que $T \leq 0.5$ s)	

**Tabla 62**

*Cortante basal estática en dirección Y-Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

PESO EDIFICO	143.9555	ton
VE=ZUCS/R	0.25000	Coefficiente Sísmico
VEYY=	<b>35.989</b>	<b>ton</b>
C/R>0.11	0.833	Cumple
K=	1 (ya que $T \leq 0.5$ s)	



- **Distribución de las fuerzas laterales en altura**

Una vez obtenido la cortante basal estática se determinó las fuerzas sísmicas por piso como indica la norma E.030, mediante las siguientes fórmulas.

**Ecuación 7:** *Distribución de la fuerza sísmica en altura*

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

El valor de “k” depende del periodo:  $T \leq 0.5s$ ,  $T_x = 0.044 s \leq 0.5s$ ;  $k = 1.0$

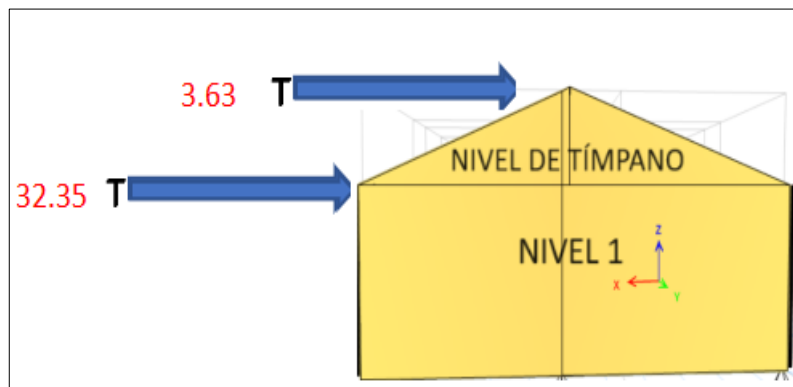
**Tabla 63**

*Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

Nivel	Peso por Nivel Ton	Alturas m	Pi*hi^k	αi	Fi ton
Nivel de tímpano	10.756	4.36	46.89616	0.100989	<b>3.634495</b>
Nivel 01	143.956	2.9	417.471	0.899011	<b>32.35438</b>

**Figura 52**

*Distribución de la fuerza sísmica en altura del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*



## 2.6.4.2.6. Análisis sísmico dinámico según norma E.030

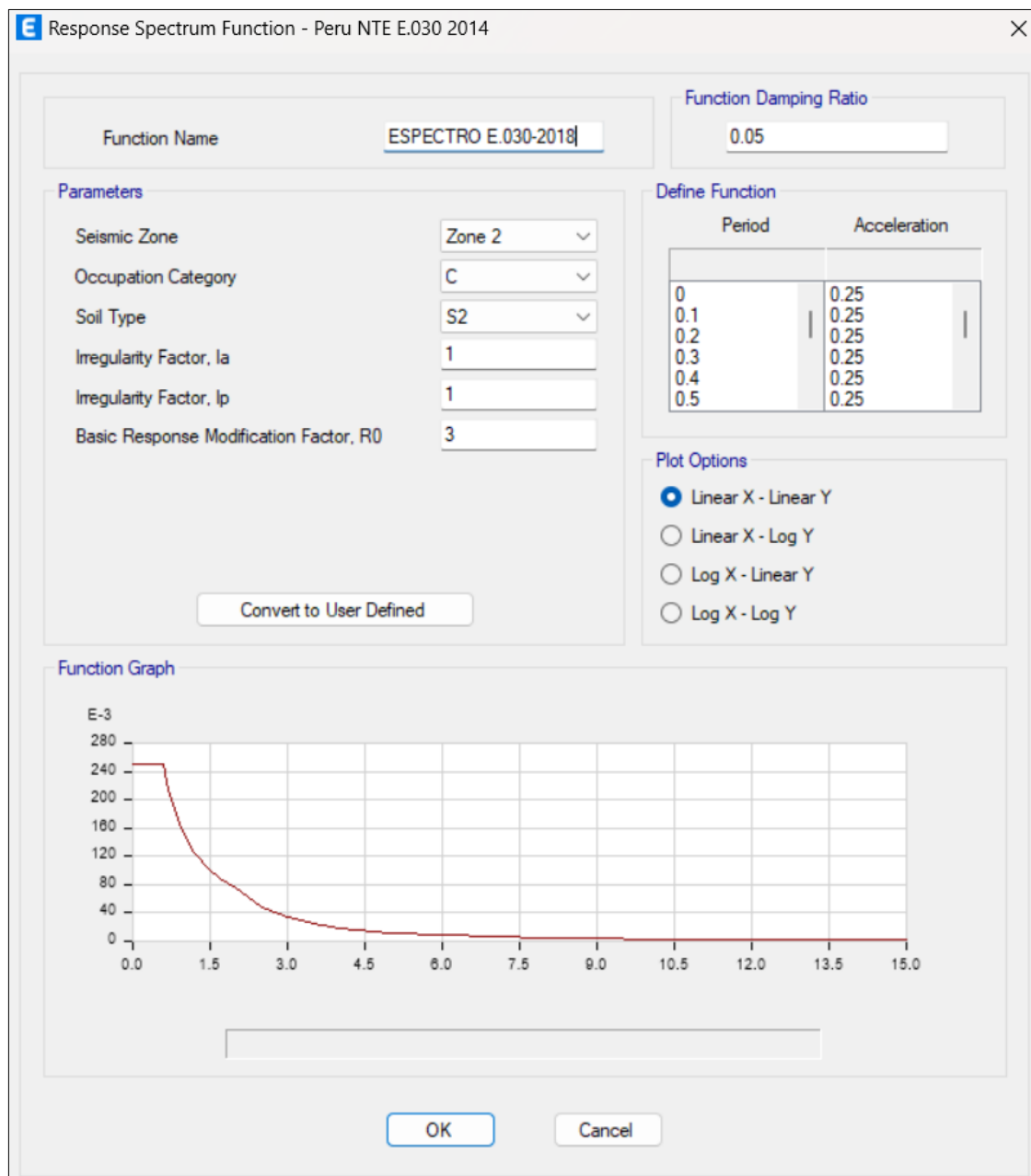
### 2.6.4.2.6.1. Análisis sísmico dinámico del modelo con albañilería de tapial típico (Con 0% de Cao)

- **Definición del espectro de la norma E.030**

Para esta edificación solo se definió un espectro, pues los parámetros sísmicos son los mismos en ambas direcciones de análisis.

#### Figura 53

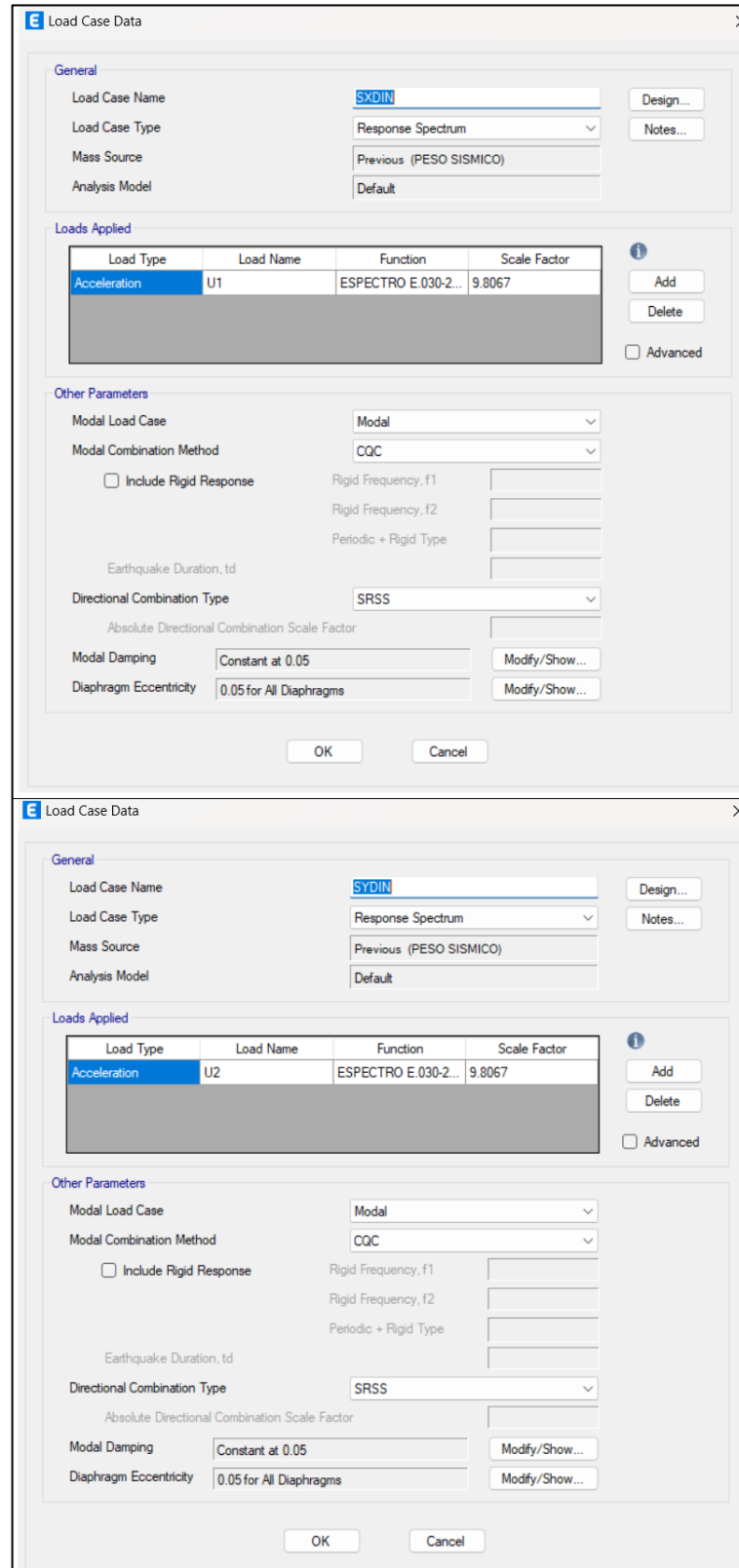
*Espectro de respuesta de la norma E.030-2018*



- Definición de los casos de carga del sismo dinámico.

Figura 54

Definición del caso de carga del sismo dinámico en las direcciones X e Y



- **Control de desplazamientos laterales y en planta**

De acuerdo con el artículo 31 de la Norma E.030, en el que indica que los desplazamientos obtenidos en el análisis lineal-elástico, se multiplicara por 0.75R para estructuras regulares, en caso de estructuras irregulares por 0.85R para pasar de un desplazamiento absoluto elástico a un desplazamiento absoluto inelástico. La estructura analizada en esta investigación se considerada regular, por lo que se empleó el factor de 0.75R en su verificación de desplazamientos en la etapa inelástica. En este análisis, este factor resulto ser igual a 2.25.

En el software ETABS los desplazamientos resultan ser elásticos, por lo que se generó una combinación multiplicando estos factores para obtener los desplazamientos inelásticos.

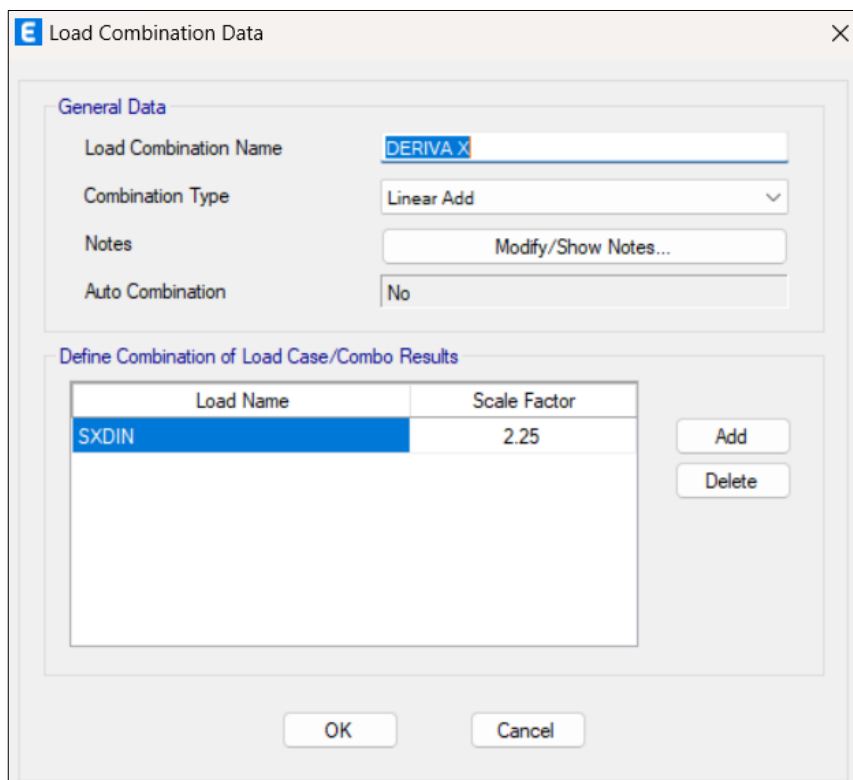
- **Verificación de las derivas de entrepiso**

Se verificó que los máximo desplazamientos de entrepiso no sobrepasen una deriva máxima permitida de 0.005, para este sistema estructural.

Para ello se procedió a crear una combinación en el ETABS para obtener los desplazamientos inelásticos con un  $Factor = 0.75 * 3 = 2.25$ .

**Figura 55**

*Definición de la combinación de SXDIN para la deriva en X*



**Figura 56**

*Definición de la combinación de SYDIN para la deriva en Y*

The screenshot shows a software dialog box titled "Load Combination Data". It is divided into two main sections: "General Data" and "Define Combination of Load Case/Combo Results".

**General Data:**

- Load Combination Name:
- Combination Type:
- Notes:
- Auto Combination:

**Define Combination of Load Case/Combo Results:**

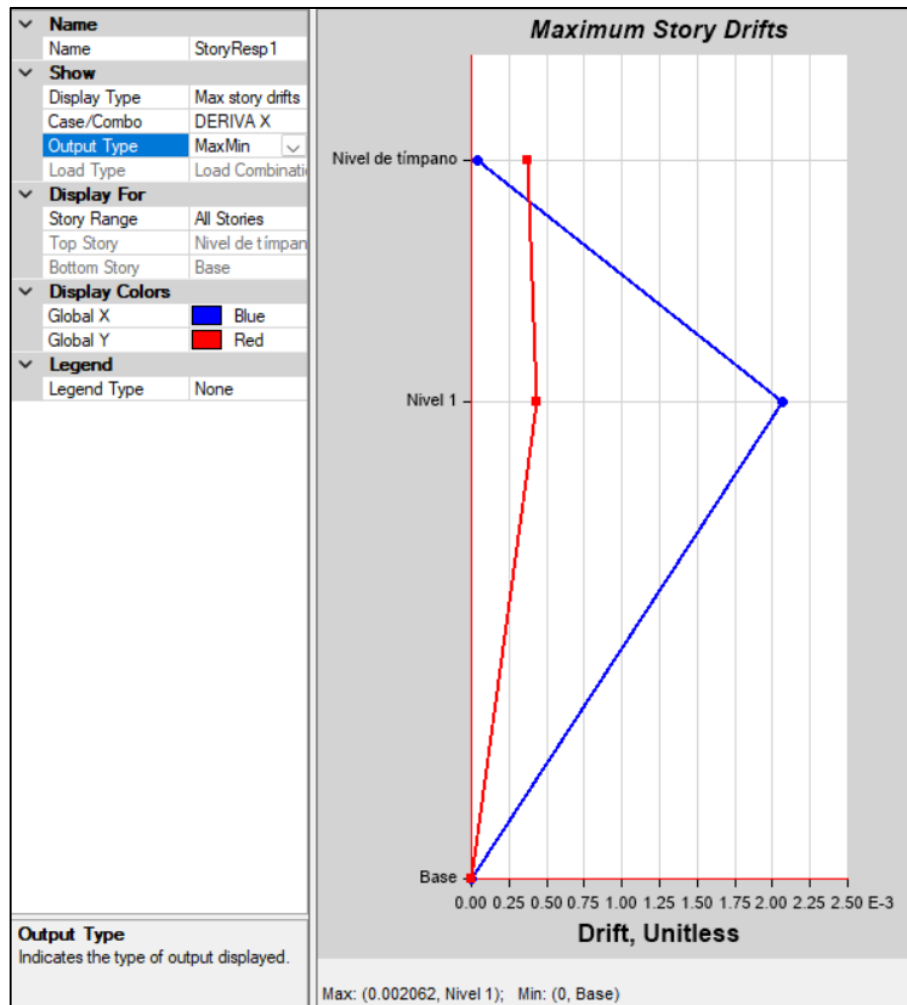
Load Name	Scale Factor
SYDIN	2.25

Buttons: Add, Delete, OK, Cancel

Se procedió a verificar los resultados de las derivas, donde se observó que la máxima deriva en X se obtiene en el nivel 1, es decir al nivel del entrepiso donde se apoyan los tijerales, con un valor de 0.002062, lo cual resulta dentro de lo permitido por la norma. De igual manera se verificó que para la deriva en la dirección Y se obtuvo el valor máximo en el nivel superior del tímpano, con un valor de 0.001929.

**Figura 57**

*Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial típico*



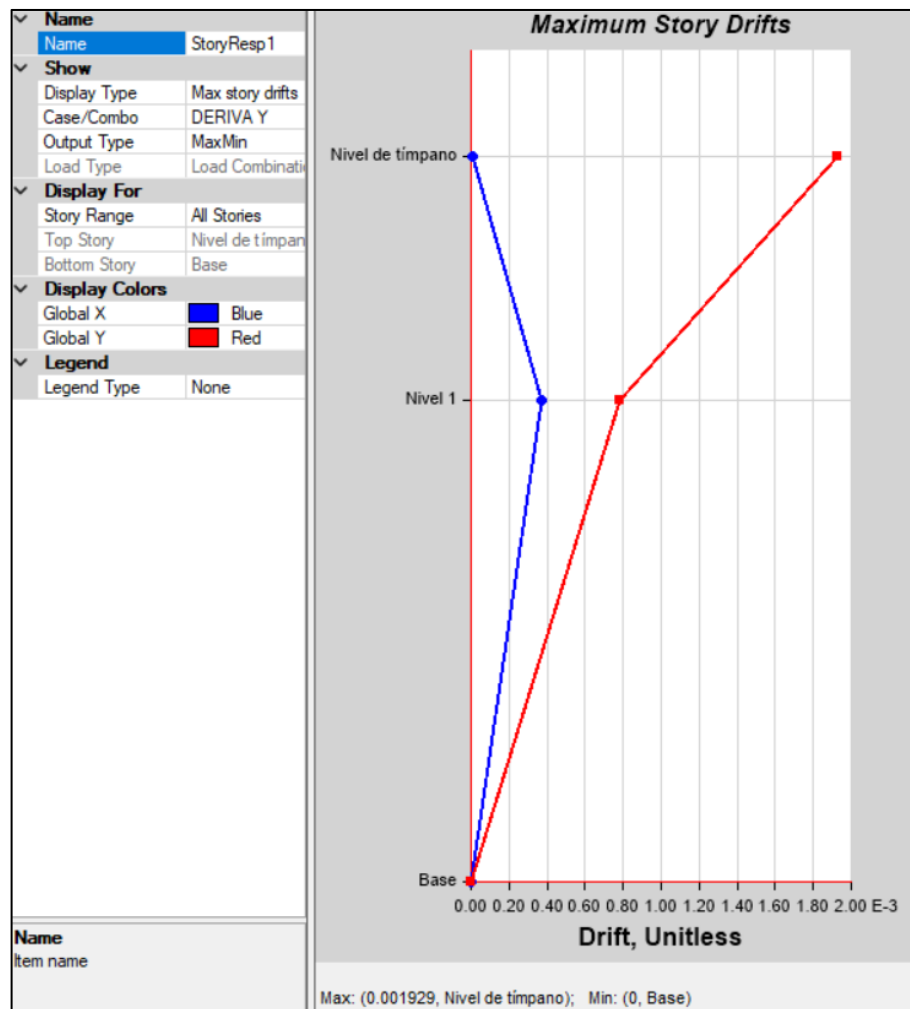
**Tabla 64**

*Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial típico*

DERIVA XX									
Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	
						m	m	m	DMAX=0.005
Nivel de tímpano	DERIVA X	Max	X	0.000041	17	4.45	0	4.36	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA X	Max	X	0.002062	5	3.4	3.2	2.9	CUMPLE

**Figura 58**

*Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial típico*



**Tabla 65**

*Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial típico*

DERIVA YY									
Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	
						m	m	m	DMAX=0.005
Nivel de tímpano	DERIVA Y	Max	Y	0.001929	17	4.45	0	4.36	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA Y	Max	Y	0.000779	41	2.15	0	2.9	CUMPLE

• **Verificación de la torsión en planta**

Por condiciones de la normativa E.030, la estructura no presenta irregularidad torsional ya que la estructura no presenta un diafragma rígido de entrepiso además que la deriva máxima de entrepiso en X e Y son menores al 50% de la deriva máxima permisible. Así mismo cumple que la estructura es regular.

• **Verificación de piso blando y piso débil**

Las condiciones y verificaciones según la norma E.030 hacen referencia a estructuras que tienen de dos niveles en adelante, con diafragmas rígidos de entrepiso, donde es susceptible de tener estos tipos de irregularidad en altura. Es por ello al tener una estructura que además de ser regular, es una estructura de un solo nivel, se concluyó que, por condiciones de la norma, no presenta irregularidad en altura.

• **Fuerza cortante dinámica**

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, se determinó que la estructura es regular, por lo que se obtuvo el valor real de la fuerza cortante dinámica de la edificación. El valor de la fuerza cortante dinámica se obtuvo del ETABS en sus dos direcciones de análisis.

**Tabla 66**

*Fuerza cortante dinámica en X e Y del modelo con albañilería de tapial típico*

FUERZA CORTANTE DINÁMICA XX-YY											
Output	Case	Step	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	X	Y	Z
Case	Type	Type	tonf	tonf	tonf	tonf- m	tonf- m	tonf- m	m	m	m
SXDIN	LinResp	Max	<b>10.2</b>	1.18	0.34	4.58	37.3	51.4	0	0	0
	Spec		<b>809</b>	9	4	1	925	149			
SYDIN	LinResp	Max	1.18	<b>10.4</b>	0.51	37.2	4.92	46.5	0	0	0
	Spec		91	<b>094</b>	52	155	3	313			



- **Cortante de diseño**

Para el cortante de diseño se empleó lo establecido en la normativa E.030, que nos indica que la cortante dinámica deber ser mayor o igual al 80% de la cortante estática, considerando una cortante de diseño para un sismo severo.

**Tabla 67**

*Fuerza cortante de diseño XX-YY del modelo con albañilería de tapial típico*

	FUERZA CORTANTE DE DISEÑO XX-YY				
	V estático (ton)	V dinámico (ton)	80% Ve st.	Factor de escala	V DISEÑO (ton)
DIRECCIÓN X-X	35.723	10.28	28.578 4	2.7797566 36	<b>28.578</b>
DIRECCIÓN Y-Y	35.723	10.41	28.578 4	2.7454416 2	<b>28.578</b>

#### 2.6.4.2.6.2. Análisis sísmico dinámico del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de Cao

- **Definición del espectro de la norma E.030**

Para este modelo con albañilería de tapial mejorado, estabilizado con 5% de CaO, se definió también un espectro establecido por la norma E.030 del RNE (Ver figura 53) puesto que los parámetros sísmicos son los mismos en ambas direcciones de análisis.

- **Definición de los casos de carga del sismo dinámico.**

Para este modelo también se definió en el programa Etabs, los casos de carga de sismo dinámico en ambas direcciones de análisis, el cual considera los parámetros establecidos por la norma E.030 del RNE (Ver figura 54).

- **Control de desplazamientos laterales y en planta**

De igual manera como se describe en el ítem 2.6.4.2.6.1, en el modelo de la albañilería estabilizado con 5% de CaO, también los desplazamientos obtenidos en el análisis lineal-elástico, se multiplicó por 0.75R, siendo R=3 por ser una estructura regular, este factor resulto ser igual a 2.25.

- **Verificación de las derivas de entrepiso**

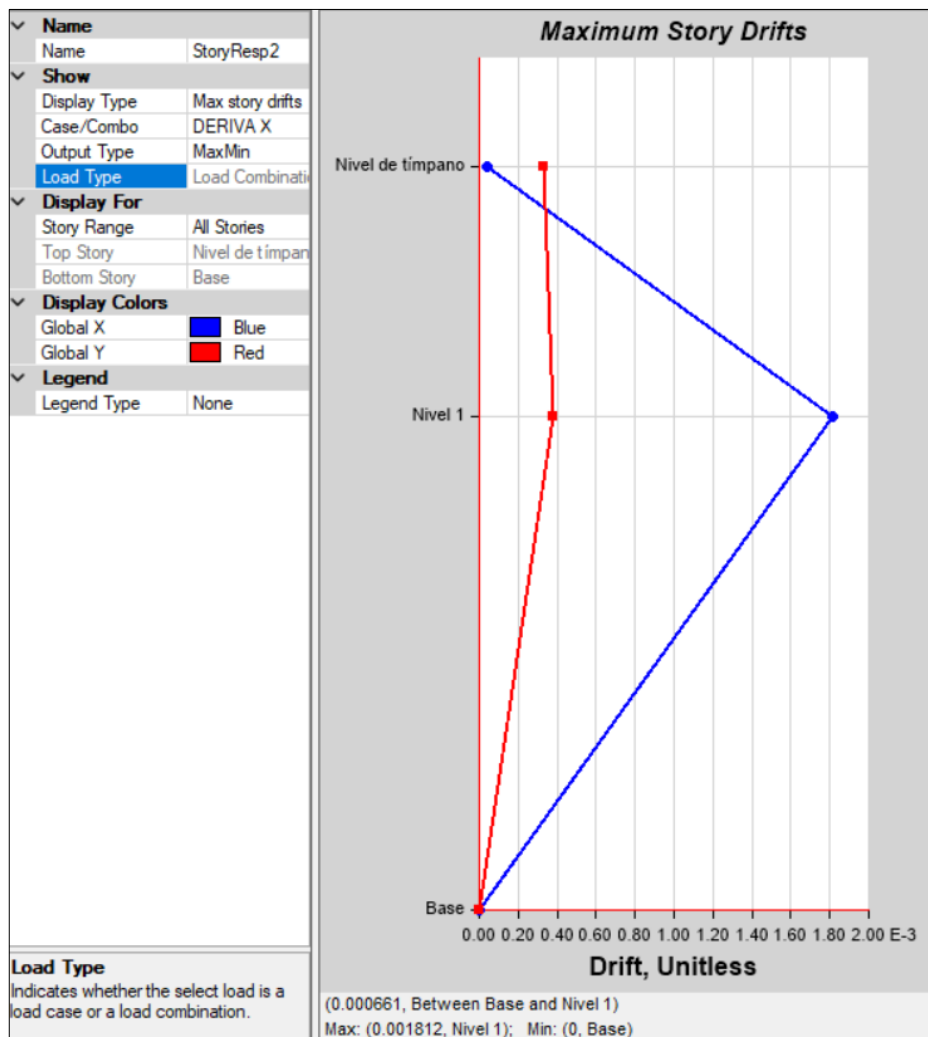
Se procedió a crear una combinación en el ETABS para obtener los desplazamientos inelásticos con un  $Factor = 0.75 * 3 = 2.25$ . (Ver procedimiento en el software en figura 55 y 56)

De ese modo se verificó los resultados de las derivas, observando que la máxima deriva en X se obtiene en el nivel 1, es decir al nivel del entrepiso donde se apoyan los tijerales, con un valor de 0.001812, lo cual resulta dentro de lo permitido por la norma. De igual manera se verificó que para la deriva en la dirección Y se obtuvo el valor máximo en el nivel superior del tímpano, con un valor de 0.001686.

Ver resultados en las figuras siguientes.

### Figura 59

*Deriva máxima en la dirección X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*



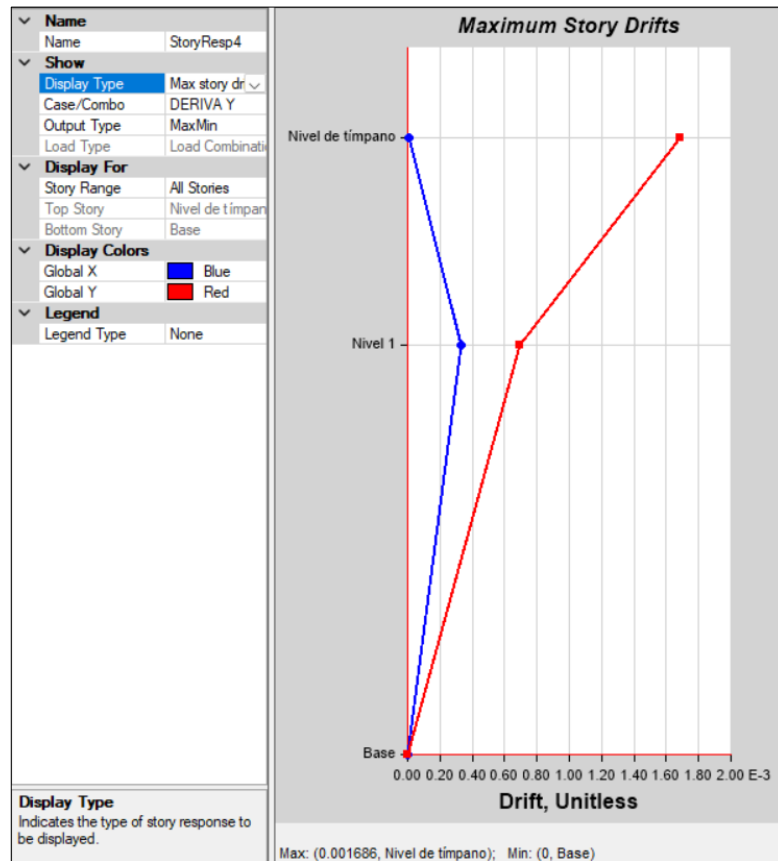
**Tabla 68**

*Deriva máxima en dirección X del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

DERIVA XX									
Story	Output Case	Step Type	Direction	Drift	Label	X (m)	Y (m)	Z (m)	DMAX=0.005
Nivel de tímpano	DERIVA X	Max	X	0.000037	17	4.45	0	4.36	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA X	Max	X	0.001812	5	3.4	3.2	2.9	CUMPLE

**Figura 60**

*Deriva máxima en la dirección Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*



**Tabla 69**

*Deriva máxima en dirección Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

DERIVA YY									
Story	Output Case	Step Type	Dirrec tion	Drift	Label	X (m)	Y (m)	Z (m)	DMAX=0.005
Nivel de tímpano	DERIV A Y	Max	Y	0.001686	17	4.45	0	4.36	CUMPL E
Nivel 1	DERIV A Y	Max	Y	0.00070	41	2.15	0	2.9	CUMPL E

• **Verificación de la torsión en planta**

Por condiciones de la normativa E.030, la estructura no presenta irregularidad torsional ya que la estructura no presenta un diafragma rígido de entrepiso además que la deriva máxima de entrepiso en X e Y son menores al 50% de la deriva máxima permisible. Así mismo cumple que la estructura es regular.

• **Verificación de piso blando y piso débil**

Las condiciones y verificaciones según la norma E.030 hacen referencia a estructuras que tienen de dos niveles en adelante, con diafragmas rígidos de entrepiso, donde es susceptible de tener estos tipos de irregularidad en altura. Es por ello al tener una estructura que además de ser regular, es una estructura de un solo nivel, se concluyó que, por condiciones de la norma, no presenta irregularidad en altura.

• **Fuerza cortante dinámica**

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, se determinó que la estructura es regular, por lo que se obtuvo el valor real de la fuerza cortante de la edificación. Para el diseño sismorresistente de la mampostería se empleó la cortante dinámica.

El valor de la fuerza cortante dinámica se obtuvo del ETABS en sus dos direcciones de análisis.

**Tabla 70**

*Fuerza cortante dinámica en X e Y del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

FUERZA CORTANTE DINÁMICA XX-YY								
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
SXDIN	LinRespS	Max	<b>10.44</b>	1.256	0.333	4.697	37.97	52.07
	pec		<b>97</b>	1	1	1	71	99
SYDIN	LinRespS	Max	1.256	<b>10.37</b>	0.549	37.11	5.318	46.36
	pec		1	<b>0</b>	9	32	8	89

- **Cortante de diseño**

Para el cortante de diseño se empeló lo establecido en la normativa E.030, que nos indica que la cortante dinámica deber ser mayor o igual al 80% de la cortante estática, considerando una cortante de diseño para un sismo severo.

**Tabla 71**

*Fuerza cortante de diseño XX-YY del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO XX-YY					
	V estático (ton)	V dinámico (ton)	80% Ve st.	Factor de escala	V DISEÑO (ton)
DIRECCIÓN X-X	35.99	10.45	28.791	2.7552082	<b>28.791</b>
DIRECCIÓN Y-Y	35.99	10.37	28.791	2.7763837	<b>28.791</b>
			1	83	
			1	99	

### 2.6.4.3 Diseño estructural

#### 2.6.4.3.1. Diseño de los muros portantes de tapial

##### 2.6.4.3.1.1. Diseño de los muros de albañilería de tapial típico

- **Diseño por cargas de gravedad**

La norma E.070 especifica que los muros de mampostería deben ser resistentes a las cargas gravitacionales de tal manera que el esfuerzo axial máximo efectivo debe ser

menor que la resistencia a la compresión admisible del muro como indica la siguiente ecuación establecida por esta normativa.

**Ecuación 8:** *Esfuerzo axial máximo*

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

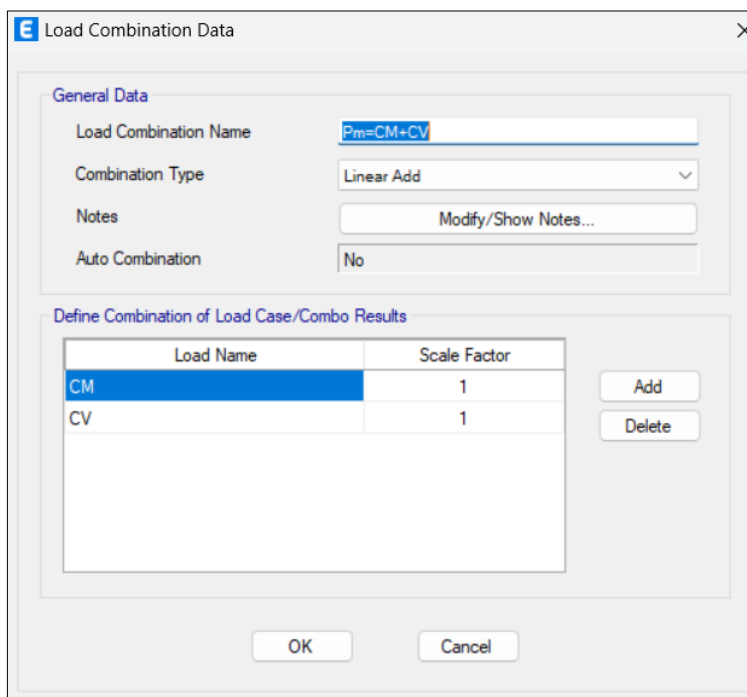
*Nota.* Obtenido de la fórmula 19.1b de la norma E.070 del RNE.

De no cumplirse con lo exigido por la norma se debe mejorar la calidad de la albañilería ( $f'_m$ ), aumentar su longitud o el espesor del muro.

Es así que, con tal premisa se procedió a obtener la demanda por gravedad de los muros de la mampostería de tapial a partir del modelado y análisis en el programa ETABS, generando la combinación de servicio  $P_m=CM+CV$ , luego se realizó el diseño y su comprobación el cual se muestra en la tabla 72, con lo cual se determinó que cumple el diseño por carga de gravedad del muro de tapial típico para un espesor efectivo de 40 cm.

**Figura 61**

*combinación de servicio  $P_m=CM+CV$*



**Tabla 72***Peso de los muros de tapial típico por combinación Pm=CM +CV*

TABLE: Pier Forces					
Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	P kgf
Nivel 1	MX-1	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-24989.17
Nivel 1	MX-2	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-7863.98
Nivel 1	MX-3	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-8765.64
Nivel 1	MX-4	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-9366.28
Nivel 1	MX-5	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-3912.25
Nivel 1	MX-6	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4309.86
Nivel 1	MX-7	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4608.7
Nivel 1	MX-8	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4310.56
Nivel 1	MY-1	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-7595.71
Nivel 1	MY-2	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-10277.69
Nivel 1	MY-3	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-3316.43
Nivel 1	MY-4	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6826.71
Nivel 1	MY-5	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6304.71
Nivel 1	MY-6	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-2171.35
Nivel 1	MY-7	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-8846.43
Nivel 1	MY-8	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-10736.58
Nivel 1	MY-9	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6451.55
Nivel 1	MY-10	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4948.24

*Nota.* El peso se presenta por cada tramo de muro etiquetado como indica la figura 42**Tabla 73***Datos de Resistencias mecánicas para el diseño de los muros de albañilería de tapial típico*

$f_m =$	<b>6.21 Kg/cm<sup>2</sup></b>
$0.15f_m$	<b>0.9315</b>
$=$	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
$0.05f_m$	<b>0.3105</b>
$=$	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>
$h =$	<b>2.9 m</b>
$V_m =$	<b>0.46 Kg/cm<sup>2</sup></b>

*Nota.* Los datos de resistencia mecánica fueron obtenidos de los ensayos mecánicos para el lote experimental de BTA con adición de 0% CaO

**Tabla 74***Diseño por cargas de gravedad de los muros de tapial típico*

DISEÑO POR CARGAS DE GRAVEDAD						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (kg)	$\sigma_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (kg/cm <sup>2</sup> )	OBSERVACIÓN
<b>MX-1</b>	8.9000	0.4	24989.17	<b>0.70</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-2</b>	3.8000	0.4	7863.98	<b>0.52</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-3</b>	4.3000	0.4	8765.64	<b>0.51</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-4</b>	4.3000	0.4	9366.28	<b>0.54</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-5</b>	1.4500	0.4	3912.25	<b>0.67</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-6</b>	1.4500	0.4	4309.86	<b>0.74</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-7</b>	1.7500	0.4	4608.70	<b>0.66</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MX-8</b>	1.7500	0.4	4310.56	<b>0.62</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-1</b>	2.9500	0.4	7595.71	<b>0.64</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-2</b>	3.9500	0.4	10277.69	<b>0.65</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-3</b>	1.4000	0.4	3316.43	<b>0.59</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-4</b>	3.5000	0.4	6826.71	<b>0.49</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-5</b>	2.4000	0.4	6304.71	<b>0.66</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-6</b>	1.2000	0.4	2171.35	<b>0.45</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-7</b>	3.6000	0.4	8846.43	<b>0.61</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-8</b>	4.1000	0.4	10736.58	<b>0.65</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-9</b>	2.5000	0.4	6451.55	<b>0.65</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-10</b>	2.0000	0.4	4948.24	<b>0.62</b>	<b>1.19</b>	<b>CUMPLE (*)</b>

- **Diseño por fisuración**

Este diseño tiene por finalidad evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para tal efecto se consideró las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado. Para todos los muros se verificó que se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

**Ecuación 9:** *Control de ocurrencia de fisuras*

$$V_e \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

*Nota.* Obtenido de la ecuación 26.2 de la norma E.070 del RNE

Donde,  $V_e$ ; es la fuerza cortante producida por el sismo moderado y  $V_m$ ; la fuerza resistente asociada al agrietamiento diagonal del muro. La resistencia al agrietamiento



diagonal (Vm) se determinó mediante ensayo de laboratorio para muros BTA con adición de CaO al 0%.

De ese modo para obtener la demanda por el sismo moderado (Ve) en el ETABS, primero creamos las combinaciones de sismo moderado para obtener la demanda por este sismo, siendo este el 50% del sismo severo según establece la normativa E.030. Luego seleccionando estas combinaciones (SXMOD y SYMOD) obtuvimos las tablas 75 y 76, con los cuales verificando las cortantes en ambas direcciones se realizó y se verificó el diseño por fisuración mostrada en la tabla 77, obteniendo así que para un sismo moderado con la característica mecánica del tapial típico o sin adición de CaO, la estructura es resistente al agrietamiento diagonal.

**Tabla 75**

*Cortantes sobre los muros de tapial típico por sismo moderado en X*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	SXMOD	Max	Bottom	594.09	<b>5015.32</b>	22.73	272.53	45.92	<b>15607.08</b>
Nivel 1	MX-2	SXMOD	Max	Bottom	854.06	<b>2144.14</b>	41.05	735.08	33.93	<b>4506.22</b>
Nivel 1	MX-3	SXMOD	Max	Bottom	1028.8	<b>1855.12</b>	33.55	82.76	54.07	<b>4184.97</b>
Nivel 1	MX-4	SXMOD	Max	Bottom	490.16	<b>2186.68</b>	28.15	107.88	45.85	<b>4594.46</b>
Nivel 1	MX-5	SXMOD	Max	Bottom	1004	<b>892.16</b>	22.03	172.33	6.6	<b>1004.79</b>
Nivel 1	MX-6	SXMOD	Max	Bottom	524.18	<b>1129.71</b>	25.11	63.16	15.45	<b>1293.46</b>
Nivel 1	MX-7	SXMOD	Max	Bottom	512.12	<b>1242.36</b>	6.46	71.36	23.86	<b>1386.49</b>
Nivel 1	MX-8	SXMOD	Max	Bottom	1014.4	<b>1173.19</b>	11.54	39.29	12.64	<b>1346.13</b>
Nivel 1	MY-1	SXMOD	Max	Bottom	954.39	309.38	<b>175.69</b>	816.9	<b>177.79</b>	491.99
Nivel 1	MY-2	SXMOD	Max	Bottom	927.68	618.56	<b>210.8</b>	659.7	<b>611.28</b>	492.75
Nivel 1	MY-3	SXMOD	Max	Bottom	589.8	260.02	<b>134.8</b>	207.46	<b>96.47</b>	259.85
Nivel 1	MY-4	SXMOD	Max	Bottom	916.5	818.38	<b>50.7</b>	943.38	<b>88.97</b>	2258.28
Nivel 1	MY-5	SXMOD	Max	Bottom	499.05	454.83	<b>61.06</b>	181.57	<b>91.32</b>	952.37
Nivel 1	MY-6	SXMOD	Max	Bottom	531.81	143.8	<b>10.69</b>	26.42	<b>16.61</b>	211.75
Nivel 1	MY-7	SXMOD	Max	Bottom	407.92	573.49	<b>49.42</b>	228.95	<b>72.54</b>	1246.82
Nivel 1	MY-8	SXMOD	Max	Bottom	1978.1	652.05	<b>116.27</b>	250.63	<b>177.14</b>	1228.42
Nivel 1	MY-9	SXMOD	Max	Bottom	530.65	543.2	<b>53.65</b>	238.07	<b>99.94</b>	385.55
Nivel 1	MY-10	SXMOD	Max	Bottom	740.28	361.88	<b>46.72</b>	141.81	<b>54.15</b>	423.61

**Tabla 76**

*Cortantes sobre los muros de tapial típico por sismo moderado en Y*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	SYM0D	Max	Bottom	3900.9	1143.09	<b>107.41</b>	99.71	<b>193.09</b>	2556.46
Nivel 1	MX-2	SYM0D	Max	Bottom	1143.1	795.65	<b>76.13</b>	473.63	<b>120.23</b>	2164.51
Nivel 1	MX-3	SYM0D	Max	Bottom	250.38	351	<b>103.29</b>	233.62	<b>147.56</b>	782.08
Nivel 1	MX-4	SYM0D	Max	Bottom	840.08	530.03	<b>81.01</b>	280.89	<b>148.31</b>	1497.86
Nivel 1	MX-5	SYM0D	Max	Bottom	514.6	205.62	<b>14.62</b>	101.75	<b>29.39</b>	207.98
Nivel 1	MX-6	SYM0D	Max	Bottom	574.46	380.45	<b>55.79</b>	61.9	<b>68.05</b>	384.65
Nivel 1	MX-7	SYM0D	Max	Bottom	1157.6	262.89	<b>23.46</b>	164.44	<b>103.76</b>	189.31
Nivel 1	MX-8	SYM0D	Max	Bottom	531.71	181.01	<b>33.61</b>	114.55	<b>39.51</b>	164.41
Nivel 1	MY-1	SYM0D	Max	Bottom	906.23	<b>1174</b>	72.26	205.91	64.98	<b>1415.91</b>
Nivel 1	MY-2	SYM0D	Max	Bottom	853.31	<b>2358.55</b>	53.79	253.05	120.14	<b>1575.37</b>
Nivel 1	MY-3	SYM0D	Max	Bottom	713.53	<b>844.32</b>	33.92	60.96	22.97	<b>881.94</b>
Nivel 1	MY-4	SYM0D	Max	Bottom	742.58	<b>1425.2</b>	12.79	104.66	18.84	<b>3821.86</b>
Nivel 1	MY-5	SYM0D	Max	Bottom	2245	<b>1905.15</b>	25.26	61.43	25.29	<b>4352.54</b>
Nivel 1	MY-6	SYM0D	Max	Bottom	605.1	<b>424.01</b>	8.23	11.44	11.59	<b>782.25</b>
Nivel 1	MY-7	SYM0D	Max	Bottom	2059.9	<b>2921.21</b>	10.83	39.34	15.18	<b>6302.07</b>
Nivel 1	MY-8	SYM0D	Max	Bottom	1304.4	<b>2196.24</b>	17.46	141.73	45.18	<b>3199.54</b>
Nivel 1	MY-9	SYM0D	Max	Bottom	416.83	<b>1724.08</b>	8.32	45.03	16.8	<b>1306.7</b>
Nivel 1	MY-10	SYM0D	Max	Bottom	921.51	<b>1232.26</b>	10.95	29.81	12.41	<b>1411.46</b>

**Tabla 77**

*Control de fisuración para sismo moderado de los muros de tapial típico*

DISEÑO POR FISURACIÓN-SISMO MODERADO											
Muro	Pg (kg)	Ve-X (kg)	Me-X (kg-m)	Ve-Y (kg)	Me-Y (kg-m)	Ve (kg)	Me (m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
MX-1	2454 3.62	5015.3 2	15607. 1	107.41	193.09	5015.3 2	15607.08 0	2.86 0	1.0 0	13833.03 3	NO FISURADO
MX-2	7849. 95	2144.1 4	4506.2 2	76.13	120.23	2144.1 4	4506.220	1.80 8	1.0 0	5301.489	NO FISURADO
MX-3	8843. 4	1855.1 2	4184.9 7	103.29	147.56	1855.1 2	4184.970	1.90 6	1.0 0	5989.982	NO FISURADO

MX-4	9283.04	2186.68	4594.46	81.01	148.31	2186.68	4594.460	2.047	1.00	6091.099	NO FISURADO
MX-5	3790.91	892.16	1004.79	14.62	29.39	892.16	1004.790	1.287	1.00	2205.909	NO FISURADO
MX-6	4316.94	1129.71	1293.46	55.79	68.05	1129.71	1293.460	1.266	1.00	2326.896	NO FISURADO
MX-7	4589.46	1242.36	1386.49	23.46	103.76	1242.36	1386.490	1.568	1.00	2665.576	NO FISURADO
MX-8	4225.96	1173.19	1346.13	33.61	39.51	1173.19	1346.130	1.525	1.00	2581.971	NO FISURADO
MY-1	7253.07	175.69	177.79	1174	1415.91	1174	1415.910	2.446	1.00	4382.206	NO FISURADO
MY-2	9861.29	210.8	611.28	2358.55	1575.37	2358.55	1575.370	5.914	1.00	5902.097	NO FISURADO
MY-3	3203.94	134.8	96.47	844.32	881.94	844.32	881.940	1.340	1.00	2024.906	NO FISURADO
MY-4	6953.43	50.7	88.97	1425.2	3821.86	1425.2	3821.860	1.305	1.00	4819.289	NO FISURADO
MY-5	6190.16	61.06	91.32	1905.15	4352.54	1905.15	4352.540	1.051	1.00	3631.737	NO FISURADO
MY-6	2222.62	10.69	16.61	424.01	782.25	424.01	782.250	0.650	0.65	1229.296	NO FISURADO
MY-7	8782.82	49.42	72.54	2921.21	6302.07	2921.21	6302.070	1.669	1.00	5332.049	NO FISURADO
MY-8	10304.36	116.27	177.14	2196.24	3199.54	2196.24	3199.540	2.814	1.00	6142.008	NO FISURADO
MY-9	6208.52	53.65	99.94	1724.08	1306.7	1724.08	1306.700	3.299	1.00	3727.959	NO FISURADO
MY-10	4767.33	46.72	54.15	1232.26	1411.46	1232.26	1411.460	1.746	1.00	2936.485	NO FISURADO

- **Verificación de resistencia al corte**

La norma E.070 establece que, para dotar a la edificación de suficiente resistencia y rigidez en cada piso, y en cada dirección de análisis, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante debido al sismo severo.

**Ecuación 10:** *Verificación de resistencia al corte*

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

*Nota.* Obtenido de la ecuación 26.4 de la norma E.070 del RNE

Donde,  $\sum Vmi$  es la sumatoria de resistencias al corte, la cual incluirá sólo el aporte de los muros y  $VEi$  corresponde a la fuerza cortante basal actuante de la edificación producido por el sismo severo.

**Tabla 78**

*Verificación de la resistencia al corte de los muros de tapial típico*

Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\sum Vmi =$	40995.9544 Kg	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\sum Vmi =$	40128.02745 Kg	CUMPLE EN X
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $VEi =$	28578.77 Kg	CUMPLE EN Y
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $VEi =$	28577.96 Kg	

Se observa que cumplió con lo exigido por la Norma E.070, ya que la resistencia al corte de la edificación en ambas direcciones de análisis es mayor a la fuerza cortante basal que demanda el sismo severo.

• **Diseño por resistencia**

Una vez verificado la resistencia a corte de la edificación bajo la demanda del sismo severo. Se efectuó el análisis para cada muro independiente bajo las cargas del sismo severo, por lo que se debe cumplir la condición:  $Vmi \geq VEi$ .

De ese modo en el programa ETABS; se obtuvo la demanda del sismo severo para cada muro de la estructura, efectuando las combinaciones de sismo severo (SXSEV y SYSEV), determinando así que los muros de tapial típico sin adición de CaO, con el espesor de muro de  $e=40$  cm, para el modelo de vivienda en estudio, son resistentes en ciertas direcciones y en otras como en los muros MY-5 y MY-7, presenta falla frágil.

**Tabla 79**

*Cortantes del sismo severo en X de los muros de tapial típico*

Stor y	Pier	Output Case	Step Type	Locatio n	P kgf	V2 kgf	V3 kgf	T kgf-m	M2 kgf-m	M3 kgf-m
Nive 11	MX -1	SXSE V	Max	Bottom	1188.1 8	10030.6 3	45.45	545.06	91.83	31214.1 6
Nive 11	MX -2	SXSE V	Max	Bottom	1708.1 3	4288.28	82.1	1470.1 5	67.86	9012.45
Nive 11	MX -3	SXSE V	Max	Bottom	2057.5 8	3710.24	67.09	165.53	108.14	8369.93

Nive 11	MX -4	SXSE V	Max	Bottom	980.31	4373.35	56.29	215.75	91.7	9188.91
Nive 11	MX -5	SXSE V	Max	Bottom	2008	1784.32	44.06	344.67	13.19	2009.57
Nive 11	MX -6	SXSE V	Max	Bottom	1048.3 5	2259.41	50.22	126.31	30.89	2586.91
Nive 11	MX -7	SXSE V	Max	Bottom	1024.2 4	2484.72	12.92	142.71	47.72	2772.97
Nive 11	MX -8	SXSE V	Max	Bottom	2028.7 4	2346.37	23.08	78.58	25.28	2692.27
Nive 11	MY -1	SXSE V	Max	Bottom	1908.7 8	618.76	351.3 8	1633.8	355.59	983.98
Nive 11	MY -2	SXSE V	Max	Bottom	1855.3 6	1237.12	421.5 9	1319.3 9	1222.5 7	985.5
Nive 11	MY -3	SXSE V	Max	Bottom	1179.6 1	520.05	269.6	414.92	192.94	519.69
Nive 11	MY -4	SXSE V	Max	Bottom	1833	1636.75	101.4	1886.7 6	177.95	4516.55
Nive 11	MY -5	SXSE V	Max	Bottom	998.1	909.65	122.1 3	363.13	182.64	1904.74
Nive 11	MY -6	SXSE V	Max	Bottom	1063.6 1	287.6	21.37	52.84	33.21	423.5
Nive 11	MY -7	SXSE V	Max	Bottom	815.83	1146.98	98.83	457.9	145.08	2493.65
Nive 11	MY -8	SXSE V	Max	Bottom	3956.2 6	1304.1	232.5 3	501.26	354.28	2456.83
Nive 11	MY -9	SXSE V	Max	Bottom	1061.3	1086.39	107.2 9	476.14	199.88	771.1
Nive 11	MY -10	SXSE V	Max	Bottom	1480.5 6	723.75	93.44	283.62	108.29	847.21

**Tabla 80**

*Cortantes del sismo severo en Y de los muros de tapial típico*

Stor y	Pier	Outpu t Case	Step Typ e	Locatio n	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX -1	SYSE V	Max	Bottom	7801.8	2286.1 7	214.8 2	199.4 1	386.1 8	5112.92
Nivel 1	MX -2	SYSE V	Max	Bottom	2286.2	1591.3 1	152.2 6	947.2 7	240.4 7	4329.02
Nivel 1	MX -3	SYSE V	Max	Bottom	500.77	702.01	206.5 8	467.2 5	295.1 2	1564.16
Nivel 1	MX -4	SYSE V	Max	Bottom	1680.1 6	1060.0 6	162.0 2	561.7 7	296.6 2	2995.73
Nivel 1	MX -5	SYSE V	Max	Bottom	1029.1 9	411.23	29.25	203.5	58.77	415.97
Nivel 1	MX -6	SYSE V	Max	Bottom	1148.9 3	760.9	111.5 8	123.8 1	136.1	769.31
Nivel 1	MX -7	SYSE V	Max	Bottom	2315.2 5	525.79	46.92	328.8 8	207.5 1	378.61
Nivel 1	MX -8	SYSE V	Max	Bottom	1063.4 3	362.03	67.22	229.1 1	79.02	328.82
Nivel 1	MY -1	SYSE V	Max	Bottom	1812.4 7	2348.0 1	144.5 1	411.8 1	129.9 7	2831.83

Nivel 1	MY -2	SYSE V	Max	Bottom	1706.6 1	4717.1	107.5 8	506.1	240.2 7	3150.74
Nivel 1	MY -3	SYSE V	Max	Bottom	1427.0 7	1688.6 4	67.84	121.9 1	45.94	1763.87
Nivel 1	MY -4	SYSE V	Max	Bottom	1485.1 7	2850.4	25.59	209.3 2	37.68	7643.73
Nivel 1	MY -5	SYSE V	Max	Bottom	4489.9 3	3810.3	50.52	122.8 6	50.58	8705.08
Nivel 1	MY -6	SYSE V	Max	Bottom	1210.2	848.01	16.46	22.88	23.18	1564.5
Nivel 1	MY -7	SYSE V	Max	Bottom	4119.8 3	5842.4 2	21.66	78.68	30.36	12604.1 3
Nivel 1	MY -8	SYSE V	Max	Bottom	2608.8	4392.4 7	34.91	283.4 6	90.37	6399.07
Nivel 1	MY -9	SYSE V	Max	Bottom	833.65	3448.1 6	16.65	90.07	33.59	2613.39
Nivel 1	MY -10	SYSE V	Max	Bottom	1843.0 1	2464.5 2	21.91	59.63	24.83	2822.91

**Tabla 81**

*Diseño de muro por resistencia ante sismo severo de los muros de tapial típico*

DISEÑO POR RESISTENCIA-SISMO SEVERO					
Muro	V <sub>m</sub> (kg)	VE <sub>i</sub> - X (kg)	VE <sub>i</sub> - Y (kg)	VE <sub>i</sub> (kg)	$V_{mi} \geq V_{Ei}$
MX-1	13833.0326	10030.63	214.82	10030.63	RESISTENTE
MX-2	5301.4885	4288.28	152.26	4288.28	RESISTENTE
MX-3	5989.982	3710.24	206.58	3710.24	RESISTENTE
MX-4	6091.0992	4373.35	162.02	4373.35	RESISTENTE
MX-5	2205.9093	1784.32	29.25	1784.32	RESISTENTE
MX-6	2326.8962	2259.41	111.58	2259.41	RESISTENTE
MX-7	2665.5758	2484.72	46.92	2484.72	RESISTENTE
MX-8	2581.9708	2346.37	67.22	2346.37	RESISTENTE
MY-1	4382.2061	351.38	2348.01	2348.01	RESISTENTE
MY-2	5902.0967	421.59	4717.1	4717.1	RESISTENTE
MY-3	2024.9062	269.6	1688.64	1688.64	RESISTENTE
MY-4	4819.2889	101.4	2850.4	2850.4	RESISTENTE
MY-5	3631.7368	122.13	3810.3	3810.3	FALLA FRÁGIL
MY-6	1229.29585	21.37	848.01	848.01	RESISTENTE
MY-7	5332.0486	98.83	5842.42	5842.42	FALLA FRÁGIL
MY-8	6142.0028	232.53	4392.47	4392.47	RESISTENTE
MY-9	3727.9596	107.29	3448.16	3448.16	RESISTENTE
MY-10	2936.4859	93.44	2464.52	2464.52	RESISTENTE

#### 2.6.4.3.1.2. Diseño de los muros de albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO

- **Diseño por cargas de gravedad**

La norma E.070 especifica que los muros de mampostería deben ser resistentes a las cargas gravitacionales de tal manera que el esfuerzo axial máximo efectivo debe ser

menor que la resistencia a la compresión admisible del muro como indica la siguiente ecuación establecida por esta normativa.

**Ecuación 11:** *Esfuerzo axial máximo*

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

*Nota.* Obtenido de la fórmula 19.1b de la norma E.070 del RNE.

De no cumplirse con lo exigido por la norma se debe mejorar la calidad de la albañilería ( $f'_m$ ), aumentar su longitud o el espesor del muro.

Es así que, con tal premisa se procedió a obtener la demanda por gravedad de los muros de la mampostería de tapial a partir del modelado y análisis en el programa ETABS, generando la combinación de servicio  $P_m=CM+CV$ , luego se realizó el diseño y su comprobación el cual se muestra en la tabla 84, con lo cual se determinó que cumple el diseño del muro para un espesor efectivo de 40 cm.

**Tabla 82**

*Peso de los muros de albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO por combinación  $P_m=CM + CV$*

<b>TABLE: Pier Forces</b>					
<b>Story</b>	<b>Pier</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Location</b>	<b>P</b> kgf
Nivel 1	MX-1	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-25184.72
Nivel 1	MX-2	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-7919.29
Nivel 1	MX-3	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-8829.4
Nivel 1	MX-4	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-9432.06
Nivel 1	MX-5	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-3943.23
Nivel 1	MX-6	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4340.56
Nivel 1	MX-7	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4641.34
Nivel 1	MX-8	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4344.82
Nivel 1	MY-1	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-7651.76
Nivel 1	MY-2	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-10339.83
Nivel 1	MY-3	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-3341.95
Nivel 1	MY-4	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6885.07
Nivel 1	MY-5	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6349.55
Nivel 1	MY-6	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-2193.15
Nivel 1	MY-7	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-8911.18

Nivel 1	MY-8	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-10816.63
Nivel 1	MY-9	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-6490.46
Nivel 1	MY-10	Pm=CM+CV	Combination	Bottom	-4985.02

*Nota.* El peso se presenta por cada tramo de muro etiquetado como indica la figura 42

**Tabla 83**

*Datos de Resistencias mecánicas para el diseño de los muros de albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

$f_m =$	<b>8 Kg/cm<sup>2</sup></b>
$0.15f_m$	<b>1.2 Kg/cm<sup>2</sup></b>
$=$	
$0.05f_m$	<b>0.4 Kg/cm<sup>2</sup></b>
$=$	
$h =$	<b>2.9 m</b>
$V_m =$	<b>0.57 Kg/cm<sup>2</sup></b>

*Nota.* Los datos de resistencia mecánica fueron obtenidos de los ensayos mecánicos para el lote experimental de BTA con adición de 5% CaO

**Tabla 84**

*Diseño por cargas de gravedad de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

DISEÑO POR CARGAS DE GRAVEDAD						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (kg)	$\sigma_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$0.2f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right]$ (kg/cm <sup>2</sup> )	OBSERVACIÓN
MX-1	8.9000	0.4	25184.72	<b>0.71</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-2	3.8000	0.4	7919.29	<b>0.52</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-3	4.3000	0.4	8829.40	<b>0.51</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-4	4.3000	0.4	9432.06	<b>0.55</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-5	1.4500	0.4	3943.23	<b>0.68</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-6	1.4500	0.4	4340.56	<b>0.75</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-7	1.7500	0.4	4641.34	<b>0.66</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MX-8	1.7500	0.4	4344.82	<b>0.62</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MY-1	2.9500	0.4	7651.76	<b>0.65</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MY-2	3.9500	0.4	10339.83	<b>0.65</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MY-3	1.4000	0.4	3341.95	<b>0.60</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MY-4	3.5000	0.4	6885.07	<b>0.49</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)
MY-5	2.4000	0.4	6349.55	<b>0.66</b>	<b>1.53</b>	CUMPLE (*)



<b>MY-6</b>	1.2000	0.4	2193.15	<b>0.46</b>	<b>1.53</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-7</b>	3.6000	0.4	8911.18	<b>0.62</b>	<b>1.53</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-8</b>	4.1000	0.4	10816.63	<b>0.66</b>	<b>1.53</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-9</b>	2.5000	0.4	6490.46	<b>0.65</b>	<b>1.53</b>	<b>CUMPLE (*)</b>
<b>MY-10</b>	2.0000	0.4	4985.02	<b>0.62</b>	<b>1.53</b>	<b>CUMPLE (*)</b>

- **Diseño por fisuración**

Este diseño tiene por finalidad evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para tal efecto se consideró las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado. Para todos los muros se verificó que se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

*Ecuación 12: Control de ocurrencia de fisuras*

$$V_e \leq 0,55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

*Nota.* Obtenido de la ecuación 26.2 de la norma E.070 del RNE

Donde,  $V_e$  es la fuerza cortante producida por el sismo moderado y  $V_m$ ; la fuerza resistente asociada al agrietamiento diagonal del muro. La resistencia al agrietamiento diagonal ( $V_m$ ) se determinó mediante ensayo de laboratorio para muros BTA con adición de CaO al 5%.

De ese modo para obtener la demanda por el sismo moderado ( $V_e$ ) en el ETABS primero creamos las combinaciones de sismo moderado para obtener la demanda por este sismo, siendo éstos el 50% del sismo severo según establece la normativa E.030. Luego seleccionando estas combinaciones (SXMOD y SYMOD) obtuvimos las tablas 85 y 86, con los cuales verificando las cortantes en ambas direcciones se realizó y se verificó el diseño por fisuración mostrada en la tabla 86, obteniendo así que para un sismo moderado con la característica mecánica del tapial estabilizado con 5% de CaO, la estructura es suficientemente resistente al agrietamiento diagonal.

**Tabla 85**

*Cortantes sobre los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO, por sismo moderado en X*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	624.86	<b>4988.28</b>	22.77	287.24	46.62	<b>15515.61</b>
Nivel 1	MX-2	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	855.74	<b>2109.11</b>	40.92	738.86	33.93	<b>4437.46</b>
Nivel 1	MX-3	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	1062.57	<b>1897.74</b>	33.29	81.34	54.04	<b>4282.59</b>
Nivel 1	MX-4	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	496.38	<b>2211.3</b>	27.9	106.11	45.63	<b>4647.49</b>
Nivel 1	MX-5	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	1024.34	<b>904.14</b>	22.23	173.03	6.72	<b>1019.73</b>
Nivel 1	MX-6	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	531.06	<b>1145.19</b>	25.21	63.31	15.64	<b>1311.55</b>
Nivel 1	MX-7	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	516.99	<b>1260.37</b>	6.69	71.4	24.17	<b>1406.24</b>
Nivel 1	MX-8	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	1029.52	<b>1193.58</b>	12.54	40.89	13.36	<b>1370.95</b>
Nivel 1	MY-1	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	972.72	303.01	<b>177.16</b>	824.04	<b>179.62</b>	517.74
Nivel 1	MY-2	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	943.31	616.6	<b>214.36</b>	660.91	<b>618.96</b>	487.76
Nivel 1	MY-3	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	581.7	269.67	<b>135.28</b>	208.49	<b>96.54</b>	271.84
Nivel 1	MY-4	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	911.9	822.57	<b>50.08</b>	942.27	<b>88.67</b>	2262.27
Nivel 1	MY-5	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	511.93	460.23	<b>61.47</b>	184.79	<b>91.37</b>	965.83
Nivel 1	MY-6	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	542.16	148.62	<b>10.44</b>	25.47	<b>15.72</b>	218.34
Nivel 1	MY-7	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	427.3	582.21	<b>49.15</b>	244.8	<b>72.73</b>	1270.68
Nivel 1	MY-8	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	2033.05	694.22	<b>118.91</b>	249.06	<b>182.85</b>	1278.12
Nivel 1	MY-9	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	546.29	552.98	<b>54.41</b>	236.97	<b>102.65</b>	391.62
Nivel 1	MY-10	<b>SXMOD</b>	Max	Bottom	735.98	382.83	<b>47.22</b>	140.85	<b>54.5</b>	451.48

**Tabla 86**

*Cortantes sobre los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO por sismo moderado en Y*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	4007.66	1238.58	<b>109.84</b>	107.22	<b>197.86</b>	2891.38
Nivel 1	MX-2	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	1164.65	823.97	<b>76.58</b>	472.28	<b>120.91</b>	2240.71
Nivel 1	MX-3	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	263.38	374.96	<b>103.46</b>	233.18	<b>147.94</b>	844.26
Nivel 1	MX-4	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	876.41	549.87	<b>81.14</b>	281.67	<b>149.33</b>	1555.05
Nivel 1	MX-5	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	527.44	211.54	<b>14.95</b>	105.41	<b>30.11</b>	215.87
Nivel 1	MX-6	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	595.12	393.27	<b>57.88</b>	64.47	<b>69.86</b>	397.91
Nivel 1	MX-7	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	1196.86	270.51	<b>24.18</b>	170.69	<b>107.3</b>	193.87
Nivel 1	MX-8	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	537.32	185.06	<b>33.58</b>	114.47	<b>40.18</b>	168.42
Nivel 1	MY-1	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	899.06	<b>1173.2</b>	76.17	213.93	68.63	<b>1432.25</b>
Nivel 1	MY-2	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	915.8	<b>2363.98</b>	56.48	264.48	123.19	<b>1557.69</b>
Nivel 1	MY-3	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	710.15	<b>855.05</b>	34.57	62.22	23.43	<b>897.27</b>
Nivel 1	MY-4	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	753.74	<b>1451.47</b>	13.26	108.39	19.54	<b>3900.74</b>

Nivel 1	MY-5	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	2332.9	<b>1977.24</b>	26.09	73.2	27.27	<b>4519.6</b>
Nivel 1	MY-6	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	627.14	<b>429.71</b>	8.41	12.82	11.9	<b>798.08</b>
Nivel 1	MY-7	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	2109.87	<b>2968.4</b>	11.45	41.87	16.2	<b>6411.51</b>
Nivel 1	MY-8	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	1307.1	<b>2199.02</b>	18.45	147.25	46.51	<b>3215.41</b>
Nivel 1	MY-9	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	460.61	<b>1736.88</b>	8.74	46.7	17.74	<b>1307.56</b>
Nivel 1	MY-10	<b>SYMOD</b>	Max	Bottom	931.82	<b>1255.15</b>	11.96	30.72	13.58	<b>1447.89</b>

**Tabla 87**

*Control de fisuración para sismo moderado de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

DISEÑO POR FISURACIÓN-SISMO MODERADO											
Muro	Pg (kg)	Ve-X (kg)	Me-X (kg-m)	Ve-Y (kg)	Me-Y (kg-m)	Ve (kg)	Me (kg-m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
MX-1	24739.19	4988.28	15515.61	109.84	197.86	<b>4988.28</b>	15515.61	2.861	1	<b>15836.014</b>	NO FISURADO
MX-2	7906.221	2109.11	4437.461	76.58	120.91	<b>2109.11</b>	4437.461	1.806	1	<b>6150.431</b>	NO FISURADO
MX-3	8908.864	1897.74	4282.594	103.46	147.94	<b>1897.74</b>	4282.594	1.905	1	<b>6951.038</b>	NO FISURADO
MX-4	9349.826	2211.33	4647.496	81.14	149.33	<b>2211.33</b>	4647.496	2.046	1	<b>7052.459</b>	NO FISURADO
MX-5	3821.276	904.141	1019.731	14.95	30.11	<b>904.141</b>	1019.731	1.286	1	<b>2531.892</b>	NO FISURADO
MX-6	4348.819	1145.19	1311.559	57.88	69.86	<b>1145.19</b>	1311.559	1.266	1	<b>2653.226</b>	NO FISURADO
MX-7	4623.567	1260.37	1406.247	24.18	107.3	<b>1260.37</b>	1406.247	1.568	1	<b>3058.419</b>	NO FISURADO
MX-8	4259.888	1193.58	1370.958	33.58	40.18	<b>1193.58</b>	1370.958	1.524	1	<b>2974.772</b>	NO FISURADO
MY-1	7307.716	177.161	179.621	1173.2	1432.25	<b>1173.25</b>	1432.25	2.416	1	<b>5043.773</b>	NO FISURADO
MY-2	9924.158	214.361	618.961	2363.98	1557.69	<b>2363.98</b>	1557.69	5.995	1	<b>6785.555</b>	NO FISURADO
MY-3	3228.934	135.281	96.541	855.05	897.27	<b>855.05</b>	897.27	1.334	1	<b>2338.654</b>	NO FISURADO
MY-4	7011.337	50.081	88.671	1451.47	3900.74	<b>1451.47</b>	3900.74	1.302	1	<b>5602.606</b>	NO FISURADO
MY-5	6233.574	61.471	91.371	1977.24	4519.6	<b>1977.24</b>	4519.6	1.051	1	<b>4169.721</b>	NO FISURADO
MY-6	2243.376	10.441	15.721	429.71	798.08	<b>429.71</b>	798.08	0.646	0.64	<b>1399.861</b>	NO FISURADO
MY-7	8846.497	49.151	72.731	2968.4	6411.51	<b>2968.41</b>	6411.51	1.667	1	<b>6138.693</b>	NO FISURADO
MY-8	10382.55	118.911	182.851	2199.02	3215.41	<b>2199.02</b>	3215.41	2.804	1	<b>7061.987</b>	NO FISURADO
MY-9	6248.058	54.411	102.651	1736.88	1307.56	<b>1736.88</b>	1307.56	3.321	1	<b>4287.052</b>	NO FISURADO
MY-10	4803.464	47.221	54.51	1255.15	1447.89	<b>1255.15</b>	1447.89	1.734	1	<b>3384.796</b>	NO FISURADO

- **Verificación de resistencia al corte**

La norma E.070 establece que, para dotar a la edificación de suficiente resistencia y rigidez en cada piso, y en cada dirección de análisis, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante debido al sismo severo.

**Ecuación 13:** Verificación de resistencia al corte

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

*Nota.* Obtenido de la ecuación 26.4 de la norma E.070 del RNE

Donde,  $\sum V_{mi}$  es la sumatoria de resistencias al corte, la cual incluirá sólo el aporte de los muros y  $V_{Ei}$  corresponde a la fuerza cortante basal actuante de la edificación producido por el sismo severo.

**Tabla 88**

*Verificación de la resistencia al corte de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

Resistencia al corte en Dirección X del Edificio, $\sum V_{mi} =$	<b>47208.2503 Kg</b>	
Resistencia al Corte en Dirección Y del Edificio, $\sum V_{mi} =$	<b>46212.69655 Kg</b>	<b>CUMPLE EN X</b>
Cortante por Sismo Severo en Dirección X, $V_{Ei} =$	<b>28791.01 Kg</b>	<b>CUMPLE EN Y</b>
Cortante por Sismo Severo en Dirección Y, $V_{Ei} =$	<b>28791.13 Kg</b>	

Se observa que cumplió con lo exigido por la Norma E.070, ya que la resistencia al corte de la edificación en ambas direcciones de análisis es mayor a la fuerza cortante basal que demanda el sismo severo.

• **Diseño por resistencia**

Una vez verificado la resistencia a corte de la edificación bajo la demanda del sismo severo. Se efectuó el análisis para cada muro independiente bajo las cargas del sismo severo, por lo que se debe cumplir la condición:  $V_{mi} \geq V_{Ei}$ .

De ese modo en el programa ETABS; se obtuvo la demanda del sismo severo para cada muro de la estructura, efectuando las combinaciones de sismo severo (SXSEV y SYSEV), determinando así que los muros son resistentes frente a las cargas del sismo severo en ambas direcciones.

**Tabla 89***Cortantes del sismo severo en X de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	SXSEV	Max	Bottom	1249.7 2	<b>9976.55</b>	45.53	574.48	93.25	31031.2 1
Nivel 1	MX-2	SXSEV	Max	Bottom	1711.4 9	<b>4218.23</b>	81.85	1477.7 1	67.86	8874.93
Nivel 1	MX-3	SXSEV	Max	Bottom	2125.1 5	<b>3795.49</b>	66.58	162.67	108.07	8565.18
Nivel 1	MX-4	SXSEV	Max	Bottom	992.75	<b>4422.6</b>	55.79	212.22	91.26	9294.98
Nivel 1	MX-5	SXSEV	Max	Bottom	2048.6 8	<b>1808.28</b>	44.46	346.06	13.43	2039.45
Nivel 1	MX-6	SXSEV	Max	Bottom	1062.1 2	<b>2290.37</b>	50.42	126.62	31.29	2623.11
Nivel 1	MX-7	SXSEV	Max	Bottom	1033.9 9	<b>2520.73</b>	13.37	142.8	48.35	2812.48
Nivel 1	MX-8	SXSEV	Max	Bottom	2059.0 4	<b>2387.16</b>	25.08	81.79	26.73	2741.91
Nivel 1	MY-1	SXSEV	Max	Bottom	1945.4 4	606.02	<b>354.3 2</b>	1648.0 7	359.23	1035.47
Nivel 1	MY-2	SXSEV	Max	Bottom	1886.6 2	1233.19	<b>428.7 2</b>	1321.8 2	1237.9 3	975.53
Nivel 1	MY-3	SXSEV	Max	Bottom	1163.4	539.33	<b>270.5 7</b>	416.98	193.08	543.67
Nivel 1	MY-4	SXSEV	Max	Bottom	1823.8	1645.14	<b>100.1 6</b>	1884.5 5	177.34	4524.54
Nivel 1	MY-5	SXSEV	Max	Bottom	1023.8 7	920.46	<b>122.9 3</b>	369.57	182.74	1931.67
Nivel 1	MY-6	SXSEV	Max	Bottom	1084.3 1	297.25	<b>20.88</b>	50.94	31.44	436.68
Nivel 1	MY-7	SXSEV	Max	Bottom	854.59	1164.41	<b>98.29</b>	489.6	145.47	2541.37
Nivel 1	MY-8	SXSEV	Max	Bottom	4066.1 1	1388.45	<b>237.8 2</b>	498.12	365.71	2556.23
Nivel 1	MY-9	SXSEV	Max	Bottom	1092.5 8	1105.97	<b>108.8 3</b>	473.94	205.29	783.24
Nivel 1	MY-10	SXSEV	Max	Bottom	1471.9 6	765.66	<b>94.43</b>	281.69	109	902.95

**Tabla 90***Cortantes del sismo severo en Y de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

Story	Pier	Output Case	Step Type	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
					kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Nivel 1	MX-1	SYSEV	Max	Bottom	8015.32	2477.15	<b>219.69</b>	214.44	395.72	5782.77
Nivel 1	MX-2	SYSEV	Max	Bottom	2329.3	1647.93	<b>153.17</b>	944.57	241.82	4481.41
Nivel 1	MX-3	SYSEV	Max	Bottom	526.77	749.93	<b>206.93</b>	466.37	295.88	1688.52
Nivel 1	MX-4	SYSEV	Max	Bottom	1752.82	1099.75	<b>162.27</b>	563.34	298.67	3110.1
Nivel 1	MX-5	SYSEV	Max	Bottom	1054.88	423.08	<b>29.9</b>	210.83	60.21	431.74
Nivel 1	MX-6	SYSEV	Max	Bottom	1190.23	786.54	<b>115.75</b>	128.93	139.72	795.82
Nivel 1	MX-7	SYSEV	Max	Bottom	2393.72	541.03	<b>48.36</b>	341.38	214.6	387.73
Nivel 1	MX-8	SYSEV	Max	Bottom	1074.63	370.12	<b>67.15</b>	228.93	80.35	336.84

Nivel 1	MY-1	SYSEV	Max	Bottom	1798.12	<b>2346.4</b>	152.35	427.86	137.27	2864.5
Nivel 1	MY-2	SYSEV	Max	Bottom	1831.6	<b>4727.96</b>	112.97	528.95	246.37	3115.39
Nivel 1	MY-3	SYSEV	Max	Bottom	1420.3	<b>1710.1</b>	69.14	124.45	46.86	1794.53
Nivel 1	MY-4	SYSEV	Max	Bottom	1507.47	<b>2902.94</b>	26.51	216.79	39.08	7801.48
Nivel 1	MY-5	SYSEV	Max	Bottom	4665.81	<b>3954.48</b>	52.18	146.4	54.55	9039.19
Nivel 1	MY-6	SYSEV	Max	Bottom	1254.29	<b>859.42</b>	16.82	25.64	23.8	1596.16
Nivel 1	MY-7	SYSEV	Max	Bottom	4219.74	<b>5936.8</b>	22.9	83.74	32.39	12823.02
Nivel 1	MY-8	SYSEV	Max	Bottom	2614.2	<b>4398.03</b>	36.9	294.51	93.01	6430.83
Nivel 1	MY-9	SYSEV	Max	Bottom	921.21	<b>3473.76</b>	17.49	93.41	35.49	2615.12
Nivel 1	MY-10	SYSEV	Max	Bottom	1863.64	<b>2510.3</b>	23.91	61.43	27.16	2895.77

**Tabla 91**

*Diseño de muro por resistencia ante sismo severo de los muros de tapial estabilizado con 5% de CaO*

<b>DISEÑO POR RESISTENCIA-SISMO SEVERO</b>					
<b>Muro</b>	<b>V<sub>m</sub> - (kg)</b>	<b>VEi - X (kg)</b>	<b>VEi - Y (kg)</b>	<b>VEi (kg)</b>	<b><math>V_{mi} \geq V_{Ei}</math></b>
MX-1	<b>15836.014</b>	9976.55	219.69	<b>9976.55</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-2	<b>6150.431</b>	4218.23	153.17	<b>4218.23</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-3	<b>6951.038</b>	3795.49	206.93	<b>3795.49</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-4	<b>7052.459</b>	4422.6	162.27	<b>4422.6</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-5	<b>2531.892</b>	1808.28	29.9	<b>1808.28</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-6	<b>2653.226</b>	2290.37	115.75	<b>2290.37</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-7	<b>3058.419</b>	2520.73	48.36	<b>2520.73</b>	<b>RESISTENTE</b>
MX-8	<b>2974.772</b>	2387.16	67.15	<b>2387.16</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-1	<b>5043.773</b>	354.32	2346.4	<b>2346.4</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-2	<b>6785.555</b>	428.72	4727.96	<b>4727.96</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-3	<b>2338.654</b>	270.57	1710.1	<b>1710.1</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-4	<b>5602.606</b>	100.16	2902.94	<b>2902.94</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-5	<b>4169.721</b>	122.93	3954.48	<b>3954.48</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-6	<b>1399.861</b>	20.88	859.42	<b>859.42</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-7	<b>6138.693</b>	98.29	5936.8	<b>5936.8</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-8	<b>7061.987</b>	237.82	4398.03	<b>4398.03</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-9	<b>4287.052</b>	108.83	3473.76	<b>3473.76</b>	<b>RESISTENTE</b>
MY-10	<b>3384.796</b>	94.43	2510.3	<b>2510.3</b>	<b>RESISTENTE</b>

#### **2.6.4.3.2. Diseño de la cimentación**

El diseño de estos elementos debe cumplir que la presión obtenida por las cargas de la edificación no sobrepase la presión admisible del suelo.

El proyecto se encuentra en la localidad de la Jalca, en cual; con el estudio de mecánica de suelos realizados mediante el ensayo de corte directo, se determinó los ángulos de

cohesión y el coeficiente de fricción, con el que se calculó la capacidad portante del suelo (Ver anexo 04), obteniendo una  $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$  para un  $D_f=1\text{m}$ , valor con el que se procedió con el diseño de la cimentación en el programa "Safe".

Para diseñar en este programa se exportó los valores de las solicitaciones de toda la estructura analizada con las combinaciones de cargas de servicio y las cargas sísmicas el programa ETABS.

En el diseño de cimentación se empleó como material el concreto ciclópeo  $F'_c=100\text{kg/cm}^2$ , con peso específico de  $\gamma_c=2.2 \text{ ton/m}^3$ .

- **Definición de los materiales**

En el programa "Safe", se procedió con la definición de los materiales.

### Figura 62

*Definición de los materiales en el programa "Safe"*

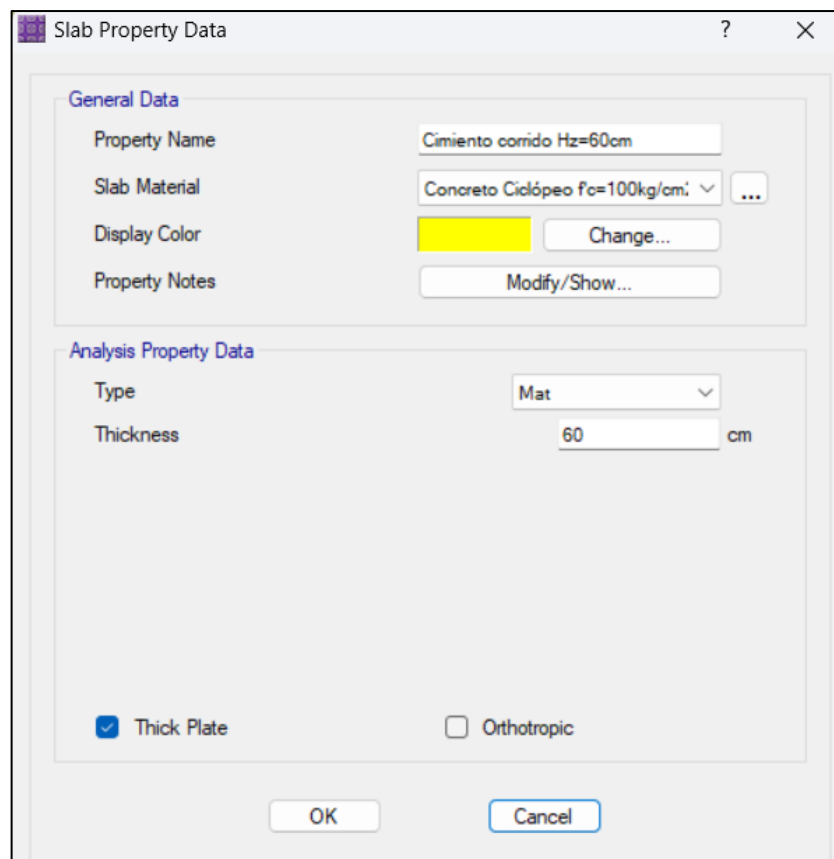
Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	Concrete Ciclópeo f'c=100kg/cm2	
	Material Type	Concrete	
	Material Display Color	Yellow	
	Material Notes		
Material Weight	Weight per Unit Volume	2.2E-03	kgf/cm3
Isotropic Property Data	Modulus of Elasticity, E	150000	kgf/cm2
	Poisson's Ratio, U	0.15	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	9.9E-06	1/C
	Shear Modulus, G	65217.39	kgf/cm2
Other Properties for Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	100	kgf/cm2
	Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>	
	Shear Strength Reduction Factor		

- **Definición de los elementos**

Se procedió a definir la sección del cimiento corrido como elemento “Mat”, considerando un peralte mínimo  $h_z=60$  cm, como indica la norma E.080, con ancho de base de 70 cm para los muros exteriores y de 60 cm para los muros interiores, con los cuales cumplió lo estipulado por la norma; resultado que las cargas de la edificación fueron menores a la presión admisible del suelo.

**Figura 63**

*Definición de elementos en el programa "Safe"*



- **Definición de la resistencia del suelo**

Se procedió a definir la capacidad admisible que tendrá el suelo frente a las cargas de la cimentación. Asignando el módulo de reacción del suelo, también conocido como Coeficiente de Balasto o Coeficiente de Winkler, según la capacidad portante del suelo, en este caso para un valor de  $q_a=0.62$  kg/cm<sup>2</sup> se obtiene un coeficiente de balasto de 1.52 kg/cm<sup>3</sup>.



**Figura 64**

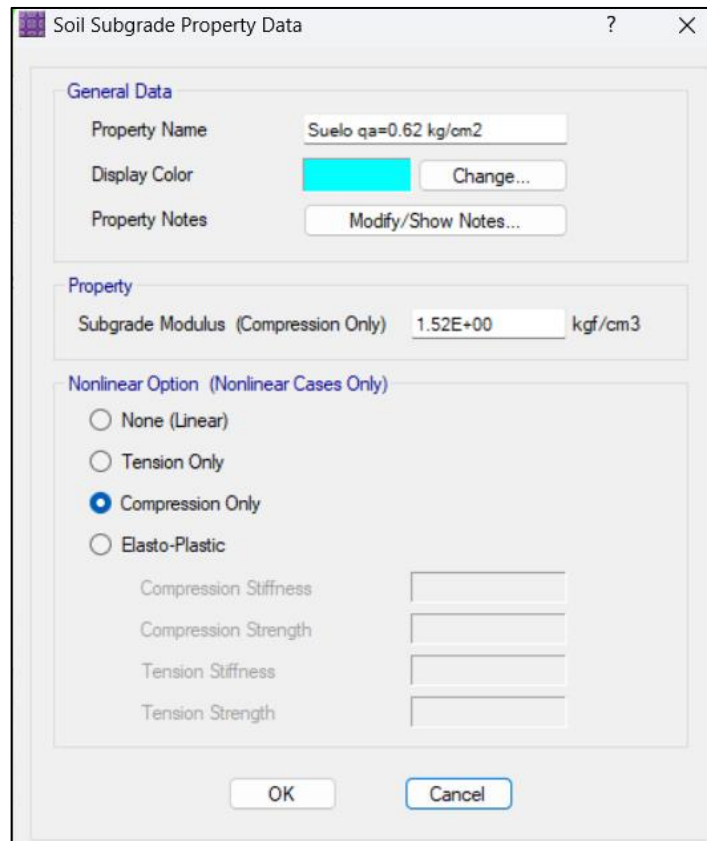
*Coefficientes de balasto para "Safe"*

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

*Nota.* Tabla de coeficiente de balasto, proporcionada por el grupo CSI; desarrollador del programa Safe, Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/59966677/modulo-de-balasto>

**Figura 65**

Asignación del coeficiente de balasto en el programa "Safe"



- **Definición de las combinaciones de diseño**

Se estableció las combinaciones de servicio con el propósito de determinar que el esfuerzo actuante sea inferior o igual al esfuerzo admisible del suelo ( $\sigma_{act} \leq \sigma_{adm}$ ).

Las combinaciones de cargas empleadas fueron las cargas de gravedad incluyendo el las cargas sísmicas:

$$CS1 = CM + CV$$

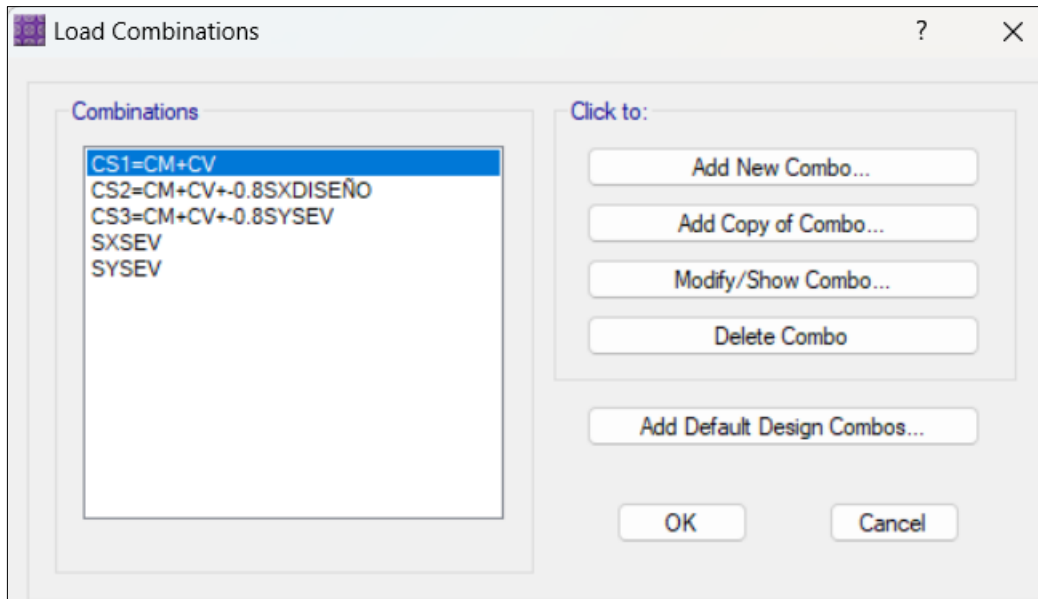
$$CS2 = CM + CV \pm 0.8 SXDISEÑO$$

$$CS3 = CM + CV \pm 0.8 SYDISEÑO$$

Los esfuerzos Sísmicos se redujeron un 80% debido a que se exportaron cargas sísmicas estáticas. Con ello se obtuvieron la verificación de esfuerzos y asentamientos del suelo. El análisis se realizó teniendo en cuenta la carga de servicio y la verificación por cargas de Sismo. Según la norma E.060 del RNE, la presión admisible del suelo puede incrementare en 30%, esto es aplicable para casos de carga que incluyen efectos del sismo.

**Figura 66**

*Combinación de servicios en "Safe"*



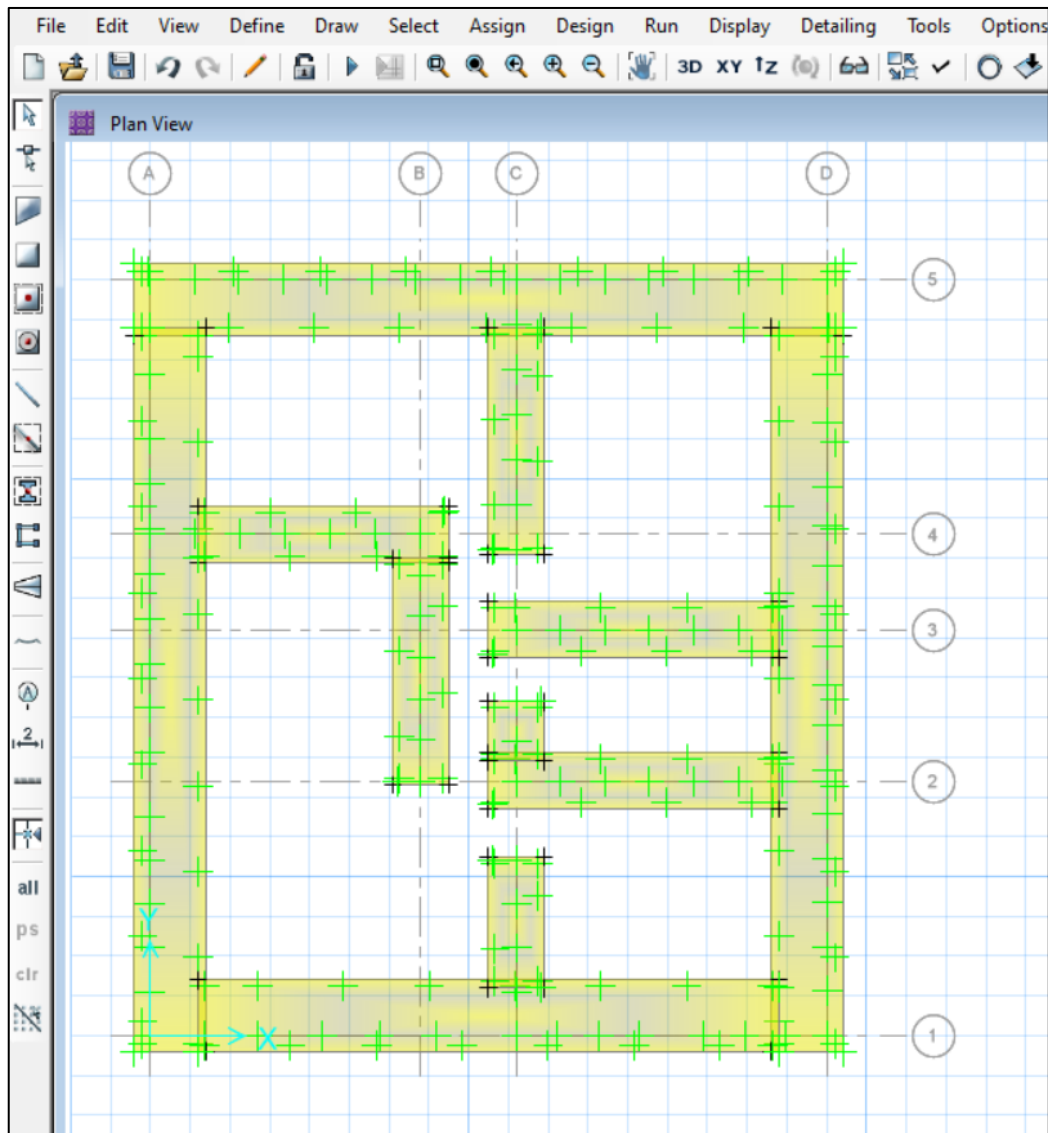
- **Modelado de la cimentación**

Para realizar el modelado de los cimientos corridos, se predimensionó un ancho B Inicial B=60 cm como establece la normativa E.080. Sin embargo con esta dimensión, los esfuerzos actuantes en los tramos de muros más críticos (muros exteriores) resultaban mayores que los admisibles, es por ello que se incrementó a 70 cm para muros exteriores, y se mantuvo el ancho de cimentación de 60 cm para muros interiores, con el que se cumplió la condición de diseño.

En la siguiente figura se muestra la creación del modelo en el programa safe.

**Figura 67**

*Creación del modelo de la cimentación en "Safe"*



- **Asignación de las cargas**

Se asignó la capacidad portante del terreno, como apoyo o soporte de los cimientos corridos modelados. Luego también con la finalidad de ser más precisos en el diseño, se incorporó las cargas adicionales como el peso del sobrecimiento ( $h=0.3$  m), y la carga viva para el piso.

Se asignó las cargas promedio del sobrecimiento con concreto ciclópeo  $Y_c=2$  ton/m<sup>3</sup>,

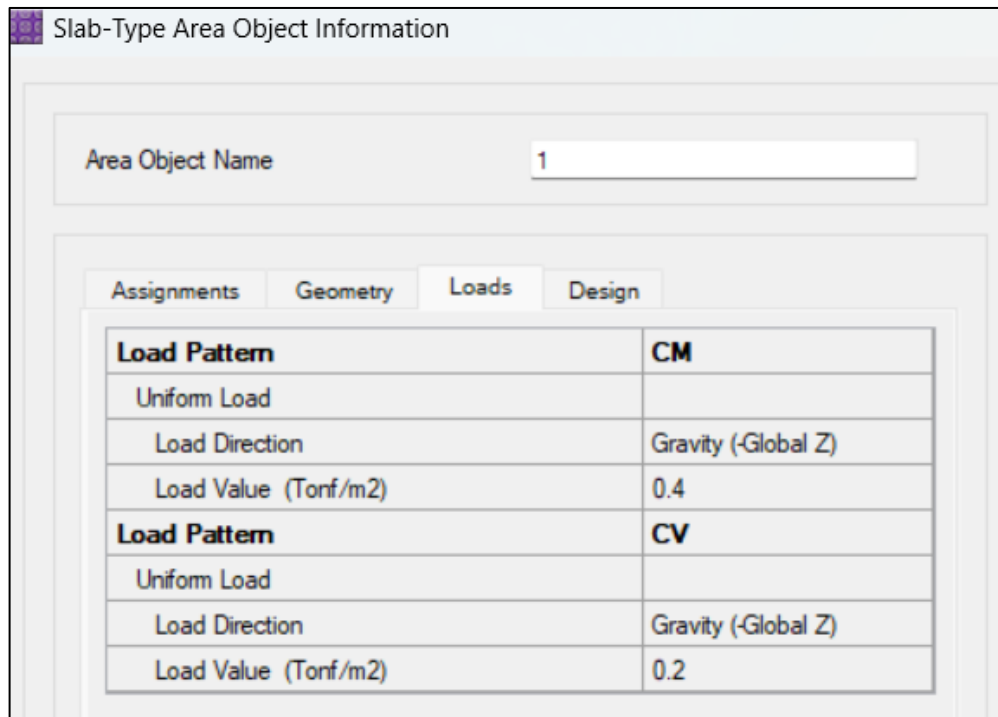
$$CM = 2.0 * 0.20 = 0.40 \text{ ton/m}^2$$

Se consideró también la carga viva en el piso del edificio destinado a vivienda.

$$CV = S/C = 0.20 \text{ ton/m}^2$$

**Figura 68**

*Asignación de cargas adicionales en "Safe"*



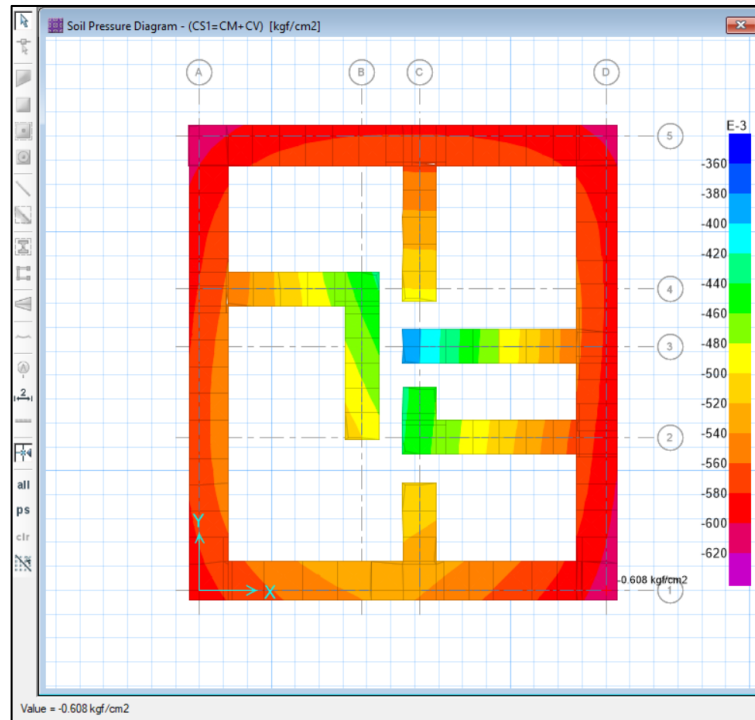
- **Verificación de esfuerzos en el terreno**

De los diagramas se aprecia que la presión máxima en el punto más crítico sobre el terreno se da por la combinación de carga de servicio 1 (CS1)  $\sigma_{MAX}=0.601 \text{ kg/cm}^2$ ; menor a la capacidad de soporte del suelo, que es de  $0.62 \text{ kg/cm}^2$ . Determinando así el dimensionamiento de la cimentación que es de  $B=70 \text{ cm}$  en los muros exteriores y  $B=60 \text{ cm}$ ; en los muros interiores de la vivienda, con una profundidad de cimentación de  $H_f=60\text{cm}$ .

Con los resultados de este diseño, se realizó el dibujo de los planos de cimentación de la edificación, ver plano en Anexo 05.

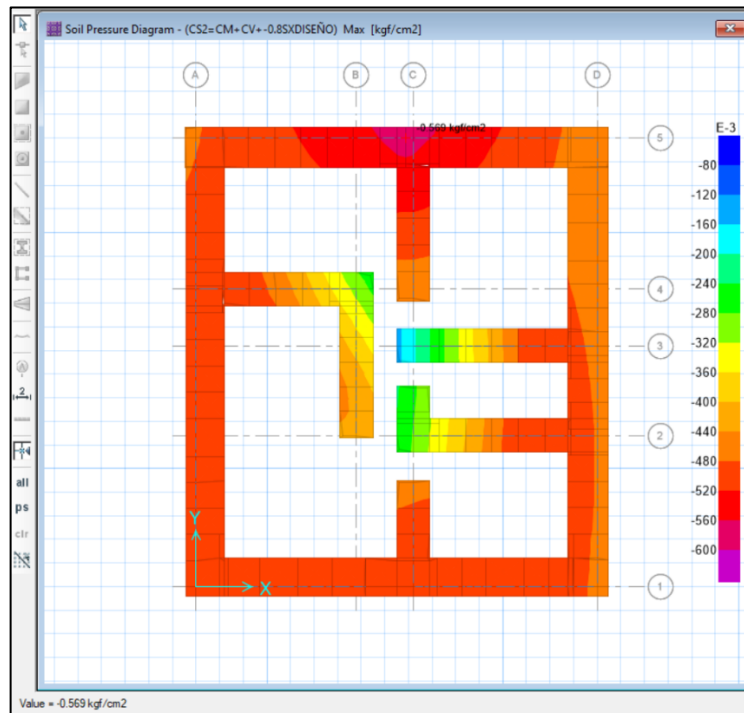
**Figura 69**

*Diagrama de presiones por  $CS1=CM+CV$*



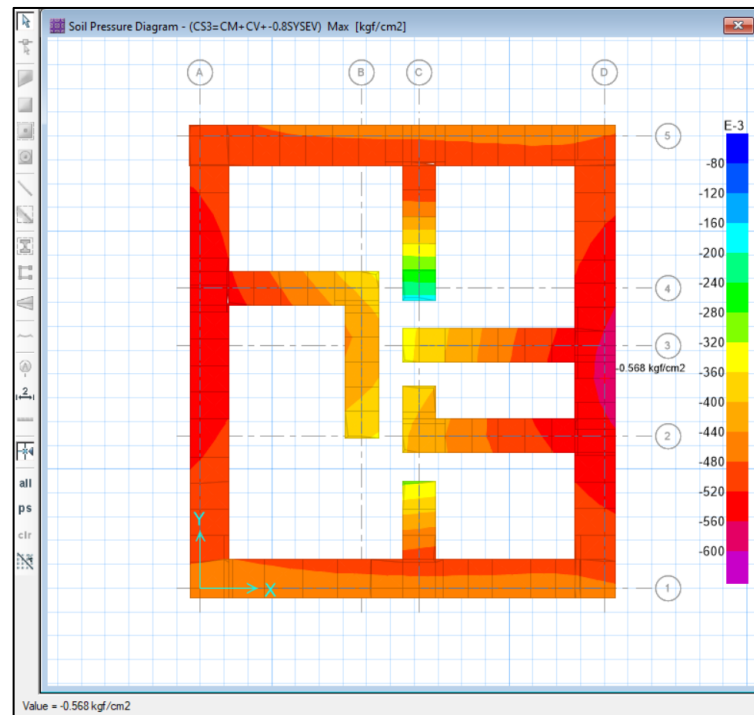
**Figura 70**

*Diagrama de presiones por  $CS2=CM+CV+0.8SXDISEÑO$*



**Figura 71**

*Diagrama de presiones por  $CS3=CM+CV+0.8SYDISEÑO$*



### III. RESULTADOS

#### 3.1 Pruebas de campo

**Tabla 92**

*Resultados de pruebas de campo*

CALIDAD DE SUELO			
PRUEBA	CANTERA		
	N°1	N°2	N°3
CINTA DE BARRO	Regular	Bueno	Malo
PRESENCIA DE ARCILLA	Malo	Bueno	Regular
SEDIMENTACIÓN	Malo	Bueno	Regular

Con la realización de las pruebas de campo para obtener la mejor cantera para la elaboración de los especímenes BTA, Se determinó que el suelo de mejor calidad de las tres canteras elegidas, fue la cantera N°2, Teniendo esta mayor presencia de arcilla (ideal para edificar con tapias) calificado como bueno en una escala de bueno, malo y regular, del cual se procedió a obtener una muestra de ella para su estudio y caracterización el laboratorio de mecánica de suelos.

#### 3.2 Ensayo de mecánica de suelos

Las muestras ensayado en laboratorio se han clasificado de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S), bajo la norma A.S.T.M 2487.

**Tabla 93**

*Resumen de ensayos estándar de mecánica de suelos*

CALICATA	C-1	C-2
MUESTRA	M-1	M-1
Objetivo de estudio	Caracterización de especímenes	Cimentación de vivienda modelo
Profundidad (m)	0.20-1.50	0.20-3.00
% Pasa Tamiz N°4	86.8	76.47
% Pasa Tamiz N°200	16.4	4.7
Limite líquido (%)	36.75	25.5
Limite Plástico (%)	20.7	NP
índice de plasticidad (%)	16.1	NP
Contenido de Humedad (%)	11.31	15.83



Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.75
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC	SP

**Tabla 94**

*Resumen de ensayo especial de Proctor Modificado por el método A*

MUESTRA DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )
M-1 + 0%CaO	12.8	1.582
M-1 + 5%CaO	13.25	1.618
M-1 + 10%CaO	13.23	1.52
M-1 + 15%CaO	12.7	1.48

*Nota.* Las muestras M-1, representa el suelo extraído de la cantera N°2, seleccionada mediante pruebas de campo.

**Tabla 95**

*Resumen de ensayo especial de Corte Directo*

N° CALICATA	ENSAYO	ÁNGULO DE FRICCIÓN	COHESIÓN KG/CM <sup>2</sup>	COHESIÓN KPA
C-2	CORTE DIRECTO	22.70°	0.15	14.709

*Nota.* La calicata C-2, se realizó con fines de cimentación para la estructura en estudio.

### 3.3 Pruebas físico-mecánico de las muestras

**Tabla 96**

*Resumen de ensayo físico de densidad de muros BTA*

Lote experimental	Densidad Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )	Desviación estándar	Coefficiente de variación
BTA + 0% CaO	1994.85	35.15	1.76
BTA + 5% CaO	2010.47	<b>29.87</b>	1.49
BTA + 10% CaO	1998.82	<b>23.1</b>	<b>1.16</b>

*Nota.* La nomenclatura BTA + el porcentaje de CaO, hace referencia a los bloques de tierra apisonada (especímenes) en los 3 niveles de adicción de óxido de calcio.

**Tabla 97***Resumen de ensayo mecánico de compresión axial de muros BTA*

Descripción	Resistencia a compresión axial promedio $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar ( $\sigma$ )	Coefficiente de variación (%)	Resistencia Característica a la compresión Axial $f'_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
BTA AL 0% DE "CaO"	6.51	0.30	4.64	<b>6.21</b>	<b>9547.28</b>
BTA AL 5% DE "CaO"	8.44	0.43	5.15	<b>8.00</b>	<b>10963.77</b>
BTA AL 10% DE "CaO"	6.74	0.30	4.44	<b>6.44</b>	<b>9751.51</b>

**Tabla 98***Resumen de ensayo mecánico de compresión diagonal de muros BTA*

Descripción	Resistencia a compresión diagonal promedio $V_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar ( $\sigma$ )	Coefficiente de variación (%)	Resistencia Característica a la compresión Diagonal $V'_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
BTA AL 0% DE "CaO"	0.48	0.02	4.79	<b>0.46</b>
BTA AL 5% DE "CaO"	0.60	0.03	4.69	<b>0.57</b>
BTA AL 10% DE "CaO"	0.53	0.30	6.05	<b>0.49</b>

**3.4 Resultados del Modelado y Análisis sísmico estático-dinámico de la vivienda.**

- **Obtención de la cortante basal estática**

**Tabla 99***Resumen de resultado de la cortante basal estática del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO)*

Cortante basal estática	
Z	0.25
U	1

C	2.5
S	1.2
R	3
P	142.8926 ton
<hr/>	
$V_{\text{estática}} (X-X \text{ e } Y-Y) =$	<b>35.723 ton</b>

**Tabla 100**

*Resumen del resultado de la cortante basal estática del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

<b>Cortante basal estática</b>	
Z	0.25
U	1
C	2.5
S	1.2
R	3
P	143.9555 ton
<hr/>	
$V_{\text{estática}} (X-X \text{ e } Y-Y) =$	<b>35.989 ton</b>

- **Obtención de las derivas de entrepiso**

**Tabla 101**

*Resumen del resultado del control de derivas del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO)*

<b>Control de derivas</b>		
Nivel	Deriva X-X	Deriva Y-Y
Nivel de tímpano	<b>0.000041</b>	<b>0.001929</b>
Nivel 1	<b>0.002062</b>	<b>0.000779</b>

**Tabla 102**

*Resumen del resultado del control de derivas del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

<b>Control de derivas</b>		
Nivel	Deriva X-X	Deriva Y-Y
Nivel de tímpano	<b>0.000037</b>	<b>0.001686</b>
Nivel 1	<b>0.001812</b>	<b>0.000700</b>

- **Obtención de la cortante dinámico y la cortante de diseño**

**Tabla 103**

*Resumen del resultado del cortante dinámico y cortante de diseño del modelo con albañilería de tapial típico (0% CaO)*

<b>Cortante de diseño XX-YY</b>		
	V dinámico (ton)	V DISEÑO (ton)
DIRECCIÓN X- X	<b>10.28</b>	<b>28.578</b>
DIRECCIÓN Y- Y	<b>10.41</b>	<b>28.578</b>

**Tabla 104**

*Resumen del resultado del cortante dinámico y cortante de diseño del modelo con albañilería de tapial estabilizado con 5% de CaO*

<b>Cortante de diseño XX-YY</b>		
	V dinámico (ton)	V DISEÑO (ton)
DIRECCIÓN X- X	<b>10.45</b>	<b>28.791</b>
DIRECCIÓN Y- Y	<b>10.37</b>	<b>28.791</b>

- **Resultados del diseño estructural**

Como resultado del diseño estructural de los muros portantes de tapial típico; sin adición de CaO, se obtuvo que el diseño no cumple en su totalidad para un ancho de muro de  $e=40$  cm, puesto que, en cuanto a la resistencia a la fisuración por sismo moderado, el

diseño cumple. Sin embargo, ante un sismo severo, los muros MY-5 y MY-7 presentan una falla frágil. Por su parte, como resultado para el diseño del muro con mampostería de tapial estabilizado con 5% de CaO, se obtuvo que el diseño cumple satisfactoriamente para un ancho de muro de  $e=40$  cm, presentando una buena resistencia a la fisuración por sismo moderado y óptima resistencia ante un sismo severo analizada con el espectro de respuesta establecida por la norma E.030 del RNE.

Así también se realizó el diseño de la cimentación para la vivienda con mampostería de tapial estabilizada con 5% de CaO, obteniendo el ancho de cimentación de  $B=70$  cm para todos los muros exteriores y un ancho  $B=60$  cm para los muros interiores, con una profundidad de desplante de  $H_f=60$  cm. Cumpliendo con lo establecido en la norma E.080 del RNE, en el cual nos establece un ancho mínimo de cimentación que de  $B=60$  cm y  $D_f=60$ cm, para muros de tapial y adobe.

Con los valores de diseño obtenidos se elaboró los planos de la vivienda, que se muestra en el Anexo 05.

#### IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados encontrados mediante el desarrollo de la presente investigación, aceptamos la hipótesis planteada, estableciendo que mediante el modelado sísmico de una vivienda de un nivel, con mampostería de tapial estabilizado con óxido de Calcio (CaO); el comportamiento de la estructura es admisible, obteniendo derivas ( $X = 0.001812$ ,  $Y = 0.001686$ ); menores a lo establecido por la norma E.030 del RNE ( $X, Y = 0.005$ ) para este tipo de sistema estructural, esto se obtuvo mediante la adición de Oxido de Calcio a un suelo caracterizado como Arana-Arcillosa mediante la mecánica de suelos, en un porcentaje respecto a la mezcla del 5%, A su vez es admisible en comparación con los valores de las derivas obtenidas con el análisis del modelo de la albañilería de tapial típica (sin adición de CaO), donde se obtuvo derivas ( $X = 0.002062$ ,  $Y = 0.001929$ ); menores también a los establecidos por la norma E.030 pero mayores con respecto al modelo con muros de tapial estabilizado con 5% de CaO.

De ese modo se determinó que la resistencia mecánica para la albañilería de tapial más óptima se obtiene con 5% de adición de CaO; porcentaje en peso respecto a la mezcla, obteniendo una resistencia a la compresión axial ( $F'm$ ) de los muros de tapial de  $8 \text{ kg/cm}^2$  y resistencia a compresión diagonal ( $V'm$ )  $= 0.57 \text{ kg/cm}^2$ . Estos valores cumplen con lo estipulado en las normas del RNE, concretamente con la resistencia mecánica a la compresión axial y diagonal; que establece la normativa E.080; valores mínimos para tapias típicas sin adición de ningún elemento; de  $6.12 \text{ kg/cm}^2$  y  $0.25 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

Estos resultados tienen similitud con lo que determinó Ramírez Vásquez (2019), que luego de elaborar y ensayar unidades de albañilería de suelo-cemento, añadiendo 19% de cemento en relación al peso de la mezcla obtuvo valores favorables de resistencia mecánica; con el cual, realizó un modelado sísmico de una vivienda también de un solo nivel, con dichas características, obteniendo derivas ( $X = 0.004315$ ,  $Y = 0.003262$ ), también dentro del rango permisible que establece el RNE para el sistema estructural de albañilería con muros portantes.

En cuanto a la caracterización del suelo como materia prima para la elaboración de las muestras BTA en sus distintos porcentajes de adición de CaO (0%, 5%, 10% y 15%) respecto a la muestra, se determinó que el mejor suelo para realizar los tapias es un suelo caracterizado como Arena-Arcillosa (SC) según la clasificación SUCS, Lo cual tiene un parecido con lo estudiado por Malca Díaz (2020), que en su investigación para

encontrar la resistencia mecánica y térmica de los tapias con adición de fibra de “stipa ichu” obtuvo un suelo Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL) según la clasificación SUCS. Sin embargo en la investigación realizada por Quispe Guerrero (2019), obtuvo una clasificación de suelo SUCS, determinando un Limo Inorgánico de baja plasticidad (ML). Sin embargo, en el desarrollo de cada una de las investigaciones, teniendo como objetivo común, la búsqueda de un tapial mejorado con valores de resistencia mecánica mucho mayores, cada tipo de suelo en combinación con los distintos estabilizantes añadidos para el cumplimiento de tales objetivos, tuvieron mejoras considerables en cuanto a dichas resistencias mecánicas. En ese contexto los resultados de los ensayos mecánicos como la resistencia a compresión axial de los muretes de tapial estabilizado con CaO; difieren en valores considerables, con los encontrados por éstos mismos autores como el de ; Malca Días (2020), que obtuvo tapias mejoradas o estabilizadas con la adición de “Stipa Ichu”, que alcanzaron valores de resistencia mecánica a la compresión axial de 18.18 kg/cm<sup>2</sup> al añadir 2% de fibra “Stipa Ichu” en muestras de 10x10x10 cm, de igual modo Quispe Guerrero (2019), Encontró el valor más elevado de resistencia axial característica en los especímenes de tapial de dimensiones de 10 x 10 x 10 cm siendo; 14.13 kg/cm<sup>2</sup>, al añadir 15% de adición de fibra de caña de azúcar. Así mismo, Bringas Segura & Ruiz Castillo (2020) en su investigación “Influencia del uso de la goma natural de “cordia lutea” en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado cungunday, distrito de charat (Otuzco)” obtuvo valores de resistencia a compresión de 47 kg/cm<sup>2</sup> al añadir 10% de “cordia lutea” en especímenes de 10 x10 x15 cm.

Sin embargo existe una similitud con los resultados de la investigación de Chuqui Paucar & Challco Ruelas (2018), quien determinó en su investigación “Evaluación de las propiedades mecánicas de muros tipo tapial para viviendas económicas con presencia de hiladas de mortero de cemento – arena, en la A.P.V. Ayuda Mutua, 2017” que la resistencia característica promedio a compresión axial de las pilas de tapial reforzado, obtenidas al ensayar especímenes de 30x40x15 cm es de 6.97 Kg/cm<sup>2</sup>. De todo ello se puede inferir que la resistencia mecánica de las muestras depende mucho de la cantidad de material estabilizante añadido además de ser inversamente proporcional a las dimensiones del espécimen a ensayar.

Cabe mencionar que en la presente investigación inicialmente se elaboraron 4 lotes de especímenes, de los cuales posterior al secado, uno de los lotes conformado por las muestras BTA estabilizadas con 15% de CaO se invalidó; debido a que todos presentaron

fallas por fisurado, aludiendo ello a las propiedades netas del estabilizante CaO, que al ser un factor que proporciona cohesión a la estructura de la muestra y reduce significativamente las partículas internas del suelo, puede generar retracción por secado como lo indicaba A.Sánchez et al., (1996) , que la retracción genera tensiones internas causada por la evaporación del agua o la humedad de la mezcla, y debido a la plasticidad que posee, puede originar desde la reducción de volumen hasta la fisuración.



## V. CONCLUSIONES

En esta investigación se realizó el modelado sísmico de una vivienda con mampostería de tapial estabilizado con óxido de calcio (CaO); obteniendo una respuesta admisible verificada mediante el control de derivas ( $X = 0.001812$ ,  $Y = 0.001686$ ); menores a lo establecido por la norma E.030 del RNE ( $X$ ,  $Y = 0.005$ ) para este tipo de sistema estructural. Estos valores se obtuvieron al emplear el material prima (suelo) estabilizado con 5% de CaO con respecto a la mezcla.

En la primera etapa de esta investigación se efectuó una correcta selección de suelos para la elaboración de las muestras de ensayo (BTA); mediante tres pruebas de campo; siendo éstas: pruebas de arcilla, cinta de barro y de sedimentación; realizado en tres canteras distintas (Cantera N°1, N°2 y N°3), consiguiendo seleccionar a la cantera N° 2 como la cantera más óptima, que cumplía los parámetros de cada prueba de campo. De esta cantera seleccionada se obtuvo una muestra de suelo con la realización de una calicata (Cal-1), y se le realizó el análisis de mecánica de suelos, efectuando ensayos de Análisis granulométrico por tamizado, Límites de plasticidad, Densidad aparente del suelo, Proctor modificado y adicionalmente el ensayo de Corte directo para la muestra de suelo de la calicata N°2, para obtener la capacidad portante del suelo de cimentación de la vivienda modelo.

En la segunda etapa de la investigación se elaboró 4 lotes de especímenes de mampostería de tapial; bloques de tierra apisonada BTA de dimensiones 40 x 40 x 15 cm con adición de óxido de calcio en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10% y 15% respecto a la mezcla, apoyándonos con los datos y valores del ensayo de mecánica de suelo, como el ensayo de Proctor modificado; con el que se determinó el contenido óptimo de humedad para la elaboración de cada uno de las muestras de los lotes experimentales.

En la tercera etapa, se efectuó los ensayos físico-mecánicos de las muestras elaboradas, a los 28 días de secado de las muestras, determinando así el lote experimental con mayor resistencia axial ( $f'm$ ) y diagonal ( $V'm$ ) de los muros de tapial estabilizados con óxido de calcio, del cual se obtuvo los valores de resistencia más favorables al adicionar 5% de CaO con respecto a la mezcla.

En la última etapa de la investigación, la cual fue el objetivo principal, que fue realizar el modelado sísmico de la vivienda mediante el software Etabs V.20, luego de la verificación de las derivas, se obtuvo los cortantes de diseño y el peso sísmico de la edificación, con lo cual se procedió a diseñar el ancho de los muros para el cual el efecto

del sismo moderado y el sismo severo no generen grandes deformaciones ni agrietamientos de los muros. De igual modo se realizó el diseño de la cimentación mediante el software Safe, determinando que los esfuerzos actuantes de la estructura no sean mayores que el esfuerzo admisible del suelo de la cimentación.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de los especímenes se recomienda el uso de tierra Arena-Arcillosa (SC), Sin embargo, cuando se requiere hacer un mejoramiento o estabilizar con CaO, se recomienda emplear el 5% de CaO, ya que para este tipo de suelo, si se aumenta demasiado la plasticidad al agregarle CaO, en lugar de dotarle de mayor resistencia mecánica, aumentará el riesgo de fisuración al secarse.
- Antes de elaborar las muestras, se recomienda mezclar los materiales cuidadosamente, por 10 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea que nos garantice una correcta distribución de todas las partículas en los especímenes.
- Se recomienda que, al elaborar las muestras, se tenga bastante cuidado con la forma de compactación, y en función a la energía, determinar la cantidad de golpes que se debe aplicar por capas para obtener una mejor densidad del espécimen.
- Se recomienda realizar más investigaciones con otro tipo de estabilizadores para el tapial, para lograr un mejor efecto de resistencia, que pueda proporcionar una mejor capacidad de carga tanto axial como diagonal. Así mismo se recomienda realizar un análisis sísmico de viviendas en diferentes condiciones de distribución en planta y en altura para estimar sus desplazamientos.
- Se recomienda realizar los ensayos de  $F'_m$  y  $F'_v$ , en bloques o muestras de tamaños mayores y más esbeltos, ya que como se menciona en las discusiones, la resistencia mecánica de las muestras está muy relacionada a sus dimensiones. Ya que lo que busca es obtener mayor resistencia mecánica que represente y se materialice en la construcción de viviendas tapial.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2019). *NORMA ACI 318S-19*.
- Arévalo-Chávez, P., Cruz-Cárdenas, J., Maldonado, G., Palacio-Fierro, A., Bonilla-Bedoya, S., Bastidas, A., Guadalupe, J., Zapata, M., Jadan-Guerrero, J., Arias-Flores, H., Ramos, C., Patricio, G., Chávez, A., & Ramos-Galarza, C. (2020). *Actualización en metodología de la investigación científica*.
- A.Sánchez, J., Barrios, J., Barrios, ángela, & De Arellano Agudo, A. R. (1996). *La retracción en los morteros de cal*.  
<https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/download/511/559>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2001). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. [https://reconstruir.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/manual\\_rehabilitacion\\_viviendas\\_adobe\\_y\\_tapia\\_ais.pdf](https://reconstruir.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/manual_rehabilitacion_viviendas_adobe_y_tapia_ais.pdf)
- Barros, L. P., & Imhoff, F. A. (2010). Resistencia sísmica del suelo-cemento post tensado en construcciones de baja complejidad geométrica. *Revista de la construcción*, 9(2), 26-38. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2010000200004>
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de Investigación Científica para ingenieros* (p. 38) [Monografía].  
[https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Bringas Segura, A. A., & Ruiz Castillo, M. L. (2020a). Influencia del uso de la goma natural de cordia lutea en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado cunday, distrito de charat (Otuzco).

*Universidad Privada Antenor Orrego.*

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6478>

Bringas Segura, A. A., & Ruiz Castillo, M. L. (2020b). Influencia del uso de la goma natural de cordia lutea en la resistencia a compresión, módulo de elasticidad y succión del tapial en el centro poblado cunday, distrito de charat (Otuzco).

*Universidad Privada Antenor Orrego.*

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6478>

Chuqui Paucar, W., & Challco Ruelas, R. A. (2018a). Evaluación de las propiedades mecánicas de muros tipo tapial para viviendas económicas con presencia de hiladas de mortero de cemento – arena, en la A.P.V. Ayuda Mutua, 2017.

*Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.*

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3489>

Chuqui Paucar, W., & Challco Ruelas, R. A. (2018b). Evaluación de las propiedades mecánicas de muros tipo tapial para viviendas económicas con presencia de hiladas de mortero de cemento – arena, en la A.P.V. Ayuda Mutua, 2017.

*Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.*

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3489>

Dawood, A. O., Mussa, F. I., Khazraji, H. A., Ulsada, H. A. A., & Yasser, M. M. (2021). Investigation of Compressive Strength of Straw Reinforced Unfired Clay Bricks For Sustainable Building Construction. *Civil and Environmental Engineering*, 17(1), 150-163.

Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación*. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_E\\_G\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_E_G_MAI_UC0584_2018.pdf)

- Malca Díaz, A. (2020). Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54250>
- MTC. (2016). *Manual de ensayo de Materiales*. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- Muentes Alvarado, J. L. (2016). *Optimización En El Uso De Adobe Sismo Resistente, Como Material Constructivo Para Viviendas Familiares De Bajo Costo*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16708>
- Neves, C., & Obede Borges, F. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Feb-Unesp.
- Quispe Guerrero, O. (2019). Características mecánicas de tapial elaborados con fibras de caña de azúcar, distrito de Bagua Grande, región Amazonas en el 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49372>
- Ramírez Vásquez, W. (2019). Modelamiento sísmico de una vivienda, en base a unidades de albañilería de suelo cemento en la villa San Juan, Magdalena -Amazonas-2017. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2359>
- Ríos Saucedo, J. C., Rubilar Pons, R., Cancino Cancino, J., Acuña Carmona, E., Corral Rivas, J. J., Rosales Serna, R., Ríos Saucedo, J. C., Rubilar Pons, R., Cancino Cancino, J., Acuña Carmona, E., Corral Rivas, J. J., & Rosales Serna, R. (2018). Densidad básica de la madera y poder calorífico en vástagos de tres cultivos dendroenergéticos. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(47), 253-272. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.157>

- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 175-195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Tantaleán Altamirano, C. J. J. C. (2018). *Desarrollo de un diseño estructural por esfuerzos de trabajo (DET) en viviendas de tapial de 1 piso*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12810>
- Tejada Schmidt, U., Mendoza García, A., & Torrealva Dávila, D. (2016). *Uso del tapial en la construcción*.
- Valqui Vargas, E., & Lozada Mas, L. E. (2019). *Bloques de colpar confinado con Gynerium sagittatum como alternativa para disminuir riesgos sísmicos*. 239.

## VIII. ANEXOS

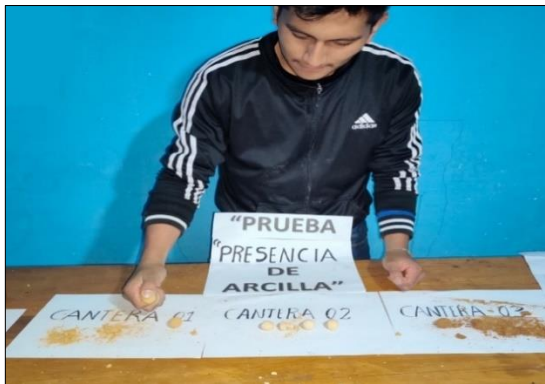
### ANEXO 1.-Panel Fotográfico



**Fotografía 01.-** Se observa el desarrollo de las pruebas de campo (Prueba cinta de barro)



**Fotografía 02.-** Se observa el desarrollo de las pruebas de campo (Prueba de sedimentación)



**Fotografía 03.-** Se observa el desarrollo de las pruebas de campo (Prueba presencia de arcilla)



**Fotografía 04.-** Se observa la extracción de la muestra para su caracterización mediante EMS



**Fotografía 05.-** Se observa la realización de la calicata para su EMS con fines de cimentación



**Fotografía 06.-** Se observa la ubicación de la cantera N°2





**Fotografía 07.-** Se observa el tamizado de la muestra en el EMS



**Fotografía 08.-** Se observa el desarrollo del ensayo de análisis granulométrico



**Fotografía 09.-** Se observa el secado de la muestra en el EMS



**Fotografía 10.-** Se observa el desarrollo del ensayo de límites de plasticidad



**Fotografía 11.-** Se observa el secado de las taras para determinar los contenidos de humedad de las muestras.



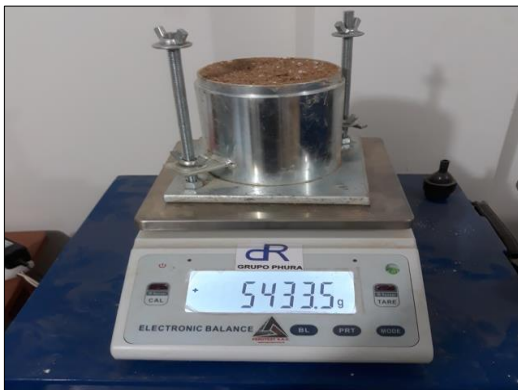
**Fotografía 12.-** Se observa el desarrollo del ensayo Proctor modificado



**Fotografía 13.-** Se observa la mezcla de suelo con adición de CaO para realizar el ensayo Proctor.



**Fotografía 14.-** Se observa el secado de las taras para determinar los contenidos de humedad de las muestras en el ensayo Proctor.



**Fotografía 15.-** Se observa el pesaje del molde y el suelo compactado (ensayo Proctor)



**Fotografía 16.-** Se observa el mezclado de Suelo y CaO para la elaboración de los especímenes BTA



**Fotografía 17.-** Se observa el montaje de los moldes para la elaboración de los especímenes BTA



**Fotografía 18.-** Se observa la elaboración de las muestras BTA



**Fotografía 19.-** Se observa el proceso de secado de las muestras elaboradas



**Fotografía 20.-** Se observa la fisuración presentada de los especímenes del lote experimental con 15% de adición de CaO



**Fotografía 21.-** Se observa el espécimen en buen estado típico que contiene CaO en un 5%



**Fotografía 22.-** Se observa el etiquetado y pesaje de las muestras BTA




**Fotografía 23.-** Se observa el desarrollo del ensayo mecánico de compresión axial de las muestras (F'm)



**Fotografía 24.-** Se observa el desarrollo del ensayo mecánico de compresión diagonal de las muestras (V'm)

**ANEXO 02.-Resultados del análisis de mecánica de suelos**

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"	Fecha: ENERO - 2024
	CODIGO DE ESTUDIO Nº 660 "LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI	ANEXOS

# ANEXO II

## ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR

# GRUPO PHURA

Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TAMBARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO PHURA

-2- Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215

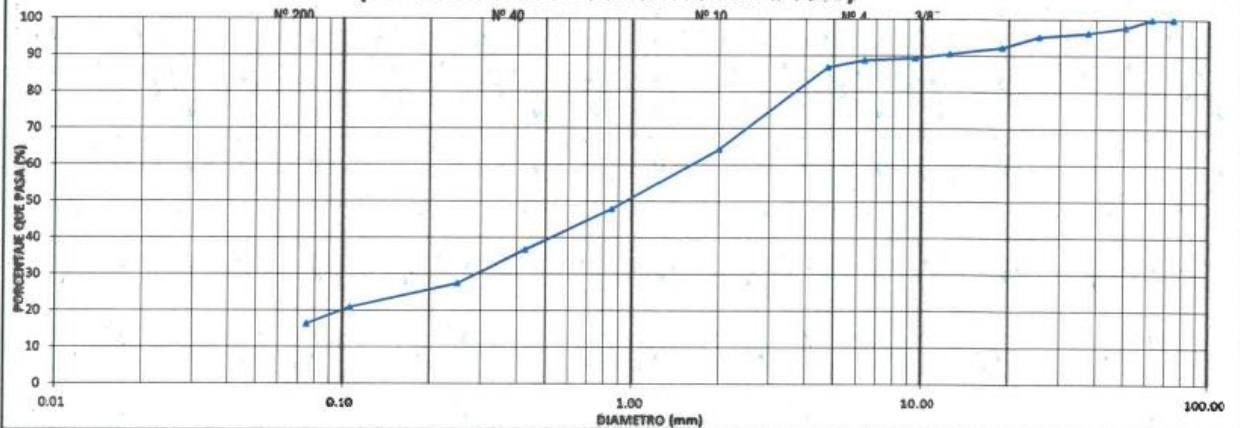
tel: 973896022 - 996923590

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de Suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.</b>			<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"			<b>JEFE DE CALIDAD</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			<b>TEC. LAB :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMS SALÓN CHOCTALIN			<b>ASISTENTE:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	C - 01	<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>TESIS</b>	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 1.50 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1			<b>FECHA :</b>	04 DE DICIEMBRE DEL 2023
				<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>SC</b>
				<b>NORMA A.S.T.M. D 2487</b>	

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 6913**  
**METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
 EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES E 304

	TAMIZ		P.NET PARCIAL	P.NET ACUMULADO	% PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETENIDO ACULATIVO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCIÓN GRUESA	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	20446.0		
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.80	416.5	416.5	2.3	2.3	97.7	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCIÓN FINA	31.9		
	1 1/2"	37.50	394.0	882.5	1.4	3.7	96.3				
	1"	25.40	184.0	876.5	1.1	4.8	95.2	MUESTRA TOTAL SECA			
	3/4"	19.00	643.0	1419.5	3.0	7.7	92.3	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr) ENTRE (a N° 10 Y a N° 200)		405.7	
	1/2"	12.50	321.5	1741.0	1.8	9.5	90.5	PESO TOTAL MUESTRA SECA a N° 4 (gr)			2424.5
	3/8"	9.50	218.0	1959.0	1.2	10.7	89.3	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		30368.5	
	1/4"	6.35	106.0	2065.0	0.6	11.2	88.8	ANALISIS FRACCIÓN GRUESA			
	N° 4	4.75	359.5	2424.5	2.0	13.2	86.80	TOTAL	W G =		2425
FRACCIÓN FINA	N° 10	2.00	129.5	6555.8	22.5	35.7	64.3	ANALISIS FRACCIÓN FINA			
	N° 20	0.85	94.8	9573.2	16.4	52.1	47.9	% QUE PASA		MALLA N°4	86.80
	N° 40	0.43	64.3	11823.9	11.2	63.3	36.7	FRACCIÓN SECA		S =	500.0
	N° 60	0.25	59.2	13320.6	9.2	72.6	27.5				
	N° 140	0.106	37.8	14527.8	6.6	79.1	20.9				
	N° 200	0.08	36.2	15361.7	4.5	83.6	16.4				
PASA LA N° 200	--	94.3	18368.0	16.4	100.0						
TOTAL			18368.0								

**(CURVA GRANULOMETRICA A.S.T.M. D 6913)**




D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

**OBSERVACIONES:** LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGUN LA NORMA ( A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARENOSO ARCILLOSO  
**NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO** MTC E 205 - MTC E 203 - NTP 400.022 - MTC E 201 - ASTM C 128 - AASTHD T84 - ASTM C 128

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS		<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALON CHOCTALIN		<b>ASIS. DE LAB.:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	1	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	<b>TESIS</b>	<b>PROFUNDIDAD :</b> 0.20 m. A 1.50 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		<b>FECHA :</b>	DE DICIEMBRE DEL 20
				<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> NORMA A.S.T.M. D 2487
				<b>SC</b>

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

<b>CALICATA :</b>	1		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W (tara + M.Húmeda) gr	205.18	201.98	202.15
W (tara + M Seca) gr	185.03	184.96	185.20
W agua (gr)	20.15	17.02	16.93
W tara (gr)	25.50	26.04	25.50
W Muestra Seca (gr)	159.53	158.92	159.70
W(%)	12.63%	10.71%	10.60%
<b>W (%) Promedio :</b>	11.31%		

<b>NORMAS DE REFERENCIA</b>	MTC E 108 ; ASTM D 2216 ; ASTM D 4220-88
-----------------------------	--

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47653316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>PROYECTO :</b>	"MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMS SALON CHOCTALIN			<b>ASIS. DE LAB.:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON PINES DE CIMENTACION</b>		
<b>CALICATA :</b>	1	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	TESIS	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 1.50 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1			<b>FECHA :</b>	4 DE DICIEMBRE DEL 2022
				<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	SC
				<b>NORMA A.S.T.M. D 2487</b>	

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)  
A.S.T.M. D 2937**

<b>CALICATA :</b>	1		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
<b>W Cilindro + M.Natural (gr)</b>	412.26	413.20	413.60
<b>W Cilindro (gr)</b>	240.00	240.00	240.00
<b>W M. Natural (gr)</b>	172.26	173.20	173.60
<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	102.68	102.88	102.84
<b>Densidad Natural (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.67	1.68	1.69
<b>Densidad Natural Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.68		

**OBSERVACIONES:**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.


ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	TESIS
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	TECNICO DE LAB :	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
SOLICITANTE :	JEYMIS SALÓN CHOCTALIN	ASISTENTE DE LAB :	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
DATOS DEL MUESTREO		CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALICATA :	1	PROFUNDIDAD :	0.20 m. A 1.50 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	04 DE DICIEMBRE DEL 2023
		CLASIFICACION DEL SUELO	NORMA A.S.T.M. D 2487
			SC

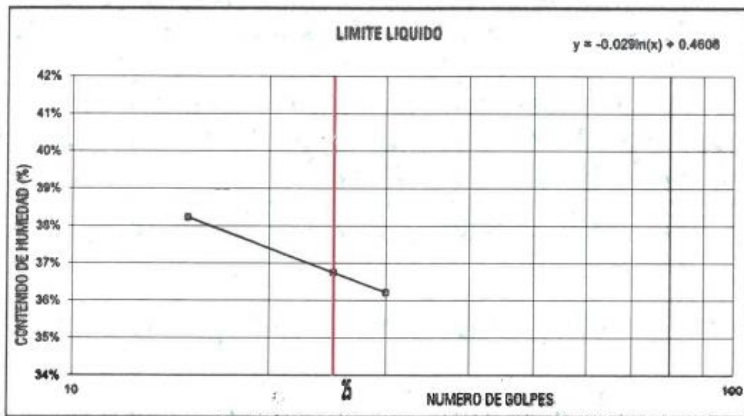
**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318**  
**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	40	41	42
Wt+ M.Húmeda (gr)	39.51	38.46	37.84
Wt+ M. Seca (gr)	32.87	32.29	31.46
W agua (gr)	6.64	6.17	5.78
W tara (gr)	15.50	15.50	15.50
W.M.Seca (gr)	17.37	16.79	15.96
W(%)	38.23%	36.75%	36.22%
N.GOLPES	18	25	30

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	36	37	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)	38.80	39.83	
Wt+ M. Seca (gr)	36.60	37.40	
W agua (gr)	2.30	2.43	
W tara (gr)	25.50	25.50	
W.M.Seca (gr)	11.00	11.90	
W(%)	20.9%	20.4%	21%

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C 110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	60°C 110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE LIQUIDO (%)	36.75
LIMITE PLASTICO (%)	20.7
IP (%)	16.1



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

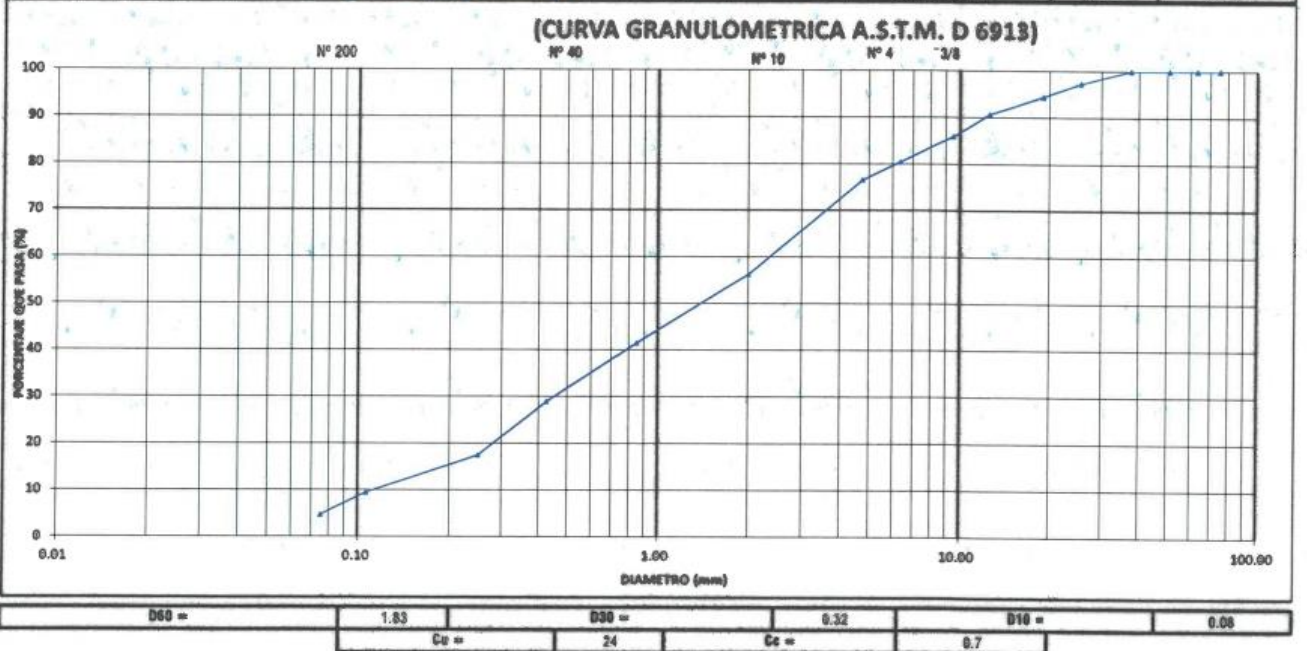
CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602



 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.</b>			<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			<b>BACHILLER:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALON CHOCTALIN			<b>TECN. LABOR:</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	<b>C - 02</b>	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	<b>TESIS</b>	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 3.00 m.
<b>MUESTRA :</b>	<b>M - 1</b>	<b>FECHA :</b>			11 DE DICIEMBRE DEL 2023
				<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>SP</b>
				<b>NORMA A.S.T.M. D 2487</b>	

**STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE ANALYSIS OF SOILS - A.S.T.M. D 6913**  
**METODO DE ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
 EL ENSAYO SE REALIZO BAJO LOS PARAMETROS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES Y 204

	TAMIZ		P.RET PARCIAL	P.RET ACUMULADO	% PORCENTAJE RETECIDO PARCIAL	% PORCENTAJE RETECIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	MUESTRA TOTAL HUMEDA			
	N°	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCION GRUESA	3"	75.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	20733.2		
	2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	2"	50.80	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0				
	1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	FACTOR PARA PESO RETENIDO EN FRACCION FINA	27.4		
	1"	25.40	482.3	482.3	2.8	2.8	97.2				
	3/4"	19.00	912.3	1004.6	2.9	5.6	94.4	MUESTRA TOTAL SECA			
	1/2"	12.50	678.0	1682.6	3.8	9.4	90.6	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr) ENTRE (a 1" 10 Y a 200)		489.5	
	3/8"	9.50	860.8	2533.1	4.8	14.2	85.8	PESO TOTAL MUESTRA SECA a 1" 4 (gr)		4211.6	
	1/4"	6.35	978.9	3611.6	5.5	19.6	80.4	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		17900.9	
	N°4	4.75	720.8	4211.6	3.9	23.5	76.47	ANALISIS FRACCION GRUESA			
FRACCION FINA	N° 10	2.00	132.5	7040.1	20.3	43.8	56.2	TOTAL W G =			4212
	N° 20	0.85	86.3	10477.6	14.7	58.5	41.5	ANALISIS FRACCION FINA			
	N° 40	0.43	82.1	12725.2	12.6	71.1	28.9	% QUE PASA		MALLA N°4	76.47
	N° 60	0.25	79.3	14786.7	11.5	82.6	17.4	FRACCION SECA		5 m	806.8
	N° 140	0.106	82.0	16210.3	8.0	90.6	9.4				
	N° 200	0.08	51.3	17064.5	4.8	95.3	4.7				
	PASA LA N°200	-	57.5	18638.6	8.8	98.1					
TOTAL			18638.6								



**OBSERVACIONES:** LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA SEGÚN LA NORMA (A.S.T.M. D 2487 - STANDARD CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES), Y SE DESCRIBE COMO UN SUELO ARENA MAL GRADUADA

**NORMAS QUE IMPLICAN EL ENSAYO**

MTC E 205 - MTC E 209 - NTP 400.022 - MTC E 201 - ASTM C 128 - AASTHO T84 - ASTM C 128

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de suelos y Pavimentos</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>			<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			<b>BACHILLER:</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALÓN CHOCTALIN			<b>TECN. LABOR:</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>				<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	2	<b>CODIGO MUESTRA:</b>	<b>TESIS</b>	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.30 m. A 3.00 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>FECHA :</b>	11 DE DICIEMBRE DEL 2023	<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	NORMA A.S.T.M. D 2487
					<b>SP</b>

**STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK - A.S.T.M. D 2216 / NTP: 390.127  
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

<b>CALICATA :</b>	2		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W (tara + M. Húmeda) gr	131.10	147.05	148.04
W (tara + M. Seca) gr	118.58	131.70	126.91
W agua (gr)	12.52	15.35	13.85
W tara (gr)	38.00	38.00	38.00
W Muestra Seca (gr)	80.58	93.70	88.99
W(%)	15.54%	16.38%	15.56%
<b>W (%) Promedio :</b>	15.83%		

<b>NORMAS DE REFERENCIA</b>	MEC E 100 ; ASTM D 2216 ; ASTM D 4220-09
-----------------------------	--

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
**ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
**BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ**  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
**CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA**  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de Suelos y Pavimentos</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.</b>			<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ.
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS			<b>INGENIERO :</b>	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
<b>SOLICITANTE :</b>	JENNER SALON CHOCTALIN			<b>TECN. LABOR :</b>	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>DATOS DEL MUESTRO</b>				<b>CLASIFICACION DEL SUELO CON PUNOS DE COMBINACION</b>	
<b>CALICATA :</b>	2	<b>CORRIDO MUESTRA :</b>	<b>TESIS :</b>	<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.20 m. A 3.00 m.
<b>MUESTRA :</b>	M - 1	<b>FECHA :</b>	11 DE DICIEMBRE DEL 2023		<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>
					NORMA A.S.T.M. D 2487
					SP

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO)**  
**A.S.T.M. D 2937**

<b>CALICATA :</b>	2		
<b>MUESTRA :</b>	M - 1		
<b>ENSAYE :</b>	1	2	3
W Cilindro + M. Natural (gr)	426.46	416.17	421.53
W Cilindro (gr)	240.80	240.80	240.80
W M. Natural (gr)	185.66	175.37	180.73
Volumen (cm <sup>3</sup> )	102.86	102.86	102.86
Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.74	1.78
<b>Densidad Natural Promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.75		

**OBSERVACIONES:**

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.


.....  
**ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
**BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ**  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
**CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA**  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA P.R.	SECTOR :	LABORATORIO
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	CODIGO:	TESIS
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
TESIS :	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"	JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DÍAZ
UBICACIÓN :	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	BACHILLER:	ELMER TANTARICO FERNANDEZ
SOLICITANTE :	JEYMIS SALOH CHOCTALIN	TECN. LABOR:	CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
DATOS DEL MUESTREO		CLASIFICACION DEL SUELO CON FINES DE CIMENTACION	
CALCATA :	2	PROFUNDIDAD :	0.20 m. a 3.00 m.
MUESTRA :	M - 1	FECHA :	11 DE DICIEMBRE DEL 2023
	CODIGO MUESTRA:	TESIS	NORMA A.S.T.M. D 2487
			SP

**STANDARD TEST METHOD FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS - A.S.T.M. D 4318  
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**

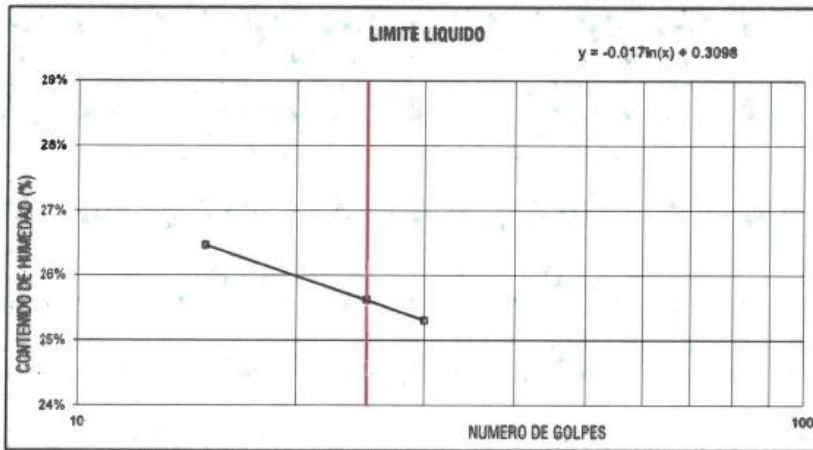
LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	26	30	34
Wt+ M.Húmeda (gr)	37.18	38.14	35.11
Wt+ M. Seca (gr)	32.88	31.83	31.18
W agua (gr)	4.52	4.21	3.96
W tara (gr)	16.58	15.58	16.58
W M.Seca (gr)	17.08	16.43	15.65
W(%)	26.46%	25.62%	25.30%
N.GOLPES	15	25	30

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	60°C
CONTENIDO DE HUMEDAD	118°C
	60°C
AGUA USADA	118°C
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	5	6	Promedio
Wt+ M.Húmeda (gr)			
Wt+ M. Seca (gr)			
W agua (gr)			
W tara (gr)			
W M.Seca (gr)			
W(%)	NP	NP	NP

**NO PRESENTA**

LIMITE LIQUIDO (%)	25.5
LIMITE PLASTICO (%)	NP
IP (%)	NP



UNIPUNTO	
Nº GOLPES N	FACTOR K
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.0000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

OBSERVACIONES: EL CALCULO Y REPORTE DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD, SERA CON APROXIMACION AL ENTERO MAS CERCANO, OMITIENDO EL SIMBOLO DE PORCENTAJE, DE ACUERDO A LA NORMA A.A.S.H.T.O. T 89.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.


ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>*MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022*</b>	Fecha: ENERO - 2024
	<b>CODIGO DE ESTUDIO Nº 660</b> <b>"LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI</b>	<b>ANEXOS</b>

# ANEXO III

## ENSAYOS DE LABORATORIO ESPECIALES

**GRUPO PHURA**  
Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
.....  
**ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**JENNER KINDEL RAMOS DIAZ**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
.....  
**BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ**  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.  
.....  
**CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA**  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados – LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO PHURA

-3- Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215

tel: 973896022 - 996923590

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
		<b>CODIGO:</b>		<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS		<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALON CHOCTALIN		<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	ELMER ANTONIO TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	M-1+0%caO	<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>TESIS</b>	<b>FECHA :</b>
				05 DE ENERO DEL 2024
			<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>SC</b>
			<b>SUCS</b>	

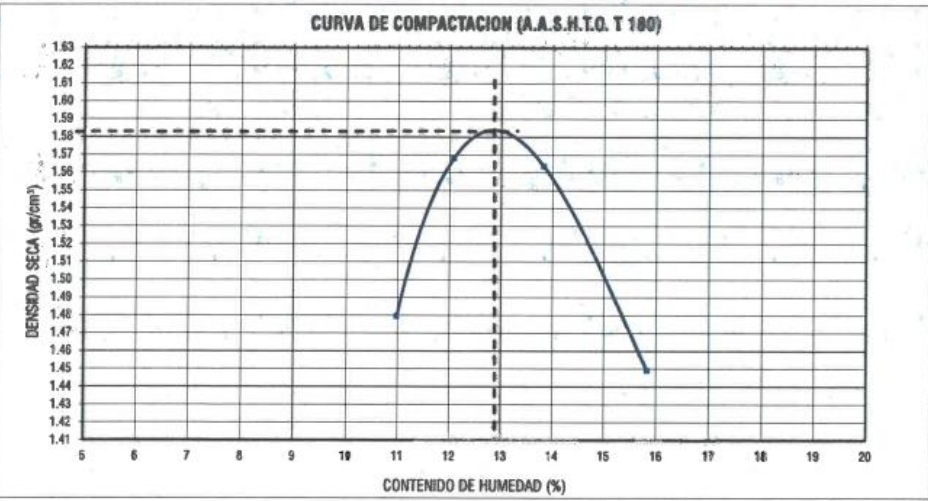
**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

NORMA A.A.S.H.T.O. T 180 Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO			
	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de Golpes por Capa	25	25	25	25
Peso Húmedo + Molde (gr)	5450.36	5559.14	5580.35	5484.71
Peso Molde (gr)	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00
Peso Húmedo (gr)	1550.36	1659.14	1680.35	1584.71
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.00	944.00	944.00	944.00
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.64	1.76	1.78	1.68

HUMEDAD	Ensayo			
	1	2	3	4
Peso Húmedo + Tara (gr)	107.13	125.61	103.35	105.38
Peso Seco + Tara (gr)	100.16	117.10	96.52	97.90
Peso Agua (gr)	6.97	8.51	6.83	7.48
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00
Peso Muestra Seca (gr)	62.16	79.10	58.52	59.90
Contenido de Humedad (%)	11.21	10.76	11.87	12.48
C. Humedad (%) promedio	10.99		12.08	
DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )	1.48		1.57	




DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.582
C. HUMEDAD OPTIMO :	12.88%
D. SECA MAXIMA CORREG:	-
E. HUMEDAD OPTIMO CORREG :	-

METODO DE ENSAYO :	"A"
DIAMETRO DE MOLDE :	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO :	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA Nº 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Vc. De.	APROBO GC-CA
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS <b>JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP: 218809	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ ASISTENTE DE LABORATORIO DNI 47655316	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA TECNICO DE LABORATORIO DNI 76795602	
<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>

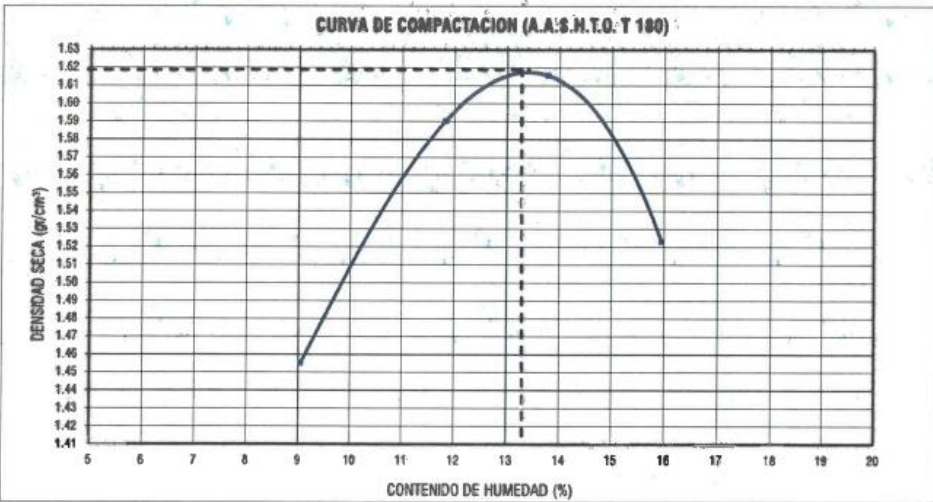
 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS</b>		<b>OFICINA DE GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
		<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS		<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALON CHOCTALIN		<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	ELMER ANTONIO TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLARIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	M-1+5%caO	<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>TESIS</b>	<b>FECHA :</b> 05 DE ENERO DEL 2024
			<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	<b>SUCS</b>
			<b>SUCS</b>	<b>SC</b>

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

**NORMA A.A.S.H.T.O. T 180**

**Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>**

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5	5		5		5		5
N° de Golpes por Capa	25	25		25		25		25	
Peso Húmedo + Molde (gr)	5308.32	5578.89		5635.47		5567.19			
Peso Molde (gr)	3900.00	3900.00		3900.00		3900.00			
Peso Húmedo (gr)	1408.32	1678.89		1735.47		1667.19			
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.00	944.00		944.00		944.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.78		1.84		1.77			
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	98.36	122.34	105.34	109.47	106.31	96.78	167.34	101.34
Peso Seco + Tara (gr)	93.47	115.17	97.68	102.50	98.23	89.50	97.25	93.15	
Peso Agua (gr)	4.89	7.17	7.66	6.97	8.08	7.28	10.09	8.19	
Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	
Peso Muestra Seca (gr)	55.47	77.17	59.68	64.50	60.23	51.50	59.25	55.15	
Contenido de Humedad (%)	8.82	9.29	12.84	10.81	13.42	14.14	17.03	14.85	
C. Humedad (%) promedio		9.05		11.82		13.78		15.94	
DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )		1.46		1.69		1.62		1.52	




<b>DENSIDAD SECA MAXIMA:</b>	1.618
<b>C. HUMEDAD OPTIMO :</b>	13.28%

<b>D. SECA MAXIMA CORREG:</b>	
<b>C. HUMEDAD OPTIMO CORREG :</b>	

<b>METODO DE ENSAYO :</b>	"A"
<b>DIAMETRO DE MOLDE :</b>	4"
<b>CONDICION DE SECADO:</b>	HORNO 110 °C
<b>USO :</b>	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA Nº 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

**OBSERVACIONES:**

EJECUTO	REVISO	Yo. Bn.	APROBADO
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>GRUPO P.R.</b>  <b>ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <small>NOMBRE Y FIRMA REG. CIP: 218809</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>GRUPO P.R.</b>  <b>BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ</b> <b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b> <b>DNI 47655316</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small>	      	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>GRUPO P.R.</b>  <b>CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA</b> <b>TECNICO DE LABORATORIO</b> <b>DNI 76795602</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small>

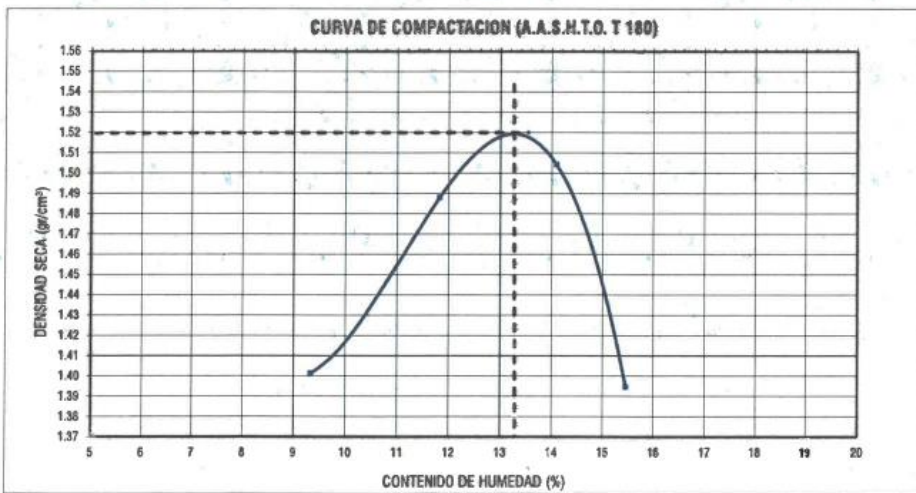
 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
		<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		<b>JEFE DE CALIDAD:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS		<b>TECNICO DE LAB :</b>	CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALÓN CHOCTALIN		<b>ASISTENTE DE LAB:</b>	ELMER ANTONIO TANTARICO FERNANDEZ
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
<b>MUESTRA:</b>	M-1 + 10%CaO	<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>TESIS</b>	<b>FECHA :</b> 05 DE ENERO DEL 2024
			<b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>	
			<b>SUCS</b>	<b>SC</b>

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.M. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

**NORMA A.A.S.T.M. T 180**

**Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>**

DENSIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5	5	5	5	5	5	5	5
	N° de Golpes por Capa	25	25	25	25	25	25	25	25
	Peso Húmedo + Molde (gr)	5346.72	5470.70	5520.28	5520.28	5520.28	5520.28	5420.19	5420.19
	Peso Molde (gr)	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00
	Peso Húmedo (gr)	1446.72	1570.70	1620.28	1620.28	1620.28	1620.28	1520.19	1520.19
	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00
	Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.53	1.66	1.72	1.72	1.72	1.72	1.61	1.61
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmedo + Tara (gr)	101.98	118.34	109.67	126.39	115.69	93.97	125.79	116.79
	Peso Seco + Tara (gr)	96.25	111.79	102.30	116.80	105.71	87.34	114.67	105.69
	Peso Agua (gr)	5.71	6.55	7.37	9.59	9.98	6.63	11.12	11.10
	Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
	Peso Muestra Seca (gr)	58.25	73.78	64.30	78.80	67.71	49.34	76.67	67.69
	Contenido de Humedad (%)	9.80	8.88	11.46	12.17	14.74	13.44	14.50	16.40
	C. Humedad (%) promedio	9.34		11.82		14.09		15.45	
	DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )	1.40		1.49		1.60		1.39	



<b>DENSIDAD SECA MAXIMA:</b>	<b>1.52</b>
<b>C. HUMEDAD OPTIMO:</b>	<b>13.23%</b>
<b>D. SECA MAXIMA CORRIE:</b>	
<b>C. HUMEDAD OPTIMO CORRIE:</b>	
<b>METODO DE ENSAYO:</b>	<b>"A"</b>
<b>DIAMETRO DE MOLDE:</b>	<b>4"</b>
<b>CONDICION DE SECADO:</b>	<b>HORNO 110 °C</b>
<b>USO:</b>	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N° 4, RETIENE EL 20% O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

**OBSERVACIONES:**

EJECUTO	REVISO	Vo. De.	APROBO CC-CA
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b>  <b>ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b> <b>JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small> <b>INGENIERO CIVIL</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small> <small>REG. CIP. 240809</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b>  <b>BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ</b> <b>ASISTENTE DE LABORATORIO</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small> <b>DNI 47653366</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b>  <b>CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA</b> <b>TECNICO DE LABORATORIO</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small> <b>DNI 95795602</b> <small>NOMBRE Y FIRMA</small>	



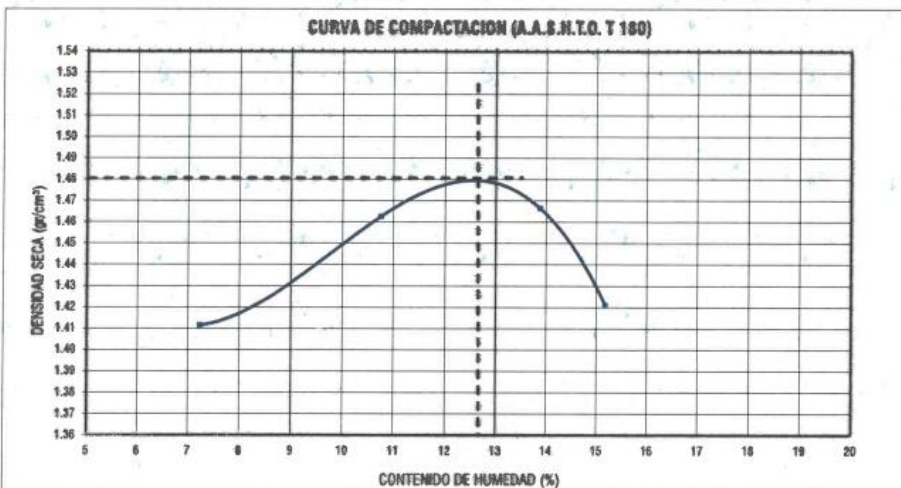
 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>GRUPO PHURA LABORATORIO DE SUELOS DE PAVIMENTOS</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>CODIGO:</b>	<b>TESIS</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b> TESIS : "MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022" UBICACIÓN : DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS SOLICITANTE : JEYMIS SALON CHOCTALIN			<b>DATOS DEL PERSONAL</b> JEFE DE CALIDAD: ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ TECNICO DE LAB : CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA ASISTENTE DE LAB: ELMER ANTONIO TANTARICO FERNANDEZ	
<b>DATOS DEL MUESTREO</b>			<b>CLASIFICACION DEL TERRENO DE FUNDACION</b>	
MUESTRA:	M-1+15%caO	CODIGO MUESTRA:	FECHA :	05 DE ENERO DEL 2024
			CLASIFICACION DEL SUELO	SUCS
				SC

**TEST METHOD FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) - A.A.S.T.H.O. T 180**  
**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA**

NORMA A.A.S.T.H.O. T 180

Energía de Compactación: 2700 kN-m/m<sup>3</sup>


UNIDAD	NUMERO DE ENSAYO	1		2		3		4	
	N° de Capas	5		5		5		5	
	N° de Golpes por Capa	25		25		25		25	
	Peso Húmero + Molde (gr)	5328.89		5429.37		5476.60		5445.19	
	Peso Molde (gr)	3900.00		3900.00		3900.00		3900.00	
	Peso Húmero (gr)	1428.89		1529.37		1576.60		1545.19	
	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.00		944.00		944.00		944.00	
	Densidad Húmero (gr/cm <sup>3</sup> )	1.51		1.62		1.67		1.64	
HUMEDAD	Ensayo	1		2		3		4	
	Peso Húmero + Tara (gr)	107.57	111.64	106.79	108.97	82.78	120.18	137.49	124.92
	Peso Seco + Tara (gr)	102.67	106.70	100.47	101.71	86.95	108.87	123.78	114.00
	Peso Agua (gr)	4.70	4.94	6.32	7.26	5.78	11.31	13.71	10.92
	Peso Tara (gr)	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
	Peso Muestra Seca (gr)	64.67	68.70	62.47	63.71	48.95	70.87	85.78	76.00
	Contenido de Humedad (%)	7.27	7.19	10.12	11.40	11.80	15.95	15.95	14.37
	C. Humedad (%) promedio	7.23		10.76		13.88		15.18	
	DENSIDAD SECA (cm <sup>3</sup> )	1.41		1.46		1.47		1.42	



DENSIDAD SECA MAXIMA:	1.48
C. HUMEDAD OPTIMO:	12.70%
D. SECA MAXIMA CORONA:	-
C. HUMEDAD OPTIMO CORONA:	-
METODO DE ENSAYO:	"A"
DIAMETRO DE MOLDE:	4"
CONDICION DE SECADO:	HORNO 110 °C
USO:	EL METODO "A", SE UTILIZA SI LA MALLA N° 4, RETIENE EL 20 % O MENOS DEL PESO DEL MATERIAL.

OBSERVACIONES:

EJECUTO	REVISO	Va. In.	APROBO QC-QA
<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ INGENIERO CIVIL REG. C.I.F. 218809	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ ASISTENTE DE LABORATORIO DNI 47655316		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.</b> CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA TECNICO DE LABORATORIO DNI 76795602
<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>	<small>NOMBRE Y FIRMA</small>

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>  <b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b> <b>LABORATORIO</b>	
		<b>SECTOR :</b> <b>CODIGO:</b>	<b>LABORATORIO</b> <b>600</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b> <b>UBICACION :</b> <b>SOLICITANTE :</b>	"MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPUESTERIA DE TAPAL ESTABILIZADO CON OXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022" DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHAGRAPUYAR, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS JEYMS SALON CHOCTALIM	<b>JEFE DE CALIDAD:</b> <b>DACILADO:</b> <b>TEC. DE LABORATORIO:</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ ELMER TANTARICO FERNANDEZ CARLOS MONTENEGRO GUEVARA

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS (PREMADAS)**  
**A.S.T.M. D 3080 - 2004**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
<b>ESTRUCTURA :</b>	SIJMO
<b>CALCATA :</b>	C - 02
<b>MUESTRA :</b>	M - 1
<b>PROFUNDIDAD (m) :</b>	3.00m
<b>CLASIFICACION (S.U.S.B) :</b>	GP
<b>CONDICION :</b>	INALTERADA

DENSIDAD HUMEDA INICIAL (A.S.T.M. D 2930)			
PESO MUESTRADOR + M HUMEDA INICIAL	156.92 gr	PESO MUESTRADOR + M HUMEDA INICIAL	149.22 gr
PESO MUESTRADOR	41.97 gr	PESO MUESTRADOR	41.97 gr
PESO MUESTRA HUMEDA	108.95 gr	PESO MUESTRA HUMEDA	107.25 gr
VOLUMEN MUESTRADOR	60.05 cm <sup>3</sup>	VOLUMEN MUESTRADOR	60.05 cm <sup>3</sup>
DENSIDAD HUMEDA	1.81 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD HUMEDA	1.79 gr/cm <sup>3</sup>

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (A.S.T.M. D 2216)					
MUESTRA 01		MUESTRA 02		MUESTRA 03	
NUMERO DE TARA	390	NUMERO DE TARA	178	NUMERO DE TARA	548
PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	93.95 gr	PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	93.37 gr	PESO MUESTRA HUMEDA + TARA	94.39 gr
PESO MUESTRA SECA + TARA	84.88 gr	PESO MUESTRA SECA + TARA	75.49 gr	PESO MUESTRA SECA + TARA	85.78 gr
PESO TARA	23.19 gr	PESO TARA	25.57 gr	PESO TARA	25.78 gr
PESO MUESTRA SECA	61.69 gr	PESO MUESTRA SECA	49.92 gr	PESO MUESTRA SECA	59.99 gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	14.70 %	CONTENIDO DE HUMEDAD	35.42 %	CONTENIDO DE HUMEDAD	14.39 %

VELOCIDAD DE CORTE : 0.35 mm/min					
<b>ESPECIMEN : 1</b>		<b>ESPECIMEN : 2</b>		<b>ESPECIMEN : 3</b>	
ALTIMETRO :	20.02 mm	ALTIMETRO :	20.02 mm	ALTIMETRO :	20.02 mm
DIAMETRO :	61.80 mm	DIAMETRO :	61.80 mm	DIAMETRO :	61.80 mm
AREA INICIAL :	30.00 cm <sup>2</sup>	AREA INICIAL :	30.00 cm <sup>2</sup>	AREA INICIAL :	30.00 cm <sup>2</sup>
DENSIDAD HUMEDA :	1.81 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD HUMEDA :	1.79 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD HUMEDA :	1.82 gr/cm <sup>3</sup>
HUMEDAD INICIAL :	14.70 %	HUMEDAD INICIAL :	35.42 %	HUMEDAD INICIAL :	14.39 %
W PESAS :	1075 gr	W PESAS :	2350 gr	W PESAS :	3625 gr
ESFUERZO NORMAL :	0.358 Kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO NORMAL :	0.783 Kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO NORMAL :	1.200 Kg/cm <sup>2</sup>
ESFUERZO DE CORTE :	0.788 Kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO DE CORTE :	0.955 Kg/cm <sup>2</sup>	ESFUERZO DE CORTE :	1.200 Kg/cm <sup>2</sup>

DEFORMACION LATERAL (mm)	CARGA N	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (t/t)	DEFORMACION LATERAL (mm)	CARGA N	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (t/t)	DEFORMACION LATERAL (mm)	CARGA N	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (t/t)
0.00	0.0	0.000	0.000	0.00	0.0	0.000	0.000	0.00	0.0	0.000	0.000
0.25	75.0	0.255	0.711	0.25	108.0	0.367	0.409	0.25	174.0	0.591	0.489
0.50	141.0	0.510	0.892	0.50	174.0	0.518	0.547	0.50	240.0	0.772	0.639
0.75	210.0	0.765	1.214	0.75	240.0	0.768	0.712	0.75	306.0	0.887	0.734
1.00	279.0	1.020	1.347	1.00	312.0	1.020	0.820	1.00	378.0	0.979	0.810
1.25	348.0	1.275	1.622	1.25	384.0	1.275	0.877	1.25	450.0	1.067	0.883
1.50	417.0	1.530	1.632	1.50	456.0	1.530	0.950	1.50	522.0	1.118	0.925
1.75	486.0	1.785	1.755	1.75	528.0	1.785	1.033	1.75	600.0	1.158	0.956
2.00	555.0	1.995	1.812	2.00	600.0	1.995	1.119	2.00	678.0	1.190	0.985
2.25	624.0	2.205	1.926	2.25	672.0	2.205	1.154	2.25	756.0	1.180	0.985
2.50	693.0	2.415	2.001	2.50	744.0	2.415	1.206	2.50	834.0	1.200	0.993
2.75	762.0	2.625	2.038	2.75	816.0	2.625	1.215	2.75	912.0	1.195	0.987
3.00	831.0	2.835	2.049	3.00	888.0	2.835	1.219	3.00	990.0	1.185	0.982
3.50	975.0	3.315	2.077	3.50	1026.0	3.315	1.215	3.50	1074.0	1.168	0.948
4.00	1119.0	3.795	2.087	4.00	1164.0	3.795	1.219	4.00	1158.0	1.122	0.928
4.50	1263.0	4.275	2.144	4.50	1302.0	4.275	1.211	4.50	1242.0	1.115	0.923
5.00	1407.0	4.755	2.095	5.00	1440.0	4.755	1.206	5.00	1326.0	1.112	0.920
5.50	1551.0	5.235	2.067	5.50	1578.0	5.235	1.167	5.50	1410.0	1.115	0.923
6.00	1695.0	5.715	2.087	6.00	1716.0	5.715	1.154	6.00	1494.0	1.122	0.928
6.50	1839.0	6.195	2.096	6.50	1854.0	6.195	1.150	6.50	1578.0	1.095	0.906
7.00	1983.0	6.675	2.077	7.00	1992.0	6.675	1.146	7.00	1662.0	1.054	0.872
7.50	2127.0	7.155	2.068	7.50	2130.0	7.155	1.154	7.50	1746.0	1.067	0.883
8.00	2271.0	7.635	2.058	8.00	2268.0	7.635	1.150	8.00	1830.0	1.071	0.886
8.50	2415.0	8.115	1.992	8.50	2406.0	8.115		8.50	1914.0	1.054	0.872
9.00				9.00				9.00			
9.50				9.50				9.50			
10.00				10.00				10.00			

OBSERVACIONES : MUESTRA PROVISITA E IDENTIFICADA POR PERSONAL DE CAMPO DE LA EMPRESA.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (BIDECOP). Derechos Reservados RG - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	<b>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>SECTOR :</b> LABORATORIO <b>CODIGO:</b> 660
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>
<b>PROYECTO :</b> MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERIA DE TAPAJA ESTABILIZADO CON GORDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022	<b>UBICACION :</b> DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	<b>JEFE DE SALIDA:</b> ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ <b>BACHILLER:</b> ELMER TANTARICO FERNANDEZ <b>TEC. DE LABORATORIO:</b> CARLOS MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b> JEYMAS SALON CHOCTALIN		

<b>ESTRUCTURA:</b> MURO <b>CALCATA:</b> C - 02 <b>MUESTRA:</b> M - 1 <b>PROFUNDIDAD (m):</b> 3.00m <b>CLASIFICACION (S.U.C.S.):</b> SP <b>CONDICION:</b> MALTERADA
---

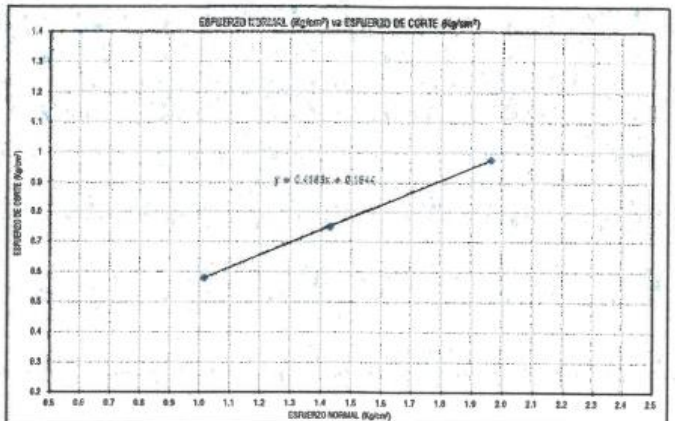
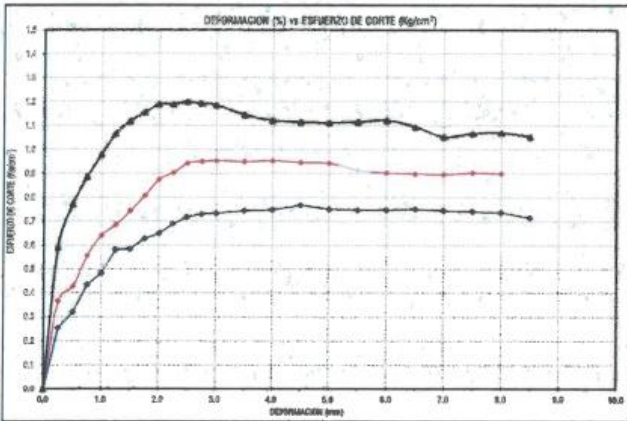
INICIAL		
<b>ESPECIMEN :</b> 1 <b>ALTURA INICIAL :</b> 20.02 mm <b>DIAMETRO :</b> 61.80 mm <b>AREA INICIAL :</b> 30.00 cm <sup>2</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA INICIAL :</b> 1.81 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD INICIAL :</b> 14.70 % <b>DENSIDAD SECA INICIAL :</b> 1.56 g/cm <sup>3</sup>	<b>ESPECIMEN :</b> 2 <b>ALTURA INICIAL :</b> 20.02 mm <b>DIAMETRO :</b> 61.80 mm <b>AREA INICIAL :</b> 30.00 cm <sup>2</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA :</b> 1.79 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD INICIAL :</b> 35.82 % <b>DENSIDAD SECA INICIAL :</b> 1.32 g/cm <sup>3</sup>	<b>ESPECIMEN :</b> 3 <b>ALTURA INICIAL :</b> 20.02 mm <b>DIAMETRO :</b> 61.80 mm <b>AREA INICIAL :</b> 30.00 cm <sup>2</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA :</b> 1.82 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD INICIAL :</b> 14.30 % <b>DENSIDAD SECA INICIAL :</b> 1.59 g/cm <sup>3</sup>

APLICANDO EL ESFUERZO NORMAL Y SATURANDO LA MUESTRA (CONSOLIDACION PROHIBIDA)		
<b>ESPECIMEN :</b> 1 <b>W PESAS :</b> 1275 gr <b>ESFUERZO NORMAL :</b> 0.358 Kg/cm <sup>2</sup> <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 0.5 mm <b>ALT ANTES EC = ALT INICIAL - LECTURA DEF :</b> 19.52 mm	<b>ESPECIMEN :</b> 2 <b>W PESAS :</b> 2550 gr <b>ESFUERZO NORMAL :</b> 0.783 Kg/cm <sup>2</sup> <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 0.7 mm <b>ALT FINAL = ALT INICIAL - LECTURA DEF :</b> 19.32 mm	<b>ESPECIMEN :</b> 3 <b>W PESAS :</b> 3825 gr <b>ESFUERZO NORMAL :</b> 1.208 Kg/cm <sup>2</sup> <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 1.45 mm <b>ALT FINAL = ALT INICIAL - LECTURA DEF :</b> 18.57 mm

APLICANDO EL ESFUERZO DE CORTE		
<b>ESPECIMEN :</b> 1 <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 3.3 mm <b>ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF :</b> 16.22 mm	<b>ESPECIMEN :</b> 2 <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 3.8 mm <b>ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF :</b> 15.52 mm	<b>ESPECIMEN :</b> 3 <b>LECTURA DEL DEFORMIMETRO :</b> 4.85 mm <b>ALT FINAL = ALT ANTES EC - LECTURA DEF :</b> 13.72 mm

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL (A.S.T.M. D 2216)		
MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
<b>NUMERO DE TARA :</b> 174 <b>PESO MUESTRA HUMEDA + TARA :</b> 136.49 gr <b>PESO MUESTRA SECA + TARA :</b> 111.19 gr <b>PESO TARA :</b> 24.02 gr <b>PESO MUESTRA SECA :</b> 87.17 gr <b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b> 31.32 %	<b>NUMERO DE TARA :</b> 109 <b>PESO MUESTRA HUMEDA + TARA :</b> 134.44 gr <b>PESO MUESTRA SECA + TARA :</b> 106.8 gr <b>PESO TARA :</b> 24.80 gr <b>PESO MUESTRA SECA :</b> 82.2 gr <b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b> 33.83 %	<b>NUMERO DE TARA :</b> 170 <b>PESO MUESTRA HUMEDA + TARA :</b> 126.05 gr <b>PESO MUESTRA SECA + TARA :</b> 101.82 gr <b>PESO TARA :</b> 24.10 gr <b>PESO MUESTRA SECA :</b> 76.92 gr <b>CONTENIDO DE HUMEDAD :</b> 44.24 %

DENSIDAD HUMEDA FINAL (A.S.T.M. D 2937)		
<b>PESO MUESTREADOR + M HUMEDA :</b> 149.46 gr <b>PESO MUESTREADOR :</b> 41.97 gr <b>PESO MUESTRA HUMEDA :</b> 107.49 gr <b>VOLUMEN MUESTREADOR :</b> 60.05 cm <sup>3</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA FINAL :</b> 1.79 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD FINAL :</b> 31.32 % <b>DENSIDAD SECA FINAL :</b> 1.36 g/cm <sup>3</sup>	<b>PESO MUESTREADOR + M HUMEDA :</b> 145.85 gr <b>PESO MUESTREADOR :</b> 41.97 gr <b>PESO MUESTRA HUMEDA :</b> 107.29 gr <b>VOLUMEN MUESTREADOR :</b> 60.05 cm <sup>3</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA FINAL :</b> 1.80 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD FINAL :</b> 33.83 % <b>DENSIDAD SECA FINAL :</b> 1.30 g/cm <sup>3</sup>	<b>PESO MUESTREADOR + M HUMEDA :</b> 149.34 gr <b>PESO MUESTREADOR :</b> 41.97 gr <b>PESO MUESTRA HUMEDA :</b> 107.37 gr <b>VOLUMEN MUESTREADOR :</b> 60.05 cm <sup>3</sup> <b>DENSIDAD HUMEDA FINAL :</b> 1.79 g/cm <sup>3</sup> <b>HUMEDAD FINAL :</b> 44.24 % <b>DENSIDAD SECA FINAL :</b> 1.24 g/cm <sup>3</sup>



**RESULTADOS :** COHESIÓN (c) : 0.16  
 ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ) : 22.70 °


Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INTECOM). Derechos Reservados INO - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PHURA PR

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP: 216809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
 ASISTENTE DE LABORATORIO  
 DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 GRUPO P.R.  
 CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 DNI 76795602

Ensayos mecánicos de compresión Axial y Diagonal

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"	Fecha: FEBRERO - 2024
	CODIGO DE ESTUDIO Nº 660	INDICE
"LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR" - INDECOPI		

**ANEXO I**  
**RESULTADOS DE LAS ROTURAS**

**GRUPO PHURA**  
Laboratorio de suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
BACH. ELMER A. TARTARCO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316


LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

.....  
CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

Prohibida Su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados - LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS GRUPO PR - GRUPO

Sede Central Chachapoyas - Jirón Santo Domingo #1215 / Sede Jaén - Micaela Bastidas #224

Tel: 973896022 -996923590

 <b>GRUPO PHURA</b> <small>Laboratorio de Suelos y Pavimentos</small>	<b>LABORATORIO GRUPO PHURA S.R.L.</b>	<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>ENSAYO :</b>	<b>RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA (F<sub>m</sub>)</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>TESIS :</b>	"MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"	<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
<b>UBICACIÓN :</b>	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	<b>TÉCNICO DE LAB. :</b>	CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA
<b>SOLICITANTE :</b>	JEYMIS SALON CHOCTALIN	<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	12/02/2024

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION AXIAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA (F<sub>m</sub>)**  
**REFERENCIA : NORMA N.T.P.399.605 Y NORMA ASTM C-13143**

DESCRIP.	N°	Cara superior			Cara inferior			Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	H (cm)	Esbeltez (H/A)	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	Fm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	Fm Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )								
BTA AL 0% DE "CaO"	1	40.10	15.10	605.51	40.15	15.10	606.27	605.89	40.70	2.70	42.77	4361.257	7.20	0.844	6.08
	2	40.00	15.10	604.00	40.00	15.10	604.00	604.00	41.10	2.72	45.53	4642.694	7.69	0.848	6.52
	3	39.95	15.00	599.25	39.95	15.00	599.25	599.25	40.15	2.68	48.94	4990.412	8.33	0.840	6.99
	4	40.00	15.00	600.00	40.10	15.00	601.50	600.75	39.95	2.66	44.78	4566.217	7.60	0.835	6.35
	5	40.10	15.15	607.52	40.00	15.15	606.00	606.76	40.00	2.64	45.56	4645.753	7.66	0.831	6.36
	6	39.95	15.00	599.25	40.00	15.10	604.00	601.63	40.20	2.67	47.85	4679.265	8.11	0.837	6.79

Resistencia a compresión axial promedio (fm)	6.51
Desviación estandar (σ)	0.30
Coefficiente de variación (%)	4.64
Resistencia Característica a la compresión Axial (F <sub>m</sub> )	6.21

DESCRIP.	N°	Cara superior			Cara inferior			Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	H (cm)	Esbeltez (H/A)	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	Fm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	Fm Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )								
BTA AL 5% DE "CaO"	1	40.00	15.00	600.00	40.00	14.95	598.00	599.00	40.35	2.69	56.88	5800.054	9.68	0.842	8.15
	2	40.10	15.10	605.51	40.00	15.10	604.00	604.76	40.20	2.66	60.79	6198.756	10.25	0.835	8.56
	3	40.00	15.00	600.00	39.95	15.00	599.25	599.63	40.30	2.69	62.67	6390.46	10.66	0.842	8.97
	4	39.95	15.10	603.25	40.00	15.10	604.00	603.62	40.00	2.65	54.98	5606.311	9.29	0.833	7.74
	5	40.00	15.10	604.00	40.00	15.15	606.00	605.00	39.95	2.64	63.73	6498.548	10.74	0.831	8.92
	6	40.10	15.00	601.50	40.10	15.00	601.50	601.50	40.00	2.67	58.39	5954.028	9.90	0.837	8.29

Resistencia a compresión axial promedio (fm)	8.44
Desviación estandar (σ)	0.43
Coefficiente de variación (%)	5.15
Resistencia Característica a la compresión Axial (F <sub>m</sub> )	8.00

DESCRIP.	N°	Cara superior			Cara inferior			Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	H (cm)	Esbeltez (H/A)	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	Fm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de corrección	Fm Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	L (cm)	A (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )								
BTA AL 10% DE "CaO"	1	39.95	15.00	599.25	40.00	15.00	600.00	599.63	40.70	2.71	47.77	4871.107	8.12	0.846	6.87
	2	40.00	15.10	604.00	40.00	15.10	604.00	604.00	41.10	2.72	48.13	4907.816	8.13	0.848	6.89
	3	40.00	15.00	600.00	40.00	15.00	600.00	600.00	40.15	2.68	46.38	4729.369	7.88	0.840	6.62
	4	40.00	15.05	602.00	40.10	15.05	603.51	602.75	39.95	2.65	49.44	5041.397	8.36	0.833	6.97
	5	40.15	15.00	602.25	40.15	15.00	602.25	602.25	40.00	2.67	48.96	4992.451	8.29	0.837	6.94
	6	40.00	15.15	606.00	40.00	15.15	606.00	606.00	40.20	2.65	43.64	4449.971	7.34	0.833	6.12

Resistencia a compresión axial promedio (fm)	6.74
Desviación estandar (σ)	0.30
Coefficiente de variación (%)	4.44
Resistencia Característica a la compresión Axial (F <sub>m</sub> )	6.44

Observaciones:

- \_Muestreo de unidades de albañilería, identificada y proporcionada por el solicitante
- \_Muestras elaboradas el día 15/01/2024 y ensayadas el día 12/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.


ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER A. TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TECNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

 <b>GRUPO PHURA</b> Laboratorio de suelos y Pavimentos	LABORATORIO GRUPO PHURA S.R.L											OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD					
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD											ENSAYO :	RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA (V <sub>m</sub> )				
DATOS DEL PROYECTO											DATOS DEL PERSONAL						
TESIS :	"MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"											JEFE DE CALIDAD :	ING. JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ				
UBICACIÓN :	DISTRITO LA JALCA, PROVINCIA DE CHACHAPOYAS, DEPARTAMENTO DE AMAZONAS											TÉCNICO DE LAB. :	CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA				
SOLICITANTE :	JEYMIS SALON CHOCTALIN											FECHA DE ENSAYO :	12/02/2024				

**ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA (V<sub>m</sub>)**  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P.399.621 Y NORMA ASTM E-519

DESCRIP.	N°	L1 (cm)	L2 (cm)	L.Pro (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H.Prom (cm)	D.Prom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t3 (cm)	t4 (cm)	L.Prom (cm)	Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	V <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
BTA AL 8% DE "CaO"	1	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	56.57	15.15	15.15	15.10	14.95	15.09	853.48	4.26	434.3922	0.51
	2	40.10	40.00	40.05	40.15	40.00	40.06	56.66	15.00	15.00	15.10	15.10	15.05	852.69	3.91	398.7027	0.47
	3	40.10	40.20	40.15	40.00	40.00	40.00	56.67	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	850.12	3.66	373.2102	0.44
	4	40.00	40.10	40.05	40.10	40.00	40.05	56.64	15.10	15.10	15.00	14.90	15.03	851.00	4.05	412.9785	0.49
	5	40.15	40.10	40.13	39.95	40.15	40.05	56.69	15.00	15.00	15.15	15.00	15.04	852.51	3.97	404.8209	0.47
	6	40.10	40.00	40.05	40.15	40.15	40.15	56.71	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	850.65	4.18	426.2346	0.50

Resistencia a compresión diagonal promedio (V <sub>m</sub> )	0.48
Desviación estándar (σ)	0.02
Coefficiente de variación (%)	4.79
Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V <sub>m</sub> )	0.46

DESCRIP.	N°	L1 (cm)	L2 (cm)	L.Pro (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H.Prom (cm)	D.Prom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t3 (cm)	t4 (cm)	L.Prom (cm)	Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	V <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
BTA AL 5% DE "CaO"	1	40.00	40.10	40.05	40.15	40.00	40.08	56.66	15.00	15.00	15.05	15.05	15.03	851.27	5.13	523.1061	0.61
	2	40.00	40.00	40.00	40.35	40.10	40.23	56.73	15.10	14.95	15.10	15.00	15.04	853.05	4.98	507.8106	0.60
	3	40.15	40.10	40.13	39.90	40.00	39.95	56.62	15.00	15.00	15.15	15.00	15.04	851.45	4.56	464.9832	0.55
	4	39.95	40.10	40.03	40.00	39.90	39.95	56.55	15.00	15.10	15.00	15.10	15.05	851.09	5.33	543.5001	0.64
	5	40.10	40.00	40.05	40.00	40.05	40.03	56.62	15.15	15.15	15.10	15.00	15.10	854.99	4.88	507.8106	0.59
	6	40.10	40.05	40.08	40.10	40.10	40.10	56.69	15.00	15.00	15.15	15.15	15.15	15.08	854.64	5.11	521.0667

Resistencia a compresión diagonal promedio (V <sub>m</sub> )	0.60
Desviación estándar (σ)	0.03
Coefficiente de variación (%)	4.69
Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V <sub>m</sub> )	0.57

DESCRIP.	N°	L1 (cm)	L2 (cm)	L.Pro (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H.Prom (cm)	D.Prom (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	t3 (cm)	t4 (cm)	L.Prom (cm)	Área Prom. (cm <sup>2</sup> )	C. Aplicada (Kg/new)	C. Aplicada (Kg)	V <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
BTA AL 10% DE "CaO"	1	40.10	40.00	40.05	40.00	40.15	40.08	56.66	15.10	15.10	15.00	15.10	15.08	854.10	4.62	471.1014	0.55
	2	39.95	40.15	40.05	40.15	40.10	40.13	56.69	15.10	15.15	15.15	15.15	15.14	858.18	4.18	426.2346	0.50
	3	40.00	40.10	40.05	40.00	40.00	40.00	56.60	14.95	14.95	14.90	15.00	14.95	846.23	4.39	447.6463	0.53
	4	40.00	40.10	40.05	39.95	40.00	39.98	56.59	15.00	15.00	14.95	15.10	15.01	849.50	4.05	412.9785	0.49
	5	39.90	40.00	39.95	39.95	40.15	40.05	56.57	15.00	15.15	15.10	15.10	15.09	853.48	4.27	435.4119	0.51
	6	40.00	40.00	40.00	40.15	40.00	40.08	56.62	15.10	15.10	15.00	15.00	15.05	852.16	4.83	492.5151	0.58

Resistencia a compresión diagonal promedio (V <sub>m</sub> )	0.53
Desviación estándar (σ)	0.03
Coefficiente de variación (%)	6.05
Resistencia Característica a la compresión Diagonal (V <sub>m</sub> )	0.49

Observaciones:

...Muestreo de unidades de albañilería, identificada y proporcionada por el solicitante  
 ...Muestras elaboradas el día 15/01/2024 y ensayadas el día 12/02/2024

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP: 218809

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

BACH. ELMER AL TANTARICO FERNANDEZ  
ASISTENTE DE LABORATORIO  
DNI 47655316

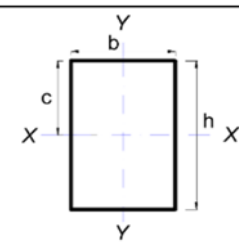
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
GRUPO P.R.

CARLOS ENRIQUE MONTENEGRO GUEVARA  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
DNI 76795602

### ANEXO 3.-Memoria de cálculo de diseño de cobertura

#### DISEÑO A COMPRESIÓN SEGÚN EL MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO

DIMENSIONES SECCIÓN TRANSVERSAL			
h=	14	cm	Altura sección
b=	9	cm	Base sección
PROPIEDADES MECÁNICAS MADERA			
E=	90000	kgf/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
f <sub>c</sub> =	123	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a compresión
PROPIEDADES GEOMETRICAS SECCIÓN			
A	126.00	cm <sup>2</sup>	Area
I <sub>x</sub>	2058.00	cm <sup>4</sup>	Inercia Eje X
Z <sub>x</sub>	294.00	cm <sup>3</sup>	Módulo de Sección Eje X
I <sub>y</sub>	850.50	cm <sup>4</sup>	Inercia Eje Y
Z <sub>y</sub>	189.00	cm <sup>3</sup>	Módulo de Sección Eje Y
DIMENSIONES GEOMETRIA CERCHA			
L1	241.7	cm	Longitud Cordon superior 1
L2	155.58	cm	Longitud Cordon superior 2
L <sub>c</sub>	93.35	cm	Distancia entre correas
CARGA ADMISIBLE EN EL PLANO			
$L_{ef} = 0.40(L1 + L2)$			
L <sub>ef</sub> =	158.912	cm	Longitud Efectiva en el plano
$\lambda_x = \frac{L_{ef}}{d}$			
d=	14	cm	Lado menor
λ <sub>x</sub> =	11.35		Esbeltez en el plano
$Ck = 0.7025 * \sqrt{\frac{E}{f_c}}$			
Ck=	19.00		Relacion de esbeltez
COLUMNA CORTA			
$N_{adm} = f_c * A$			
N <sub>adm</sub> =	0.00	kgf	0
COLUMNA INTERMEDIA			
$N_{adm} = f_c * A * \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{Ck}\right)^4\right)$			
N <sub>adm</sub> =	14840.33	kgf	Carga Admisible Columna Corta
COLUMNA LARGA			
$N_{adm} = 0.3029 * \frac{E * A}{\lambda^2}$			
N <sub>adm</sub> =	0.00	kgf	0



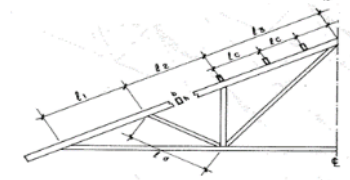


Figura 11.5 Longitudes para cálculo de  $\lambda_x$  (Tabla 11.1)

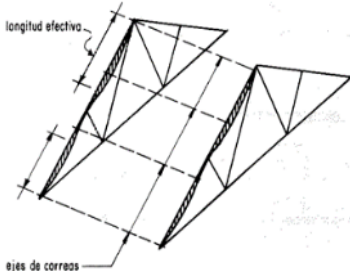
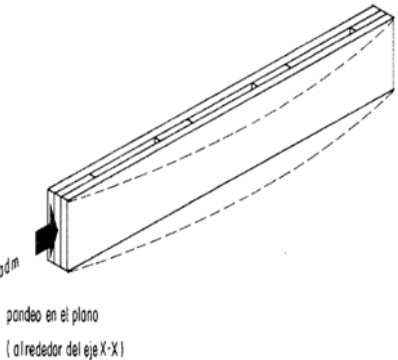
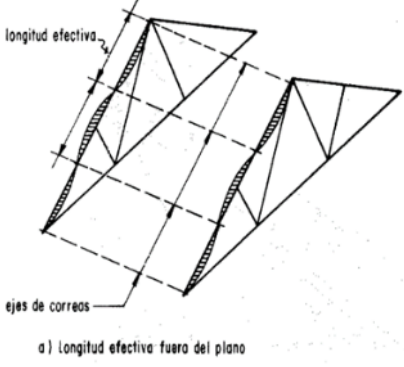
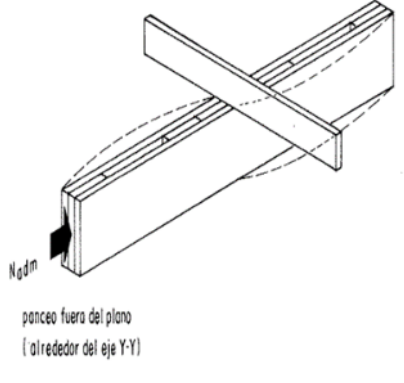


Figura 11.4 Longitud efectiva en la cuerda superior de armaduras



pandeo en el plano  
(alrededor del eje X-X')

CARGA ADMISIBLE FUERA DEL PLANO		
$L_{ef} = L_c$		
Lef=	93.35	cm Longitud Efectiva fuera del plano
$\lambda_y = \frac{L_{ef}}{d}$		
d=	9	cm Lado menor
$\lambda_y =$	10.37	Esbeltez en el plano
$Ck = 0.7025 * \sqrt{\frac{E}{f_c}}$		
Ck=	19.00	Relacion de esbeltez
COLUMNA CORTA		
$N_{adm} = f_c * A$		
Nadm=	0.00	kgf 0
COLUMNA INTERMEDIA		
$N_{adm} = f_c * A * \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{Ck}\right)^4\right)$		
Nadm=	15039.46	kgf Carga Admisible Columna Intermedia
COLUMNA LARGA		
$N_{adm} = 0.3029 * \frac{E * A}{\lambda^2}$		
Nadm=	0.00	kgf 0
 <p>longitud efectiva</p> <p>ejes de correos</p> <p>a) Longitud efectiva fuera del plano</p>		
 <p>Nadm</p> <p>pandeo fuera del plano (alrededor del eje Y-Y)</p>		
VERIFICACION CARGA ADMISIBLE A COMPRESION		
N=	310.52	kgf Carga a Compresion por Combinacion de Servicio
Nadm_x=	14840.33	kgf Carga admisible en el plano
Nadm_y=	15039.46	kgf Carga admisible fuera del plano
Ncrit_x=	72389.28	kgf Carga Critica de Pandeo en el Plano
Ncrit_y=	86693.78	kgf Carga Critica de Pandeo fuera del Plano
$N < N_{crit_x}$ Cumple		
$N < N_{crit_y}$ Cumple		
$N < N_{adm_x}$ Cumple		
$N < N_{adm_y}$ Cumple		
$\frac{N}{N_{adm_x}} = 0.02$ Ration en el plano		
$\frac{N}{N_{adm_y}} = 0.02$ Ration fuera del plano		



**DISEÑO A FLEXOCOMPRESIÓN**  
**SEGÚN EL MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO**

DIMENSIONES SECCIÓN TRANSVERSAL		
h=	14 cm	Altura sección
b=	9 cm	Base sección
<b>PROPIEDADES MECÁNICAS MADERA</b>		
E=	90000 kgf/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
f <sub>c</sub> =	123 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a compresión
f <sub>m</sub> =	110 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a flexión
<b>PROPIEDADES GEOMÉTRICAS SECCIÓN</b>		
A	126.00 cm <sup>2</sup>	Area
I <sub>x</sub>	2058.00 cm <sup>4</sup>	Inercia Eje X
Z <sub>x</sub>	294.00 cm <sup>3</sup>	Módulo de Sección Eje X
I <sub>y</sub>	850.50 cm <sup>4</sup>	Inercia Eje Y
Z <sub>y</sub>	189.00 cm <sup>3</sup>	Módulo de Sección Eje X
<b>DIMENSIONES GEOMETRIA CERCHA</b>		
L1	241.7 cm	Longitud Cordon superior 1
L2	155.58 cm	Longitud Cordon superior 2
Lc	93.35 cm	Distancia entre correas
<b>CARGA ADMISIBLE EN EL PLANO</b>		
$L_{ef} = 0.40(L1 + L2)$		
L <sub>ef</sub> =	158.912 cm	Longitud Efectiva en el plano
$\lambda_x = \frac{L_{ef}}{d}$		
d=	14 cm	Lado menor
λ <sub>x</sub> =	11.35	Esbeltez en el plano
$Ck = 0.7025 * \sqrt{\frac{E}{f_c}}$		
Ck=	19.00	Relacion de esbeltez
<b>COLUMNA CORTA</b>		
$N_{adm} = f_c * A$		
N <sub>adm</sub> =	0.00 kgf	0
<b>COLUMNA INTERMEDIA</b>		
$N_{adm} = f_c * A * \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{Ck}\right)^4\right)$		
N <sub>adm</sub> =	14840.33 kgf	Carga Admisible Columna Corta
<b>COLUMNA LARGA</b>		
$N_{adm} = 0.3029 * \frac{E * A}{\lambda^2}$		
N <sub>adm</sub> =	0.00 kgf	0

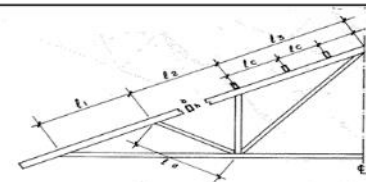
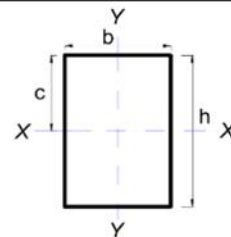


Figura 11.5 Longitudes para cálculo de  $\lambda_{ef}$  (Tabla 11.1)

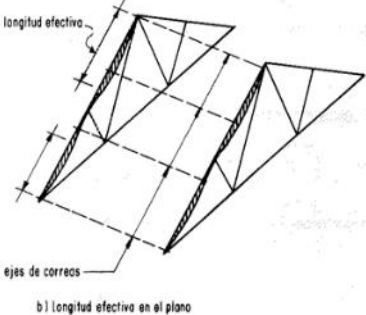
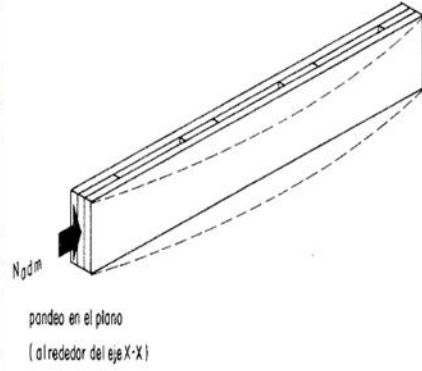


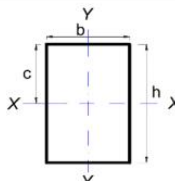
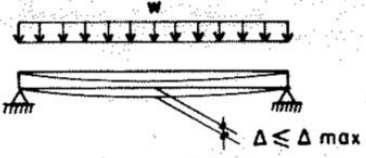
Figura 11.4 Longitud efectiva en la cuerda superior de armaduras



VERIFICACION FLEXOCOMPRESIÓN			
N=	310.52	kgf	Carga a Compresion por Combinacion de Servicio
M=	8282.02	kgf.cm	Momento Flector por Combinación de Sevicio
Nadm_x=	14840.33	kgf	Carga admisible en el plano
$N_{crit} = \frac{\pi^2 * E * I}{Lef^2}$			
Ncrit_x=	72389.28	kgf	Carga Critica de Pandeo en el Plano
$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 * \frac{N}{N_{crit}}}$			
km	1.01		Factor de Amplificacion de Momento
$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m * M}{Z_x * f_m} < 1$ <b>Cumple</b>			
<b>0.28</b>		<b>Ration flexo compresion</b>	

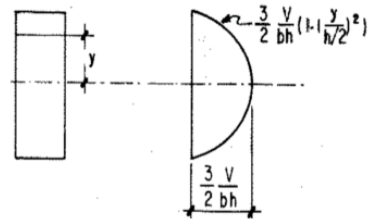
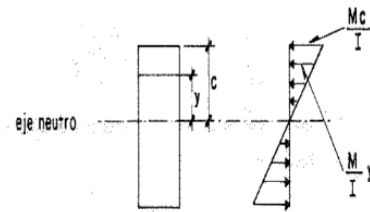
**DISEÑO A FLEXIÓN**  
**SEGÚN EL MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO**

DIMENSIONES SECCIÓN TRANSVERSAL			
h=	6.5	cm	Altura sección
b=	4	cm	Base sección
PROPIEDADES MECÁNICAS MADERA			
E=	90000	kgf/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidad
fv=	12.2	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a corte
fm=	110	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a flexion
fc + =	26.5	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a compresion perpendicular
LONGITUD Y DEFLEXIONES ELEMENTO			
L=	950	cm	Longitud
Δ1=	1.25	cm	Deflexion Carga Permanete
Δ2=	2.47	cm	Deflexion Carga Sobrecarga
VERIFICACION DEFLEXIONES			
$\Delta_{adm} = \frac{L}{250}$			
Δadm1=	3.800	cm	Deflexion admisible Carga Permante
$\Delta_{adm} = \frac{L}{350}$			
Δadm2=	2.714	cm	Deflexion admisible Carga Permante
Δ1 < Δadm1			<b>Cumple</b>
Δ2 < Δadm2			<b>Cumple</b>

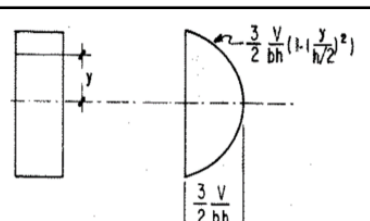
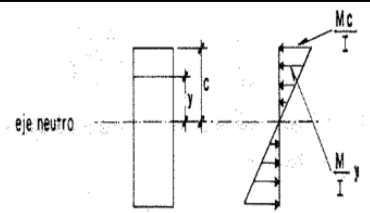



Carga actuante	(a) con ciclo raso de yeso	(b) sin ciclo raso de yeso
Cargas permanentes + sobrecargas	L/300	L/250
Sobrecarga	L/350	L/350

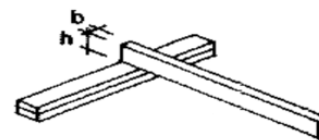
FLEXION SENTIDO LONGITUDINAL		
<b>VERIFICACION DE ESFUERZOS A FLEXION</b>		
M=	1434.67 kgf.cm	Momento Flector por Combinación de Servicio
$\sigma_m = \frac{6 \cdot M}{b \cdot h^2}$		
$\sigma_m$	50.94 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a Flexion
$\sigma_m \leq f_m$		
$\sigma_m \leq f_m$	Cumple	
<b>VERIFICACION DE ESFUERZOS A CORTE</b>		
V=	18.74 kgf	Cortante por Combinación de Servicio
$\tau = \frac{3 \cdot V}{2 \cdot b \cdot h}$		
$\tau$	1.08 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a Corte
$\tau \leq f_v$		
$\tau \leq f_v$	Cumple	



FLEXION SENTIDO TRANSVERSAL		
<b>VERIFICACION DE ESFUERZOS A FLEXION</b>		
M=	174.6 kgf.cm	Momento Flector por Combinación de Servicio
$\sigma_m = \frac{6 \cdot M}{b \cdot h^2}$		
$\sigma_m$	6.20 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a Flexion
$\sigma_m \leq f_m$		
$\sigma_m \leq f_m$	Cumple	
<b>VERIFICACION DE ESFUERZOS A CORTE</b>		
V=	6.8 kgf	Cortante por Combinación de Servicio
$\tau = \frac{3 \cdot V}{2 \cdot b \cdot h}$		
$\tau$	0.39 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a Corte
$\tau \leq f_v$		
$\tau \leq f_v$	Cumple	



COMPRESION PRENPENDICULAR A LAS FIBRAS		
a=	4 cm	Base Cordon Superior
b=	4 cm	Base Seccion
R=	165.65 kgf	Reaccion de Apoyo por Combinación de Servicio
$\sigma_{c\perp} = \frac{R}{a \cdot b}$		
$\sigma_{c\perp}$	10.35 kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a Compresion
$\sigma_{c\perp} \leq f_{c\perp}$		
$\sigma_{c\perp} \leq f_{c\perp}$	Cumple	



## ANEXO 4.-Cálculo de la capacidad portante del suelo

### CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

#### PARAMETROS DEL SUELOS OBTENIDOS DEL EMS.

$$C_u := 0.15 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_1 := 17.16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_2 := \gamma_1$$

$$\phi' := 22.70^\circ$$

$$D_f := 1 \text{ m}$$

20.3. En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.

$$q_d = i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_f i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$$

20.4. Para las ecuaciones indicadas en los numerales 20.2 y 20.3 se tiene:

$$N_q = \varepsilon (\pi \tan \phi') \tan^2 \left[ \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \right]$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_c = i_q = \left( 1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$s_\gamma = 1 - 0,2 \frac{B}{L}$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi^\circ} \right)^2$$

Donde:

c = cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.

$i_c$  = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión

$i_q$  = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga ( $\gamma D_f$ )

$s_c$  = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión

$s_\gamma$  = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción

$i_\gamma$  = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción

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

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

$N_c$  = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión = 5.14

$N_q$  = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga ( $\gamma D_f$ )

$N_\gamma$  = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción

$B'$  = ancho del "área efectiva"

$\alpha^\circ$  = ángulo en grados que hace la carga con la vertical

Referencia: Bowles, Joseph E. (1996) Foundation Analysis and Design. New York: Mc Graw – Hill Book Co.

Asumiendo un valor próximo a cero y adoptando las relaciones del artículo 20.4 de la **NORMA E050 SUELOS I CIMENTACIONES** tendríamos:

$$N_q := \left( \tan \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi')} \quad N_q = 8.399$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi') \quad N_c = 17.688$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi') \quad N_\gamma = 4.584$$

$$B := 1 \text{ m}$$

Ancho del área efectiva

$$L := 9.9 \text{ m}$$

Longitud del área efectiva

$$\alpha := 0$$

Ángulo en grados que hace la carga con la vertical.

$$s_\gamma := 1 - 0.2 \cdot \frac{B}{L} = 0.98$$

$$i_\gamma := \left( 1 - \frac{\alpha}{\phi'} \right)^2$$

$$i_c := \left( 1 - \frac{\alpha}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_q := i_c$$

$$q_d := i_q \cdot \gamma_1 \cdot Df \cdot N_q + 0.5 \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma$$

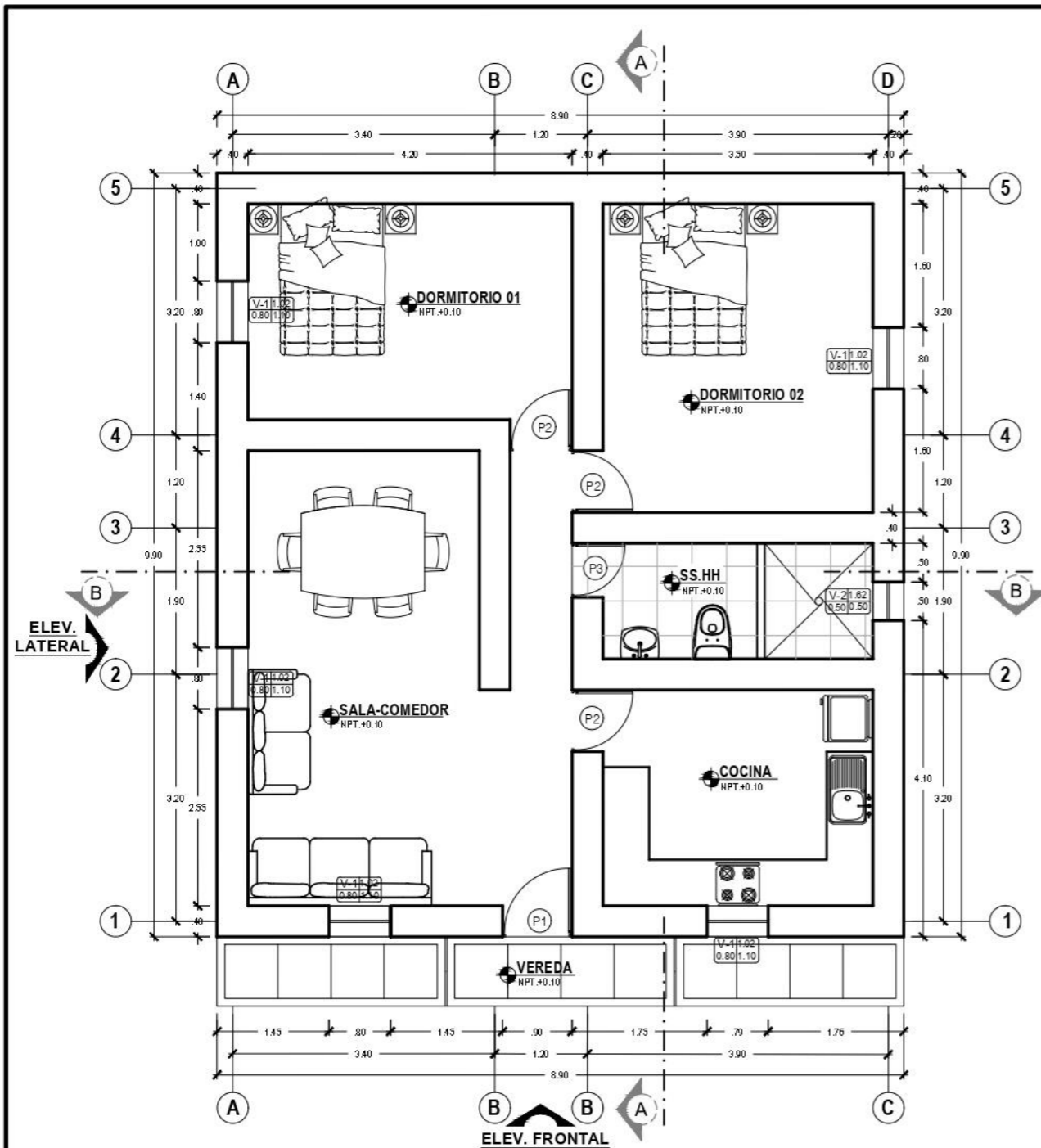
(Capacidad de carga)

$$q_d = 1.863 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Calculamos la carga admisible del suelo, con un factor de seguridad de 3.

$$q_{adm} := \frac{q_d}{3} = 0.621 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## ANEXO 5.-Planos de la edificación

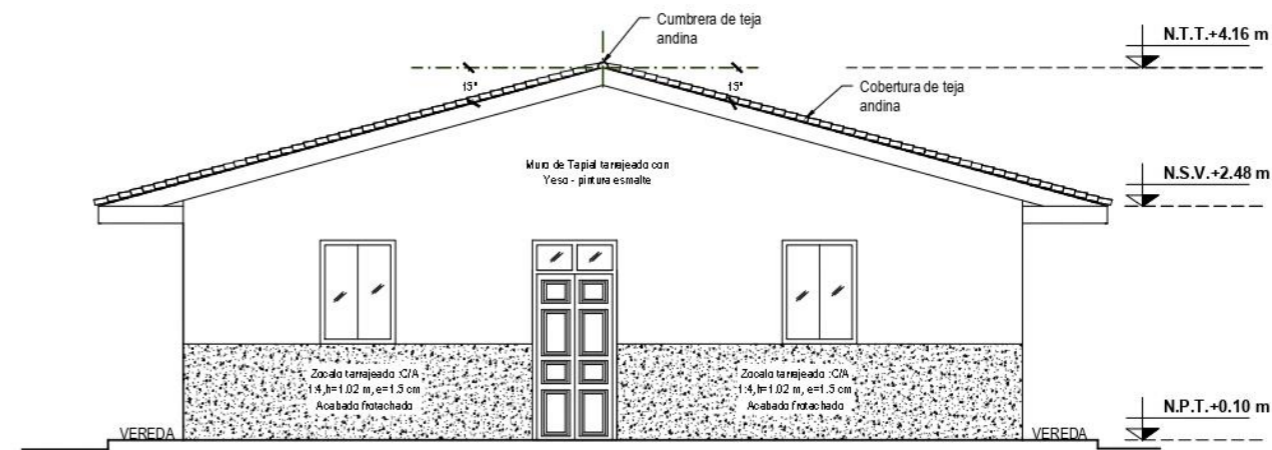


**PLANTA**  
ESC: 1/50

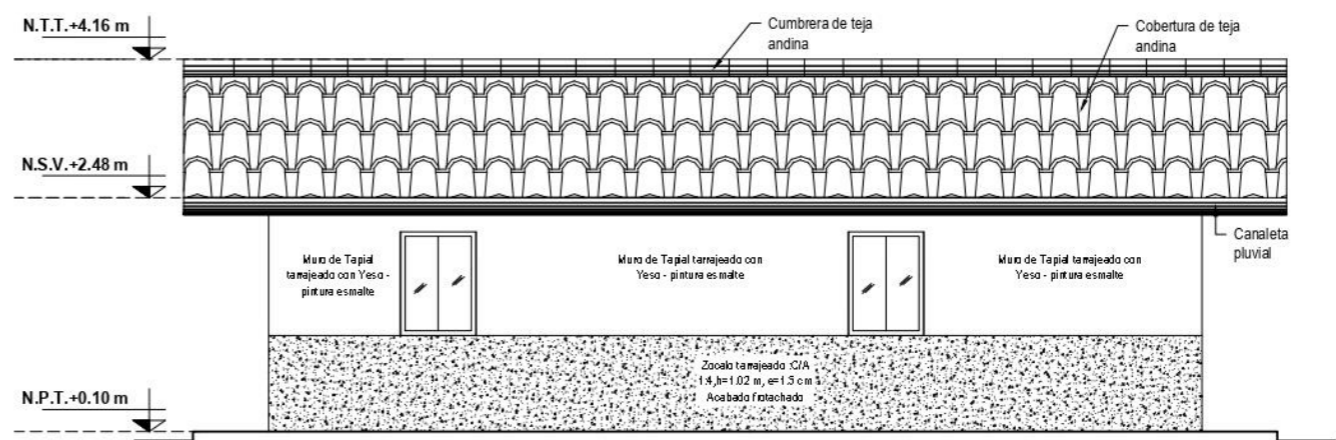
V-1	Alfeizer
Ancho	Altura

CUADRO DE VANOS (VENTANAS)					
CODIGO	ALFEIZER	ALTURA	ANCHO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
V-01	1.02 M	1.10 M	0.80 M	05	VIDRIO TEMPLADO e=6mm VENTANA BAJA CORREDIZA
V-02	1.82 M	0.50 M	0.50 M	01	VENTANA ALTA CON CELSIA DE MADERA

CUADRO DE VANOS (PUERTAS)				
CODIGO	ALTURA	ANCHO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
P-01	2.12 M	0.90 M	01	UNA HOJA DE MADERA APANEADA BARNIZADA COLOR NATURAL
P-02	2.12 M	0.80 M	03	UNA HOJA DE MADERA APANEADA BARNIZADA COLOR NATURAL
P-03	2.12 M	0.70 M	01	UNA HOJA DE MADERA APANEADA BARNIZADA COLOR NATURAL



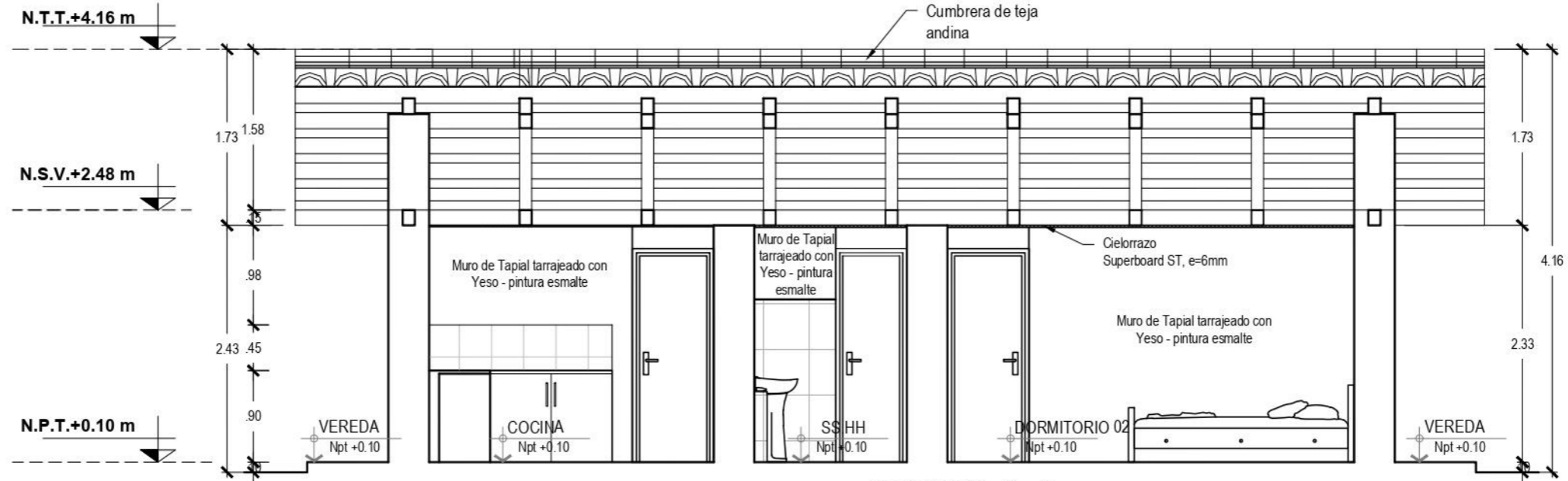
**ELEVACION PRINCIPAL**  
ESC: 1/50



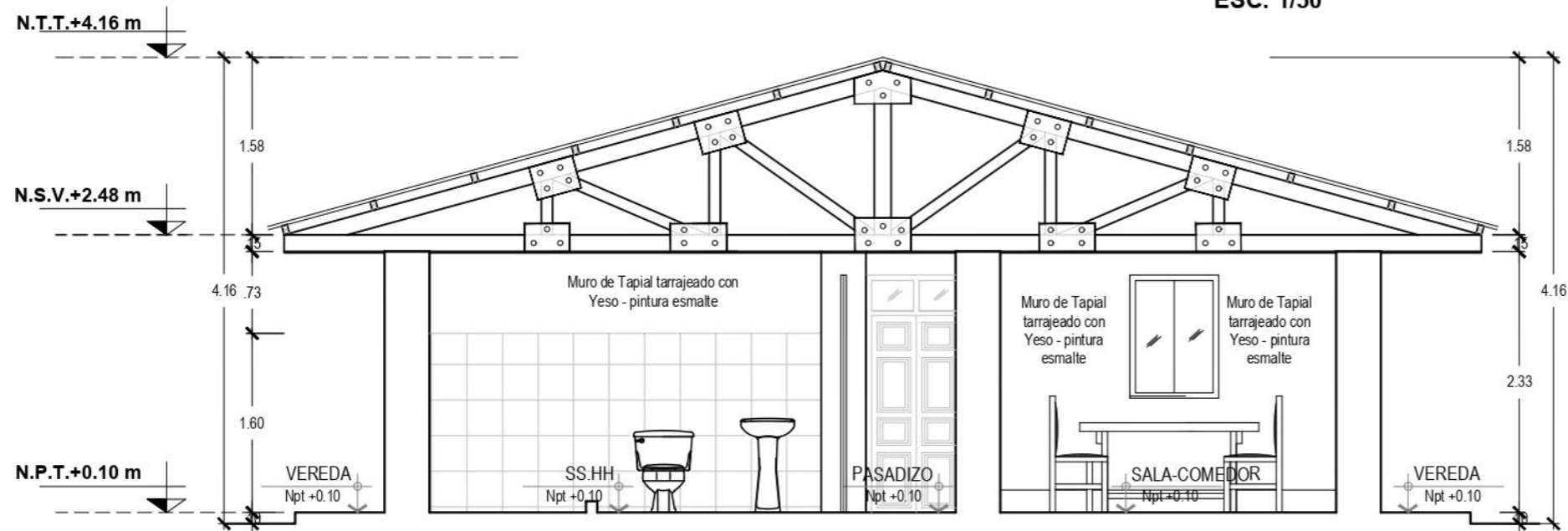
**ELEVACION LATERAL**  
ESC: 1/50

ACABADOS	PIBOS						Muros	Techo	Cielos rasos
	PISO	CONTRA ZOCALO	ZOCALO	MUROS	TECHOS	Cielos rasos			
SALA-COMEDOR	●	●	●	●	●	●	●	●	
COCINA	●	●	●	●	●	●	●	●	
SS.HH	●	●	●	●	●	●	●	●	
DORMITORIOS	●	●	●	●	●	●	●	●	
VEREDA	●	●	●	●	●	●	●	●	


<b>"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"</b>		
TESIS: "MODELADO SISMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERIA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON OXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		
PLANO: ARQUITECTURA - PLANTA Y ELEVACIONES		FECHA: Abril, 2024
UBICACION: DEPARTAMENTO: AMAZONAS PROVINCIA: CHACHAPOYAS DISTRITO: JALCA GRANDE LOCALIDAD: LA JALCA	TESISTA: BACH. SALON CHOCTALIN JEYMIS	LAMINA N°: A-01
ZONA DATUM: UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South		ESCALA: INDICADA
		01 DE 02

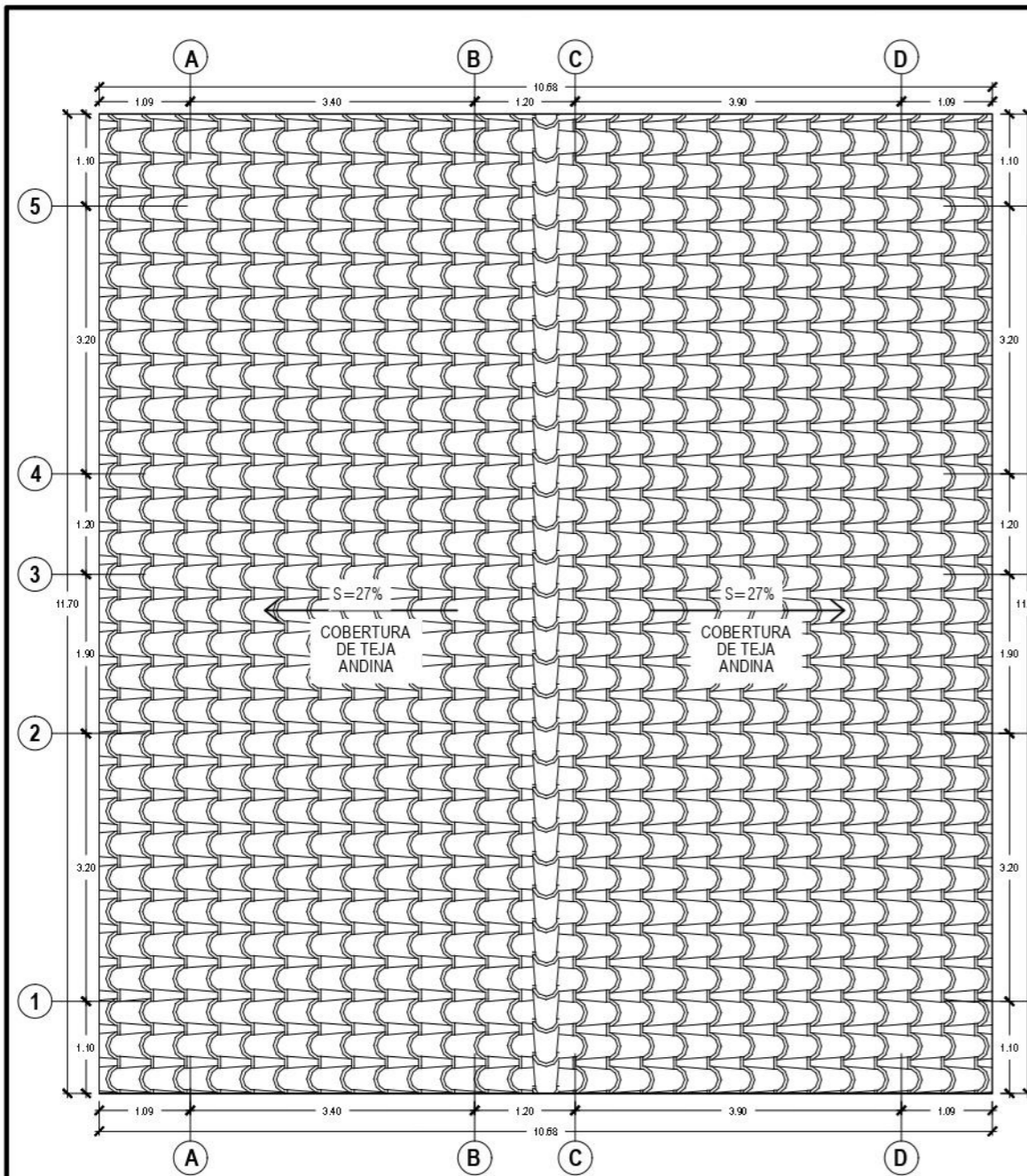


**CORTE A-A**  
**ESC: 1/50**

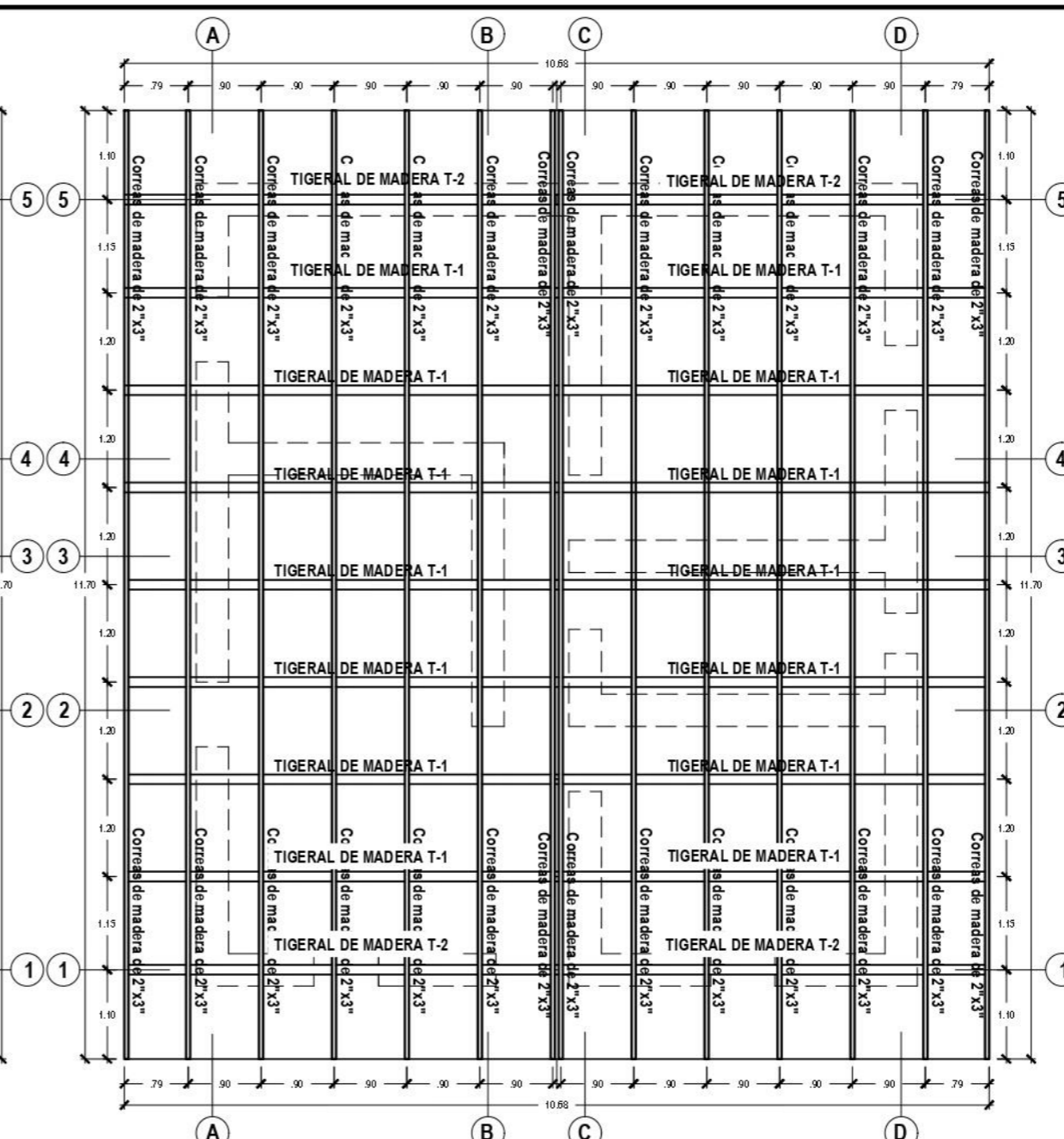


**CORTE B-B**  
**ESC: 1/50**

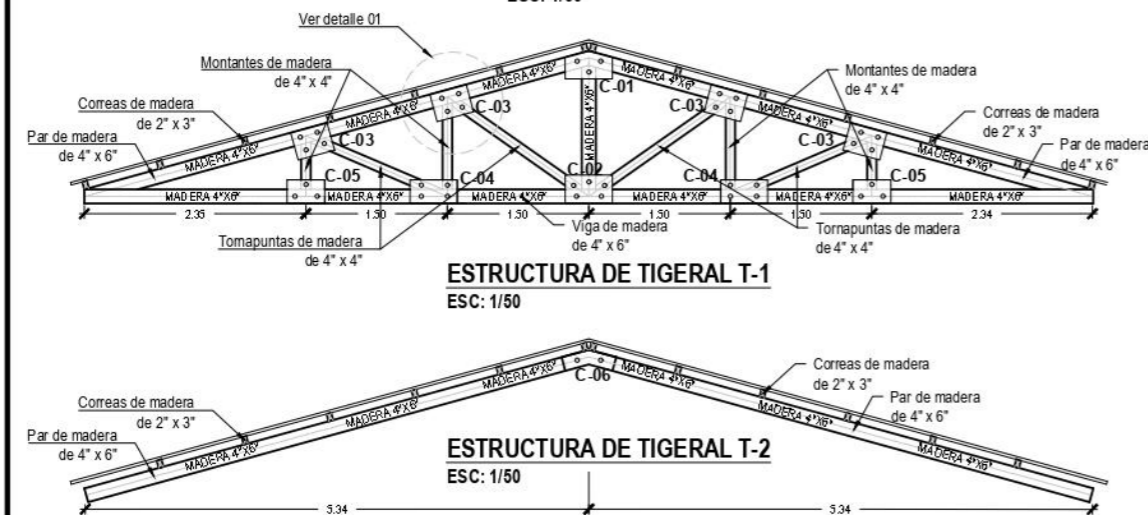
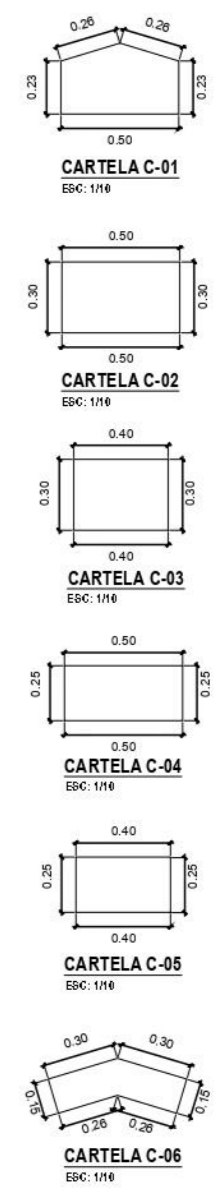
<b>"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"</b>		
<b>TESIS:</b> "MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		
<b>PLANO:</b> ARQUITECTURA - CORTES		<b>FECHA:</b> Abril, 2024
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO : AMAZONAS PROVINCIA : CHACHAPOYAS DISTRITO : JALCA GRANDE LOCALIDAD : LA JALCA	<b>TESISTA:</b> BACH. SALON CHOCTALIN JEYMIS	<b>LÁMINA N°:</b> <b>A-02</b>
<b>ZONA DATUM:</b> UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South		<b>ESCALA:</b> INDICADA
02 DE 02		



**PLANTA DE TECHO**  
ESC: 1/50

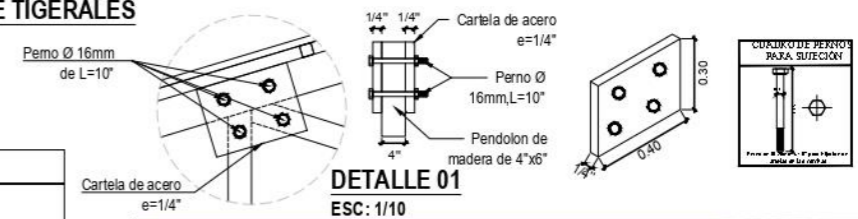


**DISTRIBUCIÓN DE TIGERALES**  
ESC: 1/50



**ESTRUCTURA DE TIGERAL T-1**  
ESC: 1/50

**ESTRUCTURA DE TIGERAL T-2**  
ESC: 1/50



**DETALLE 01**  
ESC: 1/10

**ESPECIFICACIONES**

- COBERTURA DE TEJA ANDINA
- LA MADERA EMPLEADA SERÁ EL EUCALIPTO, MADERA PERTENECIENTE AL GRUPO C, MADERA TÍPICA DE LA ZONA EMPLEADA EN ESTRUCTURAS DE COBERTURA.
- LAS DIMENSIONES DE LA MADERA PROPORCIONADAS SON MEDIDAS TERMINADAS Y ESTAS DEBEN MANTENERSE A LO LARGO DE TODA LAS SECCIONES.

MEDIDAS DEL PRODUCTO				MEDIDAS ÚTILES		
LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	PESO	LONGITUD	ANCHO	ÁREA
m.	m.	m.	(Aprox.Kg)	m.	m.	m <sup>2</sup> .
1.14	0.72	5.00	8.4	1.00	0.69	0.69

**"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"**

TESIS: "MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"

PLANO: ESTRUCTURA - TECHO Y DETALLES

FECHA: Abril, 2024

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: AMAZONAS, PROVINCIA: CHACHAPOYAS, DISTRITO: JALCA GRANDE, LOCALIDAD: LA JALCA

TESISTA: BACH. SALON CHOCTALIN JEYMIS

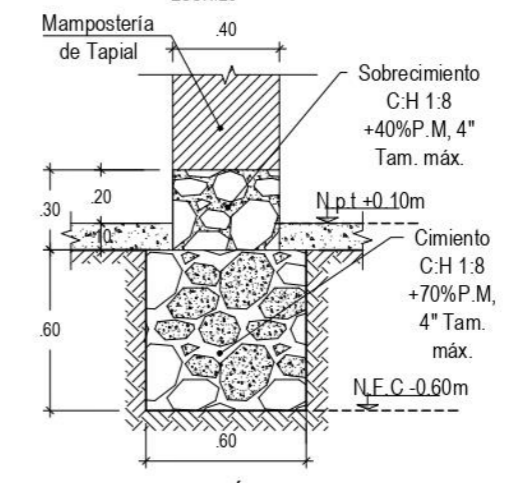
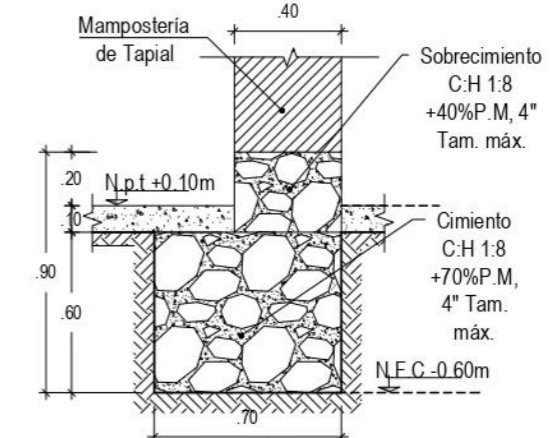
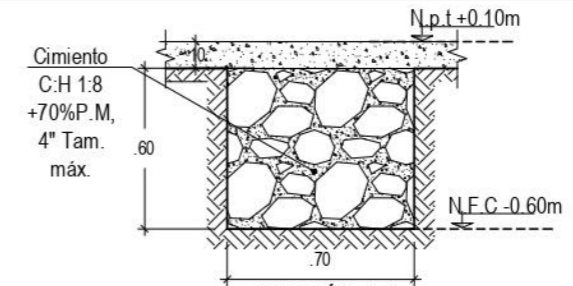
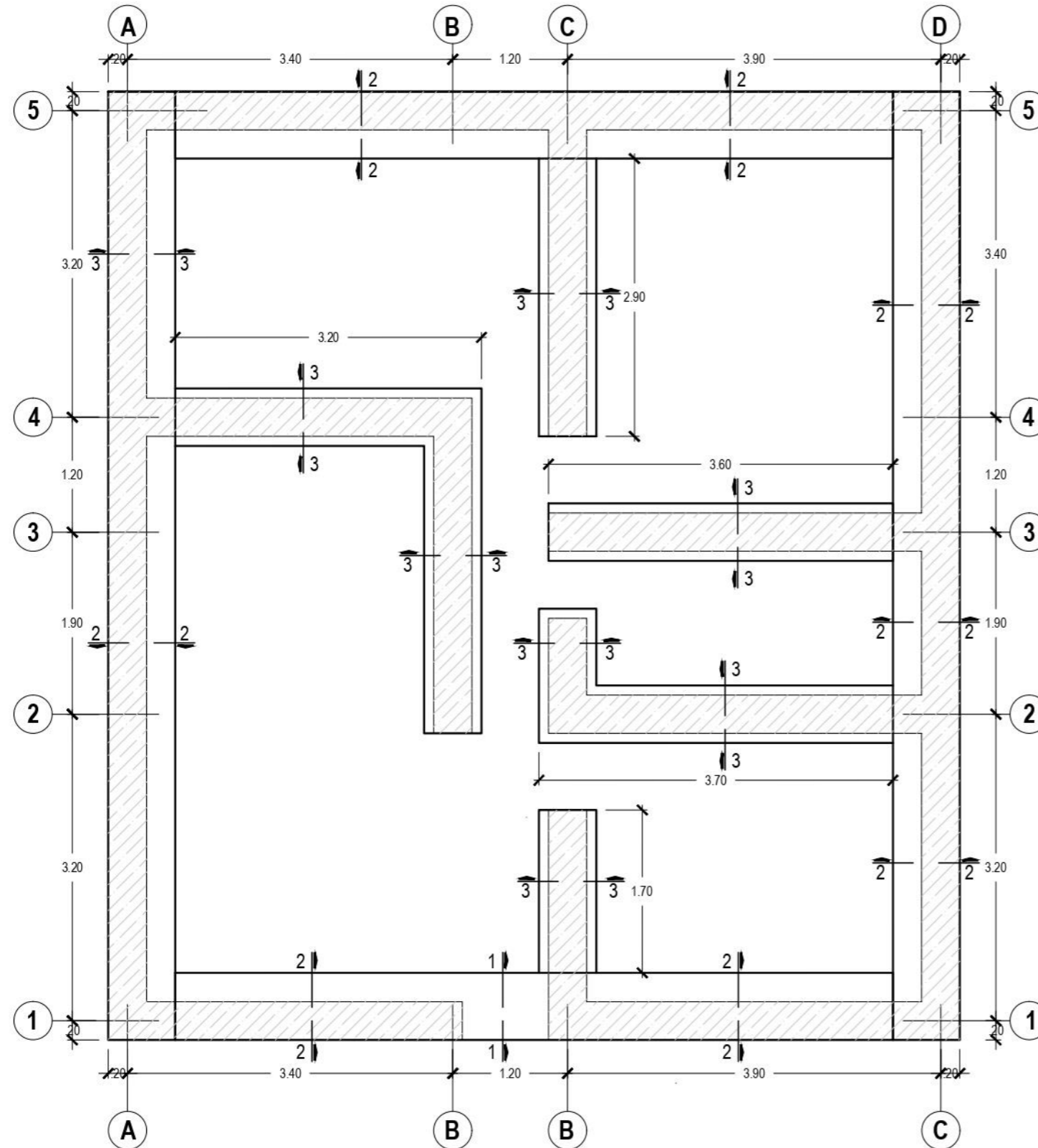
ZONA DATUM: UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South

ESCALA: INDICADA

LÁMINA N°: E-01

01 DE 02





<b>"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"</b>		
<b>TESIS:</b> "MODELADO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA CON MAMPOSTERÍA DE TAPIAL ESTABILIZADO CON ÓXIDO DE CALCIO EN LA JALCA GRANDE, AMAZONAS - 2022"		
<b>PLANO:</b> ESTRUCTURA - CIMENTACIÓN		<b>FECHA:</b> Abril, 2024
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: AMAZONAS PROVINCIA : CHACHAPOYAS DISTRITO : JALCA GRANDE LOCALIDAD : LA JALCA	<b>TESISTA:</b> BACH. SALON CHOCTALIN JEYMIS	<b>LÁMINA N°:</b> <b>E-02</b>
<b>ZONA DATUM:</b> UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South	<b>ESCALA:</b> INDICADA	02 DE 02