

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TESIS

**“Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica
construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR: Ponce Laurencio, Bil Kispon

ASESOR: Abal García, Hamilton Denniss

HUÁNUCO – PERÚ
2022



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72203027

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43962001

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-8378-9152

H

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Verastegui Ayala, Yessica Julia	Maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes	43962020	0000-0002-4387-5013
3	Villanueva Quijano, José Luis	Ingeniero civil	22513478	0000-0002-8421-9549

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día 25 del mes de NOVIEMBRE del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. YELÉN LISSETH TRUJILLO ARIZA (Presidente)
Mg. YESSICA JULIA VERASTEGUI AYALA (Secretario)
Ing. JOSÉ LUIS VILLANUEVA QUIJANA (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 2.337-2022-D-FI-UDD, para evaluar la **Tesis** intitulada:

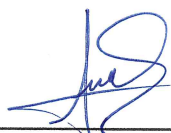
"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA
VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL
C. P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021

presentado por el (la) Bachiller BIL KISPON PONCE LAURENCIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

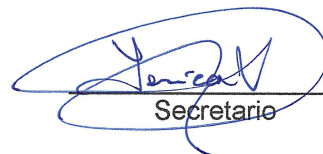
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 1.5 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

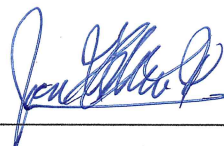
Siendo las 17:42 horas del día 25 del mes de NOVIEMBRE del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

**DIRECTIVA N° 006- 2020- VRI-UDH PARA EL USO DEL SOFTWARE TURNITIN DE
LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

**Resolución N° 018-2020-VRI-UDH 03JUL20 y modificatoria R. N° 046-2020-VRI-UDH,
19OCT20**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. ABAL GARCÍA, HAMILTON DENNISS**, asesor del PA **Ingeniería Civil** y designado mediante documento **RESOLUCION N°066-2020-D-FI-UDH** del estudiante **Bach. Bil Kispon PONCE LAURENCIO** de la investigación titulada **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **24%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de noviembre del 2022

M.Sc. Ing. Hamilton Denniss, ABAL GARCÍA

DNI N° 43962001

Código ORCID N° 0000-0002-8378-9152

TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

3

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

6

sigrid.cenepred.gob.pe

Fuente de Internet

1%

7

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote

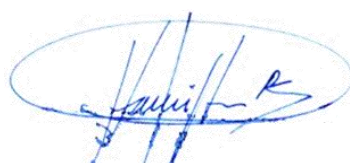
Trabajo del estudiante

<1%

9

biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co

Fuente de Internet



Apellidos y Nombres: Abal García,
Hamilton Denniss, DNI N°43962001
Código Orcid N°0000-0002-8378-9152

DEDICATORIA

Al Divino Creador por tanta bendición; a mi Padre Ramón, quien ha confiado en mí, dándome su apoyo incondicional, para ser un gran profesional y seguir escalando peldaños hasta lograr con mis metas. A mis abuelos; Juana y Bernabé por formarme con buenos modales para la sociedad. Y todos ellos dedico esta tesis, la cual me motivaron cada uno a su manera para culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi Dios, por estar presente en cada instante de mi vida; a mi Padre, quien fue el motivo de esta superación como estudiante y profesional. De esta forma también mis agradecimientos a los docentes del “Programa Académico de Ingeniería Civil - UDH”, que contribuyeron con sus conocimientos durante mi formación profesional. Finalmente agradezco al Msc. Hamilton D. Abal García, asesor de mi tesis y a todas aquellas personas que fueron participe para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	19
1.3. OBJETIVO GENERAL	19
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.1. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA	19
1.5.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	19
1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	20
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2. BASES TEÓRICAS.....	28
2.2.1. VIVIENDAS DE TAPIAL.....	28
2.2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDAD DE TAPIAL ..	29
2.2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL TAPIAL	32

2.2.4.	VULNERABILIDAD SÍSMICA	33
2.2.5.	METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	35
2.2.6.	ASPECTOS QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD	38
2.2.7.	NORMA PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA .	40
2.2.8.	MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA	46
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	47
2.4.	HIPÓTESIS.....	48
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	48
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	49
2.5.	VARIABLES.....	49
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	49
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	49
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	50
CAPÍTULO III.....		51
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		51
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.1.1.	ENFOQUE.....	51
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	51
3.1.3.	DISEÑO.....	51
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.2.1.	POBLACIÓN	52
3.2.2.	MUESTRA.....	52
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	53
3.3.1.	PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	53
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	53
CAPÍTULO IV.....		55
RESULTADOS.....		55
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	55
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	120
4.2.1.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL	120
4.2.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	120
CAPITULO V.....		123

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	123
5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	123
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES.....	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría de suelos para tapiales	29
Tabla 2 Tipo de fallas y agrietamientos con fuerzas sísmicas	33
Tabla 3 Comparación entre el RNE y los parámetros propuestos por el método del Índice de Vulnerabilidad.	36
Tabla 4 Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini para edificaciones mampostería (tapial)	37
Tabla 5 Rango de Índice de Vulnerabilidad normalizado	38
Tabla 6 Zonificación sísmica por provincias y distritos	42
Tabla 7 Operacionalización de variables	50
Tabla 8 Tamaño mínimo en estudios cuantitativos	52
Tabla 9 Distribución de la muestra según microzonificación sísmica y/o tipos de viviendas, que forman parte del C.P. de Tambillo.....	52
Tabla 10 Resultados del (Ivn) de las viviendas de tapial del C.P. de Tambillo	56
Tabla 11 Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma rectangular.....	56
Tabla 12 Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma de "C".....	57
Tabla 13 Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma de "L".	57
Tabla 14 Clasificación de las construcciones de tapial en el C.P. de Tambillo	59
Tabla 15 Dimensiones típicas de las viviendas rectangulares	59
Tabla 16 Dimensiones típicas de las viviendas en forma de "L"	59
Tabla 17. Dimensiones típicas de las viviendas en forma de "C"	59
Tabla 18 Cuadro de vanos ventanas y puertas - Vivienda rectangular promedio.....	62
Tabla 19 Cuadro de vanos de puertas - viviendas en forma de "C" promedio	63
Tabla 20 Cuadro de vanos de ventanas y puertas - viviendas en forma de "L" promedio.....	65
Tabla 21 Dimensiones de puertas y ventanas	69
Tabla 22 C.P. de Tambillo, Superficie y altitud	72
Tabla 23 Coordenadas UTM, ubicación de calicatas.....	78

Tabla 24 Perfil estratigráfico de la calicata C-01	79
Tabla 25 Perfil estratigráfico de la calicata C-02.....	80
Tabla 26 Perfil estratigráfico de la calicata C-03.....	81
Tabla 27 Resultados de capacidad admisible del terreno, (q_a)	82
Tabla 28 Parámetros de diseño, (Calicata C-01 de la zona tipo 1).....	82
Tabla 29 Parámetros de diseño, (Calicata C-02 de la zona tipo 2).....	83
Tabla 30 Parámetros de diseño, (Calicata C-03 de la zona tipo 1).....	83
Tabla 31 Propiedades mecánicas de tapial a usarse en el análisis estructural	85
Tabla 32 Coeficientes de adherencia " μ " y de fricción " f " para el adobe y tapial	86
Tabla 33 Pesos específicos de los materiales de construcción (ININVINI,1989; Norma E.020 Cargas,2006)	86
Tabla 34 Diseño sismorresistente (E-030)	92
Tabla 35 Irregularidad en altura en dirección X-X y Y-Y	93
Tabla 36 Irregularidad en planta en dirección X-X y Y-Y	93
Tabla 37 Cortante estático en dirección X-X.....	101
Tabla 38 Cortante estático en dirección Y-Y.....	102
Tabla 39 Cortante dinámico sin escalar en dirección X-X (V_x)	102
Tabla 40 Cortante dinámico sin escalar en dirección Y-Y (V_y)	102
Tabla 41 Determinación de los factores de escala para los espectros sísmicos en dirección; X-X y Y-Y	103
Tabla 42 Las distorsiones máximas de la vivienda en tapial en dirección X-X	103
Tabla 43 Las distorsiones máximas de la vivienda en tapial en dirección Y-Y	104
Tabla 44 Capacidad portante del suelo para análisis de cimentación (q_a)	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de cimentación.....	30
Figura 2 Herramientas para compactación	31
Figura 3 Juntas de avance.....	31
Figura 4 Aspectos geométricos.....	39
Figura 5 Muros en dos direcciones	39
Figura 6 Irregularidad en altura.....	40
Figura 7 Zonificación sísmica del Perú	42
Figura 8 Resultados de los niveles de vulnerabilidad normalizada.....	56
Figura 9 Porcentaje de viviendas en forma rectangular según índice de Vulnerabilidad.	56
Figura 10 Porcentaje de viviendas en forma de "C", según índice de Vulnerabilidad	57
Figura 11 Porcentaje de viviendas en forma de "L", según índice de Vulnerabilidad	57
Figura 12 Vivienda en forma rectangular	60
Figura 13 Vivienda en forma de "C"	60
Figura 14 Vivienda en forma de "L"	61
Figura 15 Planta de viviendas en forma rectangular promedio	61
Figura 16 Elevación de vivienda en forma rectangular promedio	62
Figura 17 Planta de viviendas en forma de "C" promedio.....	62
Figura 18 Elevación de vivienda en forma de "C" promedio	63
Figura 19 Planta de viviendas en forma de "L" promedio	64
Figura 20 Elevación - vivienda en forma de "L" promedio	65
Figura 21 Cimentación típica de viviendas de tapial	66
Figura 22 Zócalos y veredas de vivienda de tapial	67
Figura 23 Dimensiones promedio de los moldes para tapial	67
Figura 24 Asentado típico de unidades de tapial	68
Figura 25 Asentado típico de muros de tapial en las esquinas	68
Figura 26 Vano de puerta	69
Figura 27 Vigas de entrepiso	70
Figura 28 Cubiertas de la vivienda.....	71

Figura 29 Lugar de estudio, C.P. de Tambillo.....	72
Figura 30 Viviendas en pendiente, zona tipo 1	73
Figura 31 Vista panorámica del C.P. Tambillo	73
Figura 32 Unidad geológica	75
Figura 33 Unidad geomorfológica.....	76
Figura 34 (a) Calicata de la zona tipo 1, (b) calicata de la zona tipo 2 y (c) calicata de la zona tipo 1	77
Figura 35 Mapa base del C.P. de Tambillo.....	78
Figura 36 Mapa de microzonificación sísmica	84
Figura 37 Peso específico de la madera.....	87
Figura 38 Tipo de madera.....	87
Figura 39 Módulo de elasticidad de la madera	88
Figura 40 Áreas de vivienda típica (Rectangulares)	88
Figura 41 Vista frontal de la vivienda típica (rectangular), N°26	89
Figura 42 Vista lateral de la vivienda típica (rectangular), N°26.	89
Figura 43 Distribución en planta del primer nivel de vivienda N°26	90
Figura 44 Distribución en planta del segundo nivel de vivienda N°26.....	90
Figura 45 Elevación frontal de vivienda N°26	91
Figura 46 Elevación lateral de vivienda N°26	91
Figura 47 Espectro respuesta dirección “X”	94
Figura 48 Espectro respuesta dirección “Y”	95
Figura 49 Definición de carga muerta en Etabs V.19.....	96
Figura 50 Definición de carga viva en Etabs V.19	97
Figura 51 Definición de propiedades de tapial en Etabs V.19	97
Figura 52 Dibujo de muros Etabs V.19	98
Figura 53 Visualización de muros de tapial en 3D, Etabs V.19	98
Figura 54 Definiendo propiedades de la madera en Etabs V.19.....	99
Figura 55 Visualización de viga collar de la vivienda	99
Figura 56 Modelo 3D de la vivienda típica en Etabs V.19.....	100
Figura 57 Animación de la vivienda por efecto del movimiento sísmico en Etabs V.19.	100
Figura 58 Modos de vibración.....	101
Figura 59 Fuerza cortante mínima	103

Figura 60 Distorsión máxima vs distorsión según Norma E030, en dirección X-X.....	104
Figura 61 Distorsión máxima vs distorsión según Norma E030, en dirección Y-Y.....	104
Figura 62 Cimentación según Norma E-080: Diseño y construcción tierra reforzada.....	105
Figura 63 Definición de propiedades del concreto simple en Safe V.20	106
Figura 64 Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$	107
Figura 65 Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 1 (C-01) en Safe V.20	107
Figura 66 Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación; $U=1.4CM+1.7CV$	108
Figura 67 Esfuerzos de cargas de servicio 01 sobre el suelo de fundación; $U=CM+CV$	108
Figura 68 Esfuerzos de cargas de servicio 02 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) + SX$	109
Figura 69 Esfuerzos de cargas de servicio 03 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) - SX$	110
Figura 70 Esfuerzos de cargas de servicio 04 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) + SY$	111
Figura 71 Esfuerzos de cargas de servicio 05 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) - SY$	112
Figura 72 Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 1 (C-01) .	113
Figura 73 Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$	114
Figura 74 Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 2 (C-02)	114
Figura 75 Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación (C-02); $U=1.4CM+1.7CV$	115
Figura 76 Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 2 (C-02) .	116
Figura 77 Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.83 \text{ kg/cm}^2$	117
Figura 78 Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 1 (C-03)	117

Figura 79 Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación (C-03); $U=1.4CM+1.7CV$	118
Figura 80 Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 1 (C-03) .	119
Figura 81 Configuración en planta de algunas estructuras según la metodología de Iv	178
Figura 82 Configuración en elevación de la estructura	179

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar las condiciones de vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construidas en tapial en el C.P. Tambillo por método de Benedetti y Petrini, ya que en la localidad mencionada identificó viviendas de diferentes tipos materiales de construcción, siendo la vivienda de tapial las que más predominan en la zona de estudio; a raíz de ello, se determinó el nivel vulnerabilidad sísmica y de esa manera los propietarios pueden tomar las debidas precauciones ante posibles eventualidades del sismo.

Del análisis de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica en el C.P. Tambillo, Presenta como vulnerabilidad sísmica baja 3%, media 20% y alta 77%, siendo la vivienda rectangular altamente vulnerable.

Asimismo, se han tomado como muestra 30 viviendas construidas en tapial del C.P. de Tambillo y las cuales se agrupó según su tipología como: rectangulares = 77%, en forma de "C" = 13% y en forma de "L" = 10%.

En base al estudio mecánica de suelos se hizo el mapa de microzonificación sísmica del C.P. de Tambillo, determinándonos en dos tipos de zonas. Zona tipo 1 (Suelos tipo ML) y Zona tipo 2 (Suelos tipo CL).

Finalmente, el análisis estructural de la vivienda típica, se desarrolló usando el software de Etabs V.19 y Safe V.20. Para ver el comportamiento estructural con los resultados de las tres calicatas. Donde el esfuerzo máximo que transmite la vivienda típica al suelo de fundación supera al esfuerzo neto del terreno. y el asentamiento máximo es en zona tipo 02, debido a la presencia de nivel freático a -2.20 m. y por tal razón se evidenció presencia de patologías en viviendas.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, Norma Técnica Peruana NTP, Norma E.030-2018, Norma E.080-2017, Viviendas de tapial, Microzonificación sísmica.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of evaluating the conditions of seismic vulnerability of the typical house built in tapial in the C.P. Tambillo by the method of Benedetti and Petrini, since in the mentioned locality he identified houses of different types of construction materials, being the mud house the most prevalent in the study area; As a result, the seismic vulnerability level was determined and thus the owners can take the necessary precautions against possible eventualities of the earthquake.

From the analysis of the seismic vulnerability of the typical house in the C.P. Tambillo presents a low seismic vulnerability of 3%, a medium of 20% and a high of 77%, with the rectangular house being highly vulnerable.

Likewise, 30 houses built on tapial del C.P. de Tambillo and which were grouped according to their typology as: rectangular = 77%, "C" shaped = 13% and "L" shaped = 10%.

Based on the mechanical study of soils, the seismic microzoning map of C.P. of Tambillo, determining ourselves in two types of zones. Zone type 1 (Soils type ML) and Zone type 2 (Soils type CL).

Finally, the structural analysis of the typical house was developed using the Etabs V.19 and Safe V.20 software. To see the structural behavior with the results of the three pits. Where the maximum effort transmitted by the typical house to the foundation soil exceeds the net effort of the ground. and the maximum settlement is in zone type 02, due to the presence of a water table at -2.20 m. and for this reason the presence of pathologies in homes was evidenced.

Keywords: Seismic vulnerability, Peruvian Technical Standard NTP, Standard E.030-2018, Standard E.080-2017, rammed earth dwellings, seismic microzoning.

INTRODUCCIÓN

Las viviendas del C.P. de Tambillo, han sido construidas y siguen construyendo sin ningún tipo arriostamiento en los muros ya que los pobladores no cuentan con asesoramiento técnico y por desconocimiento no aplican o no tienen en cuenta la Norma E.080-2018 y como resultado se puede apreciar viviendas construidas, se encuentran en malas condiciones, mano de obra empleados han sido deficientes, lo cual los vuelve vulnerables ante fenómenos naturales tales como: lluvias vientos, sismos y entre otros. Siendo el principal fenómeno de esta investigación, que viene a ser el sismo. Este fenómeno prueba el desempeño de las estructuras los cuales generan; desgaste, fisuras, grietas, desmoronamiento del material y pérdida de ancho en las secciones de los muros, disminuyendo su capacidad y resistencia mecánica de la estructura, que posteriormente esto se puede traducir en un colapso parcial o total de la edificación, exponiendo al peligro la vida de sus habitantes.

En base a lo descrito se planteó el problema general: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021?

Asimismo, esta investigación está justificada en: justificación normativa (E.080-2017 y E.050-2018), justificación técnica (la cual permitió diagnosticar el estado actual de las viviendas) y justificación social (la precariedad en que se encuentran las viviendas trae como consecuencia que sean vulnerables).

Y de acuerdo al problema general se planteó el objetivo la cual consistió en: Analizar la vulnerabilidad de la vivienda típica construidas en tapial en C.P. de Tambillo, Huánuco 2021.

La investigación tiene la siguiente estructura: Capítulo I Problema de investigación, Capítulo II Marco teórico, Capítulo III Metodología, Capítulo IV Resultados, Capítulo V Discusiones resultados, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

El enfoque de esta investigación es cuantitativo por que la información recabada en campo sirvió para probar las hipótesis en base a la medición numérica, asimismo el alcance de esta investigación es descriptivo porque solo consistió en describir y analizar la variable de estudio y finalmente tiene un diseño no experimental - transeccional.

Finalmente se llega a las siguientes conclusiones: que el análisis de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica del C.P. de Tambillo se realizó por método de los 11 parámetros de Benedetti y Petrini. Dando como resultado a la vivienda rectangular como altamente vulnerable. Se concluye que en el C.P. Tambillo la vivienda típica son: rectangulares, "C" y en "L". Se concluye que en base a la evaluación geotécnica se clasificó en dos tipos de zonas y las cuales son representadas en mapas de microzonificación sísmica. Asimismo, se concluye que el asentamiento máximo es en la zona tipo 02 y por esta razón se presenció patologías en todas las viviendas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Nuestro país geográficamente está ubicado dentro del llamado cinturón del fuego del pacífico, el cual es un lugar donde existen zonas de convergencia (placas tectónicas), y estas placas colisionan entre sí mismo generando la disipación de energías sísmicas de forma natural en toda la superficie de la corteza terrestre y a causa de ello se originan los siguientes fenómenos naturales: terremotos, tsunamis y sismos leves, así como también de alta intensidad. En este sentido tenemos los sismos más relevantes acontecidos en la región de Arequipa allá por los años 2001 y en localidad de Pisco en el año 2007.

El C. P. de Tambillo-Umari, Pachitea y Región Huánuco, donde se desarrolla esta investigación, se encuentra en la zona sísmica 2, según el Mapa de Zonificación Sísmica del Territorio Peruano (Norma E.030 Diseño Sismorresistente 2018), del Reglamento Nacional de Edificaciones.

(Miranda, 2018, p. 23) Muchos pobladores peruanos viven en viviendas construidas totalmente de tierra, a veces sin ningún tipo de arriostramiento de los muros.

Esta situación aún más se agrava debido a la existencia de un gran porcentaje de construcciones de mampostería que se presenta a la largo del territorio peruano y con mayores porcentajes en las zonas alto andinas, construidas a base de tierra, piedra, quincha y otros materiales que tienen poca capacidad mecánica para absorber energía.

Los departamentos de Huancavelica (82,4 por ciento), Apurímac (76,1 por ciento), Cajamarca (70,3 por ciento) y Cusco (67,3 por ciento), son departamentos que tienen los mayores porcentajes de viviendas construidas con adobe o tapia, según el (INEI, 2017) Informe titulado Censos Nacionales

de Población y Vivienda, 2007 y 2017. Esto representa 2 millones 148 mil 494 viviendas en todo el país.

Además todas estas viviendas de tapial se encuentran expuestas a condiciones de la naturaleza, tales como sismos, inundaciones, huacos, lluvias, heladas, vientos y otros factores; que prueban el desempeño de las estructuras generando desgaste, fisuras, grietas, desmoronamiento del material y pérdida de ancho en las secciones de los muros, disminuyendo su capacidad y resistencia mecánica de la estructura, que posteriormente esto se puede traducir en un colapso parcial o total de la edificación, exponiendo al peligro la vida de sus habitantes.

Y en la localidad de Tambillo se han identificado viviendas de diversos materiales de construcción (albañilería confinada de unidades silico calcáreas y arcilla cocida, sistemas aporricada de concreto armado, adobe y tapial); siendo las de viviendas de tapial las que predominan en la zona de estudio. Así también se ha identificado que existe un módulo predominante o típico entre las viviendas constituidas de tapial el cual; de acuerdo a la ubicación respecto al casco urbano de la localidad presentan diferentes magnitudes de falla por fuerza perpendicular (efecto sísmico).

Dichas magnitudes de falla varían de acuerdo a la localización de la vivienda respecto al casco urbano. Mediante la presente investigación se busca identificar dichas zonas con fines de determinar su vulnerabilidad sísmica, microzonificación sísmica y sobre ellas realizar modelaciones estructurales considerando la vivienda típica de tapial.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuál es la vivienda típica construidas en tapial en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021?

PE2: ¿Cuál es la microzonificación sísmica en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021?

PE3: ¿Cuál es la respuesta estructural de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021?

1.3. OBJETIVO GENERAL

OG: Analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar la vivienda típica construidas en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021.

OE2: Determinar la microzonificación sísmica en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021.

OE3: Conocer la respuesta estructural de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA

Las viviendas de tapial se construyeron sin tener en cuenta los parámetros y recomendaciones mínimas que establece la norma E.080, asimismo el interés de la presente investigación está en analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda y con estos resultados poder advertir a los usuarios y tomar medidas de prevención ante la posibilidad de un sismo.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Esta investigación, permitirá estimar los daños potenciales de las estructuras, diagnosticar el estado actual de las viviendas y ofrecer opciones de estabilidad y refuerzo estructural para mantenerse ante los movimientos

sísmicos previstos en la región. Además, servirá de advertencia a sus usuarios para que se preparen ante la posibilidad de un movimiento sísmico y posteriormente se proporcionará un punto de reseña para que las autoridades incluyan en los planes de mitigación y de esta manera se disminuirá el riesgo sísmico. Tomando estas medidas, podemos evitar pérdidas de vidas y ahorrar dinero en los esfuerzos de reconstrucción.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La precariedad de la construcción de viviendas en tapial, trae como consecuencia que sean vulnerables ante un movimiento sísmico que pudiera darse, motivo por el cual algunos residentes quieren elevar su nivel de vida mejorando sus estructuras o construcciones actuales.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- No hay muchas informaciones relacionadas a la presente investigación.
- No hay información sobre el procedimiento constructivo de las viviendas consideradas en la presente investigación.
- Algunos propietarios nos negaron el ingreso y recorrido dentro de sus viviendas. La cual esto nos generó dificultades para la recolección de informaciones confiables, pero sin embargo se recopiló informaciones necesarias para el desarrollo de esta investigación.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Se tuvo la capacidad intelectual para investigar y por lo tanto es viable desarrollar esta tesis.
- Es viable, porque se tuvo acceso a la Municipalidad Distrital de Umari. la cual nos facilitó con informaciones complementarias.
- Es viable, porque se tuvo los suficientes recursos económicos para llevar a cabo la presente investigación.
- Es viable, porque esta investigación será de mucha utilidad para otras investigaciones relacionadas a este tema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cerón L. y Silva M. (2014), En la tesis titulada "Desempeño sísmico de casas consistoriales en tapia pisada con y sin refuerzo de madera de confinamiento" para obtener el título de ingeniero civil.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el desempeño sísmico de una casa consistorial de dos pisos rehabilitada con madera de confinamiento. Al comparar los modelos con y sin refuerzo, el modelo con refuerzo de madera de confinamiento demostró un comportamiento sísmico superior. Por el contrario, el modelo sin refuerzo experimentó múltiples colapsos como resultado de los esfuerzos de tensión, flexión y corte a los que está sometido. Este hallazgo reafirma la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de muros de zapata debido al deterioro de sus propiedades mecánicas.

Al permitir un desplazamiento regulado fuera del rango lineal sin que se produzca un colapso, el confinamiento de las maderas mejora la capacidad de la estructura para resistir los terremotos. Las maderas de confinamiento redujeron los mayores desplazamientos relativos de los muros en el terremoto de Tauramena en un 29 por ciento (reducción del 69 por ciento) y en un 11 por ciento (reducción del 12 por ciento). Con el fin de preservar el patrimonio arquitectónico y cultural, podrían emplearse como método alternativo de restauración en ayuntamientos con muros escalonados.

Nuez R. & Mejía P. (2018), En la tesis titulada "Análisis de comportamiento estructural de la técnica de vernácula de muros en tapia pisada con inclusión de caña brava" para optar el título de ingeniero civil.

Esta tesis fue realizada con la finalidad de ejecutar ensayos de esfuerzos pseudodinámicos y estáticos en muros de tapia pisada tradicionalmente contruidos con presencia de caña brava, colocados longitudinalmente y transversalmente.

La investigación muestra que la calidad de los elementos contruidos con técnicas de tierra armada es incierta, como demuestran las mediciones (Tabla 15) ya que presenta mucha humedad en los lugares que se contruyeron los cuatro muros de tapia pisada, que fueron controlados por los experimentos. Sin embargo, el autor concluye que la selección del material mediante ensayos de campo se acepta, pero no se recomienda debido al carácter cualitativo de las mediciones realizadas. Esto demuestra que los muros no se compactaron hasta la máxima densidad de la tierra, como lo demuestra el hecho de que sus humedades no coinciden con las correspondientes a la humedad óptima indicada por el ensayo de relación humedad-densidad (cuadro 12).

Dado que un mayor porcentaje de humedad se traduce en una menor densidad y, por tanto, se requiere una mayor cantidad de material para su construcción, es comprensible el 12 por ciento de material adicional requerido para la construcción de los muros C y D. Esto se observa en las muestras de humedad tomadas durante la construcción (cuadro 15). Esto fue confirmado por las observaciones realizadas a lo largo de la fase de secado del muro, cuando un fenómeno conocido como contracción por secado provocó el desarrollo de grietas como consecuencia del exceso de humedad. Aunque existe una amplia gama de fracciones de suelo sugeridas para la construcción de una estructura de este tipo (grava 0-15 por ciento, arena 40-50 por ciento, limos 20-35% y arcilla 15-25 por ciento), la ausencia de cualquier material dentro de estos rangos hace que la estructura pierda las propiedades físico-mecánicas del suelo que proporcionan resistencia a las construcciones, es decir, al muro.

Por último, pero no menos importante, el estudio concluyó que las inclusiones horizontales de caa brava en los muros de tierra apisonada no

se sugieren para mejorar el comportamiento de los muros bajo cargas laterales, ya que debilitan el elemento, no aumentan la capacidad portante y no dan más rigidez. Por lo tanto, no aportan nada estructuralmente útil al elemento y dificultan gravemente su rendimiento

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Timoteo (2018), En la tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma- Junin”, para obtener su título de ingeniero civil.

El objetivo de esta tesis fue demostrar que las viviendas de dos pisos construidas con muros de barro en la periferia de Tarma, en el departamento de Junín, son particularmente susceptibles a los daños por sismos. A partir de los resultados, el autor concluye que efectivamente es así, al menos bajo las condiciones de las tensiones sísmicas que se han establecido.

A pesar de tener dos plantas y estar situadas en pendientes de hasta el 75 por ciento, las viviendas de la periferia del centro de Tarma tienen una tipología que intenta adaptarse a la zona sísmica. Estas viviendas se han agrupado por sus formas de planta predominantes, que son rectángulos y "L".

Las casas en "L" son las más vulnerables de los dos tipos estudiados, con una puntuación de vulnerabilidad del 100 por ciento, mientras que las casas rectangulares son sólo moderadamente vulnerables, con una puntuación del 52,2 por ciento y una puntuación de vulnerabilidad alta del 47,8 por ciento. En comparación con las casas "L", que sólo sufren daños moderados durante las mismas tres aceleraciones de 0,20g que la referencia, las casas "L" sufren daños muy graves con la misma aceleración de 33g, con gastos de reparación superiores al coste de la estructura. En las casas rectangulares, el índice de daños para 0,20g es lo suficientemente alto como para justificar la evacuación por seguridad, y para 0,30g, la casa debe considerarse una pérdida total.

Los resultados demuestran que el comportamiento sísmico de las viviendas expuestas a un terremoto real (Ica 2007, Lima 1974 y Moquegua 2001) tiene los mismos patrones y comportamiento. Muchos edificios se desmoronan ante un sismo de 0,35g porque los muros de los pisos superiores experimentan aceleraciones más fuertes y no están reforzados para soportar las tensiones y desplazamientos; los techos no sirven como diafragmas, por lo que las conexiones entre los muros son débiles; y no hay suficientes arriostramientos o refuerzos en las juntas. Es posible que se produzcan fallos por vuelco en los pisos superiores porque, incluso con pocas grietas, las paredes están en vibración independiente; al no estar unidas entre sí, suponen un serio peligro de derrumbe y destrucción del edificio en caso de terremoto fuerte. Dado que las viviendas en forma de L experimentan más desplazamientos y tensiones, son más propensas a sufrir fallos por flexión perpendicular al plano del muro, como consecuencia de las grietas horizontales y verticales. Reforzar la estabilidad de estos muros disminuyendo los desplazamientos laterales y uniéndolos mejoraría el rendimiento de estos muros durante un terremoto fuerte. Como opción rentable y factible para la periferia de la ciudad, el esfuerzo de unión entre tejados y muros propuesto por Tarma es una opción atractiva.

Miranda (2018), en la tesis titulada “Evaluación del comportamiento sísmico de un muro de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Ancash, 2018”, para obtener el título de ingeniero civil.

El fin de este estudio de investigación es analizar cómo el refuerzo de carrizo afecta el comportamiento sísmico de un muro de carrizo en el Centro Poblado de Huata, Huaylas. La tabla 25 muestra los resultados del estudio de la influencia del refuerzo de carrizo en el esfuerzo de compresión de cuatro muestras diferentes: la segunda muestra, reforzada con carrizo de doble malla, tuvo un valor de 12,87 kg/cm²; la tercera muestra, reforzada con carrizo de triple malla, tuvo un valor de 10,95 kg/cm²; y la cuarta muestra, reforzada con carrizo de cuádruple malla, tuvo un valor de 8,03 kg/cm². La muestra 2 mostró la máxima resistencia (75,656 KN), que

corresponde a la representación de la figura 265 de la mayor carga soportada por todos los pilotes (7720 kg).

La tabla 30 muestra que la resistencia al corte del primer muro sin refuerzo fue de 0,14 KPA, mientras que la resistencia al corte del segundo muro con refuerzo (malla doble) fue de 0,21 KPA, la resistencia al corte del tercer muro con refuerzo (malla triple) fue de 0,19 KPA, y la resistencia al corte del cuarto muro con refuerzo (malla cuádruple) fue de 0,13 KPA.

Resultados del desplazamiento lateral Al comparar el desplazamiento mínimo del muro modelado con refuerzo de caña en la dirección X con el desplazamiento mínimo del muro modelado sin refuerzo en Etabs en la dirección X y en la dirección Y y en la dirección, las tablas 34 y 35 muestran los resultados de las rigideces laterales en base al módulo de elasticidad resuelto por el ensayo de laboratorio de compresión axial; los valores obtenidos para el muro con refuerzo con dirección X de 0,02 cm y dirección Y de 0,01 cm modelados en Etabs se comparan con los resultados f el muro sin refuerzo.

Velarde (2014), en la tesis titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos de adobe existente en lima” para obtener el título de ingeniero civil.

La presente tesis tiene como objetivo analizar la estabilidad estructural de las edificaciones típicas de adobe de dos pisos existentes en Canta, una localidad rural con importante peligrosidad sísmica, para diagnosticar su estado actual y dar sugerencias de estabilización sísmica.

Tras considerar el gran espesor de sus muros y su arquitectura de vanos diminutos, el autor considera que las viviendas de Canta tienen una tipología que se esfuerza por adaptarse a la zona sísmica siendo de 2 plantas. Tanto los materiales como los métodos de construcción están en excelentes condiciones.

Sin embargo, los muros del segundo piso de estas viviendas experimentan mayores aceleraciones y no están equipados para soportar cargas y desplazamientos en un terremoto de gran magnitud; el techo no sirve de diafragma y las conexiones entre los muros son muy débiles.

Cuando las paredes de los pisos superiores comienzan a fracturarse, empiezan a vibrar de forma independiente y, al no estar unidas entre sí, suponen un riesgo importante de colapso y destrucción en un terremoto de gran magnitud.

Al limitar los desplazamientos laterales y enlazarlos, se mejora el comportamiento de estos muros longitudinales del segundo nivel, incluso ante un gran terremoto. Para crear un enlace en la parte superior de los muros a un coste razonable, una conexión reforzada de la cubierta es una opción práctica y asequible en la zona rural de canta.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Abal B. (2019), en la tesis titulada “Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas del asentamiento humano comité 2, vista alegre de aparicio pomares -Huánuco 2018”, para optar el título de ingeniero civil.

Esta tesis se propuso responder a la pregunta: "¿Cómo se comparan las características estructurales de las estructuras del Comité de Asentamientos Humanos 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares-Huánuco 2018 en términos de vulnerabilidad sísmica?"

En resumen, el autor concluye que se encuentra una dependencia significativa entre los factores estructurales y el nivel de vulnerabilidad sísmica, medida por el índice de vulnerabilidad que presentan las construcciones informales del Comité 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares - Huánuco. Además, es evidente que la vulnerabilidad es sustancial dado que el 55 por ciento de las viviendas evaluadas necesitan algún tipo de

modificación estructural. El 20 por ciento de las viviendas son muy vulnerables a los daños del sismo y necesitan atención urgente, mientras que el 20 por ciento de las viviendas son moderadamente vulnerables y sólo requieren reparaciones menores, y el 25 por ciento de las viviendas son extremadamente vulnerables y sólo requieren reparaciones menores.

Las viviendas del Comité de Asentamientos Humanos 2 de Vista Alegre de Aparicio Pomares - Huánuco fueron analizadas por su vulnerabilidad sísmica en relación con su diseño estructural, y se encontró una correlación significativa entre ambas (Figura 20). Se encontró que los índices de vulnerabilidad se incrementan en un 39.83 por ciento en ausencia de un diseño estructural o supervisión de la construcción, lo que sugiere que estos factores juegan un papel crucial en la reducción de la seguridad de los residentes durante los terremotos.

Debido a que las viviendas más antiguas del Comité de Asentamientos Humanos 2 de Vista Alegre de Aparicio Pomares - Huánuco están situadas en las zonas de mayor riesgo sísmico, se encontró que no existe una correlación entre la calidad estructural de la edificación y la vulnerabilidad sísmica. Esto se dedujo de la Figura 21, que muestra que no hay correlación entre el índice de vulnerabilidad promedio y la antigüedad de la edificación. La investigación de campo muestra que el sesenta por ciento de las viviendas tiene más de diez años, con el correspondiente desgaste de los materiales y la existencia de eflorescencias en las paredes por la constante exposición a la humedad. El sesenta por ciento de las viviendas de la región investigada tenían un parámetro de calidad estructural de grado C o peor, lo que indica que durante la construcción se utilizó mampostería y mortero de baja calidad. Se observa en la Figura 23 un aumento del índice de vulnerabilidad en las construcciones de las viviendas que están en una pendiente pronunciada, lo que sugiere que existe una relación significativa entre la ubicación de la edificación y la vulnerabilidad sísmica en las viviendas del Comité de Asentamientos Humanos 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares -Huánuco. Como se puede observar en la

Figura 24, también existe una correlación importante entre el índice de vulnerabilidad y la presencia de suelo compactado debajo de la vivienda.

Simon D. (2016), en la tesis titulada “Vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas nivel secundario del distrito de Panao-Pachitea-Huánuco” para obtener el título de ingeniero civil. El propósito de esta tesis fue evaluar la preparación sísmica de los colegios secundarios del distrito de Panao de la provincia de Pachitea en la zona de Huánuco. El autor considera que las edificaciones de los colegios secundarios de la región de Panao de la provincia de Pachitea son muy susceptibles de sufrir daños sísmicos debido a sus singulares características de diseño, construcción y estructura. La falta de aplicación de las normas sísmicas, según la RNE E.30- 2016, ha dejado a los colegios con un riesgo sísmico medio-bajo y bajo. La Tabla N°022 muestra el índice de vulnerabilidad sísmica (para todas las muestras procesadas) adquirido durante el presente estudio. Para la elaboración del análisis estadístico se utilizaron los doce módulos como variables independientes; siete de estos módulos tienen una vulnerabilidad alta y cinco una vulnerabilidad media. Esta estrategia de internacionalización se basó en la escala de Benedetti para la categorización. Los datos visibles muestran que el 61,64 por ciento de los módulos de las escuelas del distrito de Panao tienen un índice de riesgo bajo, mientras que el 38,36 por ciento tienen un índice de vulnerabilidad medio-bajo. Este enfoque tiene la ventaja de proporcionar una descripción sencilla del riesgo a través del índice de vulnerabilidad, que puede utilizarse como herramienta para tomar decisiones políticas de prevención de catástrofes a gran escala.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VIVIENDAS DE TAPIAL

Selección del suelo

La proporción de arcilla provee cohesión al unir las partículas de arena, haciendo una combinación estructuralmente duradera, pero un exceso de arcilla puede producir fracturas cuando el tapial se seca, por lo que se considera que debe superar el 20 por ciento, tal y como especifica la

NTP E.080. Como regla general, los expertos coinciden en que debe ser superior al 20 por ciento. Para determinar su viabilidad de uso, son preferibles las pruebas de campo, que son menos costosas y más prácticas para los que construyen.

Tabla 1
Granulometría de suelos para tapiales

Diámetro de los granos en mm	Clasificación	Porcentajes CRATERRE	Porcentajes CEET y DeS
2≤d≤20	Grava	0 - 15	5 - 20
0.06≤d<2	Arena	40 - 50	40 - 65
0.002≤d<0.06	Limo	35 - 20	15 - 25
d<0.002	Arcilla	15 - 25	10 - 30

Fuente: (SENCICO, 2017).

Encofrados

El suelo ya preparado se llega a encofrarlos mediante moldes de madera y sus dimensiones de estos moldes varían de acuerdo a la ubicación de las construcciones.

Para evitar deformaciones excesivas, la NTP E.080 especifica que los bloques de muro deben tener las siguientes dimensiones: anchura mínima; 0,40 m., altura máxima: 0,60 m., longitud máxima: 1,50 m. y espesor mínimo del encofrado de madera 20 mm, con refuerzos horizontales y verticales.

2.2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA DE TAPIAL

Cimientos

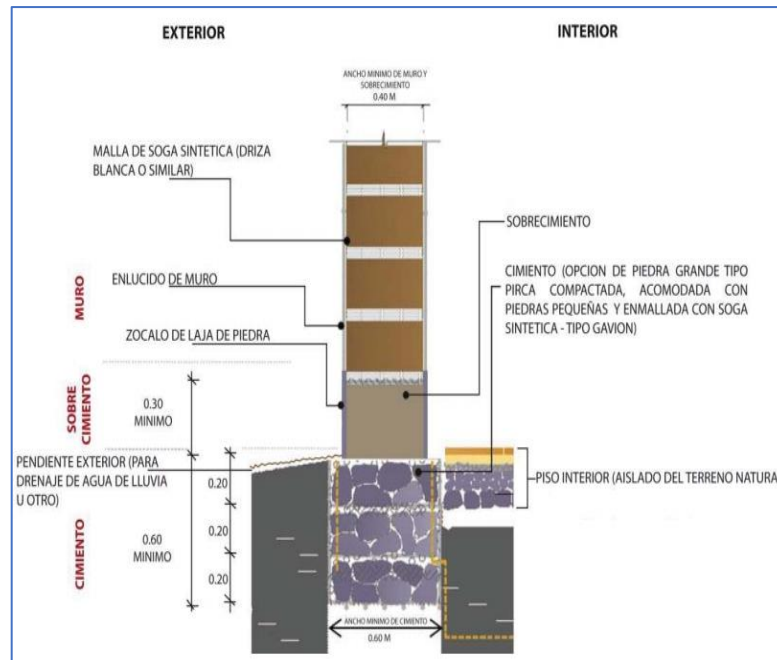
El armazón bajo los muros primarios de una estructura se conoce como cimentación en banda, y puede estar compuesto por pilotes de roca, concreto ciclópeo o piedra con mortero. El componente principal de una cimentación son las rocas, que pueden ser angulares o redondeadas, y que luego se depositan con barro, concreto simple, mortero de cemento, cal y arena gruesa. Para garantizar la estabilidad, los cimientos deben tener al menos 0,60 m de ancho y profundidad (SENCICO, 2017).

Sobrecimientos

Los sobrecimientos pueden estar apilados con piedras grandes y medianas, o pueden estar compuestos de concreto simple, cal y arena gruesa.

La NTP E.080 especifica un ancho mínimo de 40 cm y una altura mínima sobre el nivel de piso terminado de 30 cm. Para una mayor protección contra la erosión de los muros de tierra apisonada.

Figura 1
Esquema de cimentación



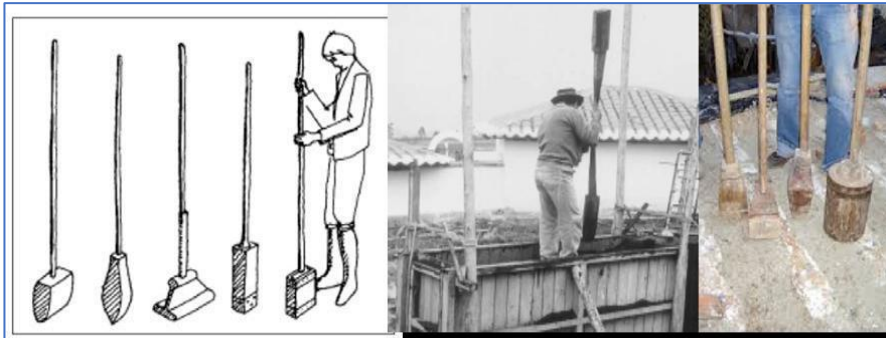
Fuente: Norma E.080 (SENCICO, 2017)

Moldeo del tapial

Cada unidad de muro debe construirse con capas de tierra de no más de 0,15 m como máxima altura, compactadas a una profundidad de unos 0,10 m más o menos (por capa) de acuerdo con la NTP E.080.

- a) Para la compactación en (a) se utilizan mazos de madera de aproximadamente 10 kgf.

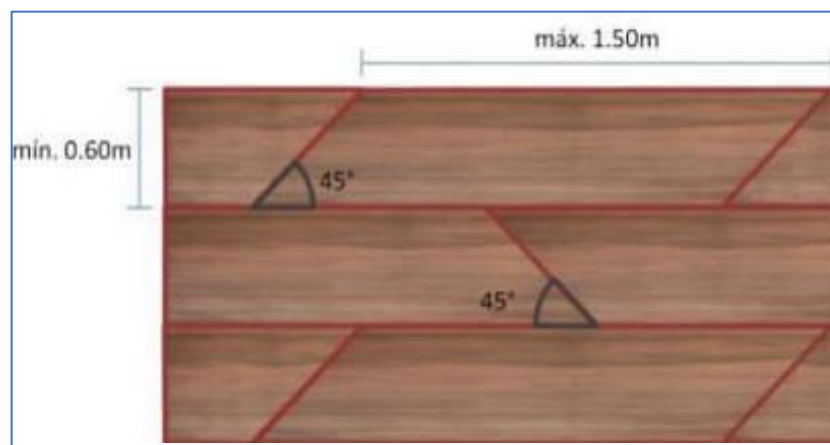
Figura 2
Herramientas para compactación



Fuente: (SENCICO, 2017)

- b) Después de la compactación de las capas de la unidad de muro anterior, la cara superior de la capa final (la superficie endurecida) debe ser picada hasta un máximo de 0,01 m (un centímetro) y mojada rápidamente antes de que se pueda verter la primera capa de tierra de la unidad de muro posterior.
- c) Las unidades utilizadas para construir las hiladas deben tener una inclinación añadida a las juntas de avance, se recomienda una inclinación de alrededor de 45 grados, según la Figura 3 (juntas de avance para el método de tierra apisonada reforzada).

Figura 3
Juntas de avance



Fuente: (SENCICO, 2017)

Una vez finalizada la primera hilada, que estará formada por un número determinado de capas en función de la altura del encofrado, los encofrados pueden desmontarse y transportarse lateralmente hasta el siguiente muro. La primera hilada tardará al menos tres días en secarse lo suficiente como para añadir una segunda encima.

Para ayudar la adherencia entre las dos hiladas y disminuir el agrietamiento, la NTP E.080 especifica picar la cara superior endurecida de la primera hilada en 1 cm y rociar con agua a razón de 1 litro/metro. Para romper la monotonía de las juntas verticales, colocaremos la segunda hilada en ángulo recto con la primera.

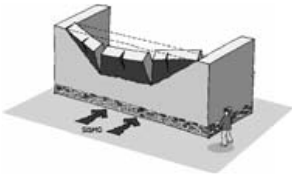
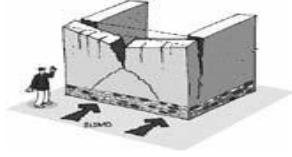
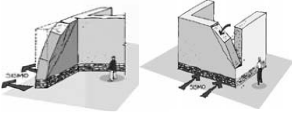
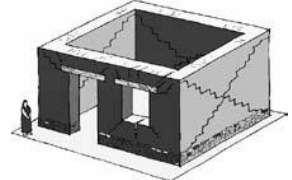
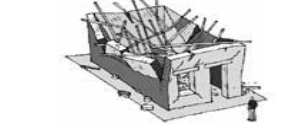
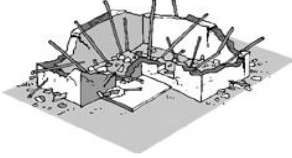

2.2.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL TAPIAL

Al igual que los muros de adobe, los muros de tierra apisonada son estructuralmente sólidos porque ofrecen suficiente resistencia a la compresión y pueden así soportar el peso de la gravedad sin derrumbarse. Los muros tienen problemas con las fuerzas horizontales de los terremotos, ya que su resistencia depende de su capacidad de tracción a la flexión, y ésta es obviamente muy baja.

Por ello, existe un consenso generalizado sobre la necesidad de reforzar las estructuras de tierra para superar sus debilidades mecánicas inherentes. Sin embargo, es importante que los edificios de tierra tengan planes bien pensados que empleen vanos cortos y se mantengan alejados de las esquinas para evitar el debilitamiento por cargas de torsión y el pandeo causado por la delgadez de los muros.

Al igual que los fallos observados en los muros de adobe, especialmente en las esquinas y durante el vuelco, los muros de tierra apisonada se derrumban cuando se someten al impacto de los terremotos (SENCICO, 2017).

Tabla 2
Tipo de fallas y agrietamientos con fuerzas sísmicas

TIPO DE FALLA	ESQUEMA
<p>Los muros muy largos son más propensos a presentar flexión perpendicular al plano del muro, que se manifiesta en forma de grietas horizontales cerca del suelo o a media altura del muro, así como en grietas verticales.</p>	
<p>El agrietamiento en la parte superior y el agrietamiento diagonal en la zona del núcleo constituyen el mecanismo de fallo, y el resultado es la flexión perpendicular al plano del muro.</p>	
<p>Las esquinas de los muros sueltas o las esquinas que no están adecuadamente sujetas a los muros transversales son propensas al fallo por flexión perpendicular al plano.</p>	
<p>Fallo por cizallamiento del muro causado por fuertes fuerzas horizontales; estas fracturas suelen aparecer alrededor de puertas y ventanas y se ven agravadas por el peso de las cubiertas circundantes.</p>	
<p>El fallo en la zona superior de los muros provoca el colapso del tejado hacia el interior debido al apoyo inadecuado de los muros.</p>	
<p>El fallo del tejado en su conjunto debido a un soporte inadecuado o a un diseño estructural deficiente es habitual en estructuras antiguas, deterioradas o de gran peso.</p>	
<p>Problemas que surgen cuando las paredes del segundo piso no están bien sujetas a las paredes del segundo piso. La inestabilidad del segundo piso se debe a que el entrepiso rompe los muros principales casi horizontalmente</p>	

Fuente: (Yamin L., Phillips C., Reyes J., & Ruiz D., 2007)

2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La sensibilidad o inclinación innata de los edificios a sufrir daños durante los terremotos se mide con una métrica denominada vulnerabilidad sísmica (Barbat A, Oller S, & Vielma J, 2005, p. 4). El diseño de la planta, la

variación de la altura, la densidad mínima de los muros en ambas direcciones, el sistema de resistencia a la carga, el método de construcción y el estado de conservación influyen en la determinación de esta característica.

Los edificios, las presas, las carreteras, los puentes, los taludes, los embalses, las centrales nucleares y cualquier otra cosa en la que sea importante saber cómo reaccionará en caso de terremoto pueden beneficiarse de las evaluaciones de vulnerabilidad sísmica.

Experimentar a tamaño natural en laboratorios y aplicar fuerzas conocidas hasta destruir los modelos es la técnica más directa para establecer la susceptibilidad de las estructuras. Sin embargo, la susceptibilidad de los distintos componentes de los edificios típicos de la región, como las casas de adobe y de tierra apisonada, se ha evaluado mediante una serie de pruebas fáciles y económicas, a pesar de que este tipo de pruebas han sido relativamente escasas en América Latina debido al costo y la sofisticación de los experimentos.

Dado que la vulnerabilidad sísmica puede ser evaluada de manera muy particular y exhaustiva en los edificios o de manera más general en la investigación a nivel urbano, como en la presente investigación, se utilizan enfoques simplificados y justificados.

La realización de estudios a nivel urbano puede reducirse al conocimiento de algunos parámetros básicos para clasificar la estructura, es decir, al conocimiento de su calidad estructural, mediante la aplicación de metodologías simplificadas que evalúan los parámetros que controlan el daño de las estructuras bajo la acción sísmica. Los estudios a nivel urbano son los más practicables cuando se contempla la realización de una evaluación del riesgo sísmico, que requiere el estudio de enormes regiones. En consecuencia, es necesario destacar que la técnica estadística utilizada en la mayoría de estas investigaciones da lugar a una incertidumbre sustancial para casi todas las estimaciones de vulnerabilidad.

Gran parte de esto se debe a que las evaluaciones se realizan sin tener en cuenta una investigación exhaustiva sobre el diseño, el estado y el rendimiento del edificio. Es una práctica habitual que las estructuras se evalúen mediante una inspección técnica seguida de la cumplimentación de un formulario de inspección que especifica los criterios que se utilizarán para realizar una evaluación basada únicamente en observaciones visuales y no en cálculos de comportamiento estructural. Dicho de otra manera (Timoteo, 2018, p. 17).

2.2.5. METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Una de las clasificaciones más conocidas y completas hasta la fecha fue presentada por Corsanego y Petrini (1990). Los métodos de evaluación sísmica pueden dividirse en cuatro categorías, cada una de las cuales se analiza con más detalle a continuación.

a. Método de evaluación sísmica

Técnicas directas

Los métodos tipológicos en los que los edificios se clasifican en clases según los materiales de construcción, las características constructivas y otros factores que influyen en la respuesta sísmica del edificio, y el método de la función de peligro, permiten predecir los daños por terremoto de forma directa y en una sola etapa.

El segundo enfoque es mecánico, y prevé el impacto del terremoto en el edificio mediante el uso de modelos mecánicos adecuados, de los cuales existen variantes analíticas básicas y analíticas integrales. (Pecori & Cruz, 2018, p. 28).

Técnicas indirectas

Pecori & Cruz, (2018) “Utilizando datos recogidos antes y después de un terremoto, este enfoque establece una correlación entre la magnitud de un terremoto y la cantidad de daños que causa.” (p. 28).

Técnicas convencionales

Pecori & Cruz, (2018) “El uso de métodos probado, esencialmente heurísticos, establecen un índice de vulnerabilidad. Independientemente de la capacidad de prever el daño. Su función principal es evaluar el grado de peligro que suponen varios edificios del mismo tipo en la misma región geográfica.” (p. 28).

Técnicas híbridas

Pecori & Cruz, (2018) “Las características de los métodos, como las funciones de vulnerabilidad basadas en la vulnerabilidad observable y las evaluaciones de expertos, se combinan en este enfoque.” (p. 28).

b. Método del Índice de Vulnerabilidad Benedetti y Petrini

El índice de vulnerabilidad de las viviendas de mampostería no reforzada determina los factores críticos que influyen en la gravedad de los daños del edificio durante los terremotos. Para identificar las variaciones dentro de un determinado tipo de edificio, el enfoque asigna pesos a una serie de criterios.

Tabla 3

Comparación entre el RNE y los parámetros propuestos por el método del Índice de Vulnerabilidad.

i	Parámetro del Iv.	RNE
1	Organización del sistema resistente	Aspectos estructurales
2	Calidad del sistema resistente	Aspectos constructivos
3	Resistencia convencional	Suelos
4	Posición del edificio y cimentación	Cimentación
5	Diafragmas horizontales	Aspectos estructurales
6	Configuración en planta	Aspectos geométricos
7	Configuración en elevación	Aspectos geométricos
8	Distancia entre columnas	Aspectos geométricos
9	Tipo de cubierta	Aspectos estructurales
10	Elementos no estructurales	-
11	Estado de Conservación	-

Fuente: Marín F. (2012)

c. Análisis del Método de Benedetti y Petrini

Para obtener el grado de vulnerabilidad sísmica se debe hacer un promedio ponderado de acuerdo a la “calidad sísmica de cada parámetro estructural y no estructural”, estos juegan un papel fundamental en la actuación sísmica de las estructuras de mampostería. (Benedetti y Petrini, 1985)

Asimismo, los parámetros tienen clases que son A, B, C y D, las cuales podremos clasificarlo según el análisis minucioso, estas clases tomarán valores de 0 a 45 representadas con “Ki” (según la clase).

Por ejemplo, si se evalúa el parámetro 1 y nos arrojó la “C”, entonces el valor de Ki= 20. Observando la Tabla 4, el valor del Coeficiente de Peso “Wi” podrá variar de 0.25 a 1.50, es dato importante para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad “Iv”, considerando la siguiente ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Los parámetros 1, 2, 4, 5, 9, 10 y 11 son de carácter descriptivo, mientras que los parámetros 3, 6, 7 y 8. son calculados matemáticamente.

Tabla 4
Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini para edificaciones mampostería (tapial)

Parámetros	Ki(A)	Ki(B)	Ki(C)	Ki(D)	Wi
1 Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
2 Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3 Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4 Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5 Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6 Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7 Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8 Distancia entre columnas	0	5	25	45	0.25
9 Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10 Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11 Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Fuente: Benedetti-Petrini (1985)

Observando los valores de la Tabla 4 y la Ecuación 1, cuando los valores de la tabla sean insertados correspondientemente en la ecuación se obtendrán resultados para “lv”, que oscilan de 0 a 382.5, donde si “lv” se divide entre 382.5 obtendremos valores menores al 20%, entonces con este resultado la vivienda tiene una vulnerabilidad baja, si “lv” obtiene el valor de 20% a 40%, entonces el análisis de la vivienda se obtiene como resultado una vulnerabilidad media y si “lv” es mayor del 40%, entonces la vivienda tendrá una alta vulnerabilidad sísmica.

Tabla 5

Rango de Índice de Vulnerabilidad normalizado

Vulnerabilidad	Rangos de lv
Baja	$0 < lv \text{ norm} < 20$
Media	$20 \leq lv \text{ norm} < 40$
Alta	$lv \text{ norm} \geq 40$

Fuente: Quispe Norbertt (2004).

d. Descripción de cada parámetro usado para cada cálculo según método de Benedetti y Petrini

Descripción de los parámetros del método del índice de vulnerabilidad para edificaciones de tapial (adaptación del Índice de vulnerabilidad para mampostería). Donde esta descripción de parámetros y de las clases A, B, C y D que representan la condición de calidad A la hora de clasificar cada parámetro de la técnica como "A", "B", "C" o "D", se tuvieron en cuenta la metodología original, las directrices ofrecidas en el R.N.E., las investigaciones anteriores y las visitas al campo, asimismo se adjunta en el (Anexo N°16.01)

2.2.6. ASPECTOS QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD

Para determinar la susceptibilidad de una vivienda a la actividad sísmica deben evaluarse cuidadosamente múltiples aspectos y particularidades (AIS, 2001). Al igual que otras clasificaciones, puede desglosarse según los siguientes criterios:

- a. **Aspectos geométricos:** Las irregularidades en planta de la edificación, la asimetría de los muros entra a la categoría de características geométricas (AIS, 2001).

Figura 4
Aspectos geométricos

<u>IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN</u>	
<p>Vulnerabilidad Baja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forma geométrica regular y aproximadamente simétrica • Largo menor que 3 veces ancho. • No tiene "entradas y salidas" como las que se muestran en las otras dos figuras, visto tanto en planta como en altura. 	
<p>Vulnerabilidad Media</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta algunas irregularidades en planta o en altura no muy pronunciadas. 	
<p>Vulnerabilidad Alta</p> <ul style="list-style-type: none"> • El largo es mayor que 3 veces ancho • La forma es irregular, con entradas y salidas abruptas. 	

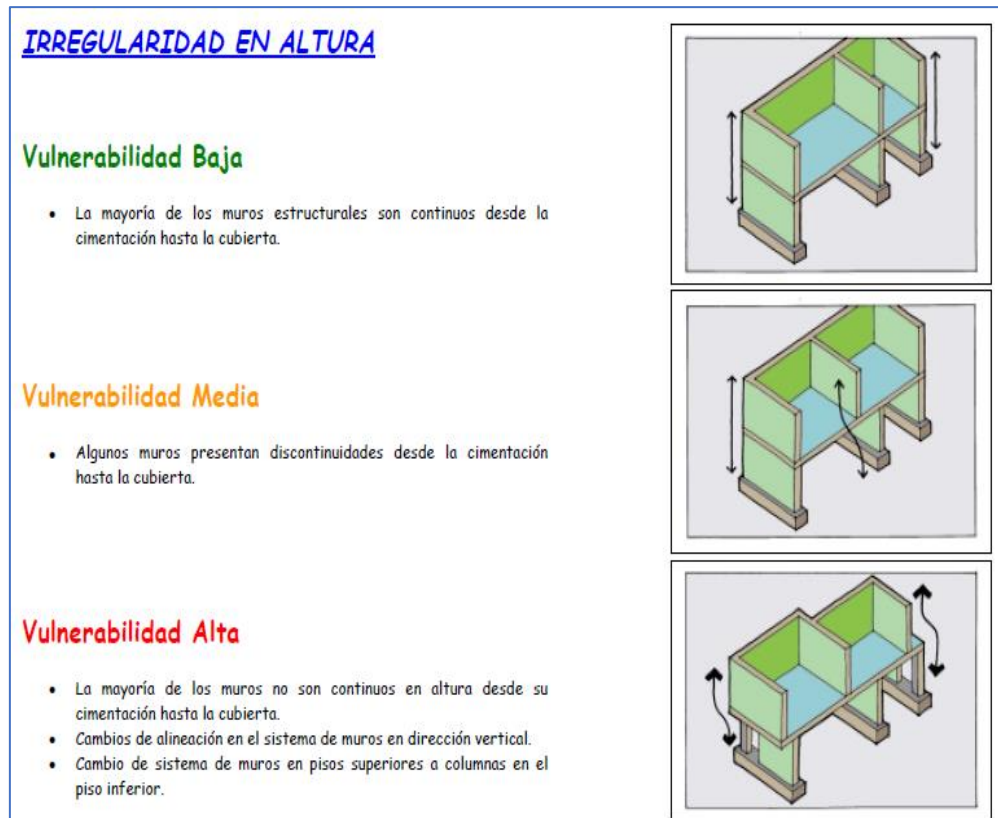
Fuente: (AIS, 2001)

Figura 5
Muros en dos direcciones

<p>Vulnerabilidad Baja</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existen muros estructurales en las dos direcciones principales de la vivienda y estos son confinados o reforzados. • Hay una longitud totalizada de muros en cada una de las direcciones principales al menos igual al valor dado por : $L_o = (M_o \times A_p) / t$ <p> A_p = área en m² de la planta (si la cubierta es liviana, lámina, asbesto, cemento, A_p se puede multiplicar por 0.67. t = espesor de muros M_o = coeficiente que se obtiene de tabla 1 del capítulo 1 de este manual </p>	<p>ESTABLE PARA FUERZAS HORIZONTALES EN AMBAS DIRECCIONES</p>
<p>Vulnerabilidad Media</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección aunque existen unos o varios en la otra dirección. • La longitud de muros en la dirección de menor cantidad de muros es ligeramente inferior a la calculada con la fórmula anterior. 	
<p>Vulnerabilidad Alta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mas del 70% de los muros están en una sola dirección • Hay muy pocos muros confinados o reforzados • La longitud total de muros estructurales en cualquier dirección es mucho menor que la calculada con la ecuación anterior. 	<p>INESTABLE PARA LA FUERZA HORIZONTAL EN UNA DIRECCIÓN</p>

Fuente: (AIS, 2001)

Figura 6
Irregularidad en altura



Fuente: (AIS, 2001)

- b. Aspectos estructurales:** Muros confinados y reforzados, Vigas de amarre, caracterización de las aberturas, tipo de disposición de entre piso y amarre de cubiertas. (AIS, 2001).
- c. Aspectos constructivos:** Calidad de juntas y calidad de los materiales. (AIS, 2001).
- d. Suelos:** Blandos, Intermedios y duros. (AIS, 2001).
- e. Entorno:** Topografía y otros efectos. (AIS, 2001).
- f. Cimentación:** Vigas con concreto reforzado. (AIS, 2001).

2.2.7. NORMA PARA ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Las normas de las evaluaciones de riesgo sísmico se derivarán de las últimas revisiones de las normas nacionales de construcción (RNE) con sus respectivas modificaciones actualizadas.

- **Norma técnica E-0.30 Diseño sismorresistente (RNE) – 2018**

Artículo 1.2. Señala “Que se espera que las edificaciones se comporten sísmicamente de acuerdo con los principios del diseño sismorresistente, como se indica en diseño de especificaciones técnicas para la resistencia a los terremotos (RNE).

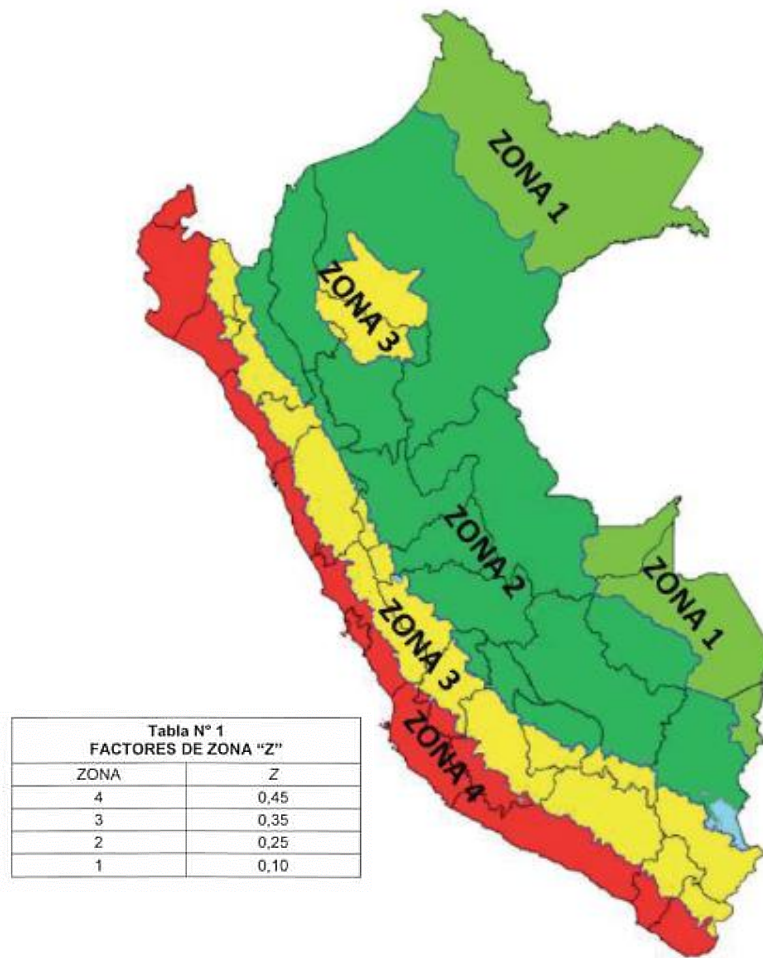
Artículo 1.3. Se espera que las edificaciones se comporten sísmicamente de acuerdo con los principios del diseño sismorresistente como los siguientes: Evitando pérdidas humanas, mantener la fiabilidad de los servicios esenciales y reducir al mínimo los daños materiales es una prioridad.

Artículo 1.4. Las siguientes consideraciones, recogidas en el artículo 1.4, se consideran cruciales: Ligereza en la medida de lo posible, especialmente en los niveles superiores. Evitando pérdidas humanas, mantener la fiabilidad de los servicios esenciales y reducir al mínimo los daños materiales es una prioridad, Elección y uso adecuados de los materiales.

Capacidad suficiente para soportar fuerzas laterales. Uniformidad en la disposición de las plantas y en el grosor de los muros exteriores del edificio. La capacidad de una estructura para deformarse más allá de su límite elástico se denomina ductilidad, Restricción del movimiento lateral, Contener varias defensas en capas (redundancia estructural), hay que tener en cuenta los factores locales, y utilizar buenas prácticas de construcción y una estricta supervisión estructural.

Artículo 10.1. En este análisis, la Zona 2 (mostrada en la Figura 7) representa un factor $Z=0,35$, por lo que el territorio nacional se divide en cuatro zonas.

Figura 7
Zonificación sísmica del Perú



Fuente: RNE E.030 Diseño Sismorresistente, 2018

El C.P. Tambillo, Umari y Pachitea, lugar de la presente investigación, se encuentran dentro de las zonas sísmicas descritas en el Anexo II (Zonificación Sísmica).

Tabla 6
Zonificación sísmica por provincias y distritos

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
HUÁNUCO	YAROWILCA	CHAVINILLO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CAHUAC		
		CHACABAMBA		
		CHUPAN		
		JACAS CHICO		
		OBAS		
		PAMPAMARCA		
		CHORAS		
	PACHITEA	PANAÓ	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHAGLLA		
		MOLINO		
		UMARI		

Fuente: (RNE E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

- **Norma técnica E-0.50 Suelo y cimentaciones (RNE) - 2018**

Artículo 4. Dice: Las siguientes consideraciones se desarrollan con respecto al comportamiento del suelo o la roca en línea con el objetivo de esta norma:

4.1. En el diseño de las cimentaciones, es importante considerar las cargas que se ejercerán sobre ellas por las estructuras que se construyan (materia del EMS), los sismos y otras sollicitaciones (ver) para asegurar que las deformaciones resultantes del suelo o la roca no excedan los límites de distorsión angular y de presión admisibles establecidos por esta norma (generando el estado límite del suelo y el factor de seguridad correspondiente).

Cuando se realicen excavaciones o cortes en el suelo, el diseño del soporte debe incluir no sólo el proceso de construcción, sino también todas las tensiones activas (terremotos, sobrecargas, efectos generados por el flujo de agua, etc.). El diseño también debe garantizar la estabilidad global de la excavación de acuerdo con los criterios de seguridad indicados en este pliego de condiciones. Las tensiones y deformaciones creadas en el suelo o en la roca a soportar deben ajustarse a las normas del número 4.1, y el impacto de la excavación sobre los edificios y carreteras vecinas debe ser mínimo.

- **Norma E-0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada - 2017**

Artículo 1. Alcance

1.1 **Ámbito de aplicación**

Para el desarrollo de materiales de construcción para estructuras de tierra reforzada, (adobe reforzado y tapial reforzado).

1.2 Esta sección de la norma discute las propiedades mecánicas de los materiales utilizados para construir edificios de tierra reforzada, el diseño sismorresistente para edificios de tierra reforzada, los elementos estructurales básicos de los edificios de tierra reforzada y el comportamiento de los muros de adobe y tierra apisonada de acuerdo con la filosofía de diseño sismorresistente.

Todos los edificios de tierra deben ser reforzados para que tengan el siguiente comportamiento:

- a. Es posible que aparezcan fisuras en los muros de las estructuras de tierra reforzada después de terremotos moderados.
- b. En las estructuras de tierra reforzada pueden aparecer fisuras más importantes durante los terremotos leves; sin embargo, estas fisuras son gestionadas por los refuerzos y no causan lesiones a los habitantes del edificio. Debería ser posible reparar el edificio a un precio justo.
- c. En caso de terremotos potentes, es posible que se produzcan daños más importantes en la estructura, incluyendo fracturas y deformaciones permanentes, aunque éstas pueden ser gestionadas por los refuerzos. No deben producirse roturas frágiles ni colapsos parciales o totales que pongan en peligro la vida de los residentes. A lo largo de esta Norma, los términos "sismo leve", "sismo moderado" y "sismo severo" corresponden a los utilizados en el artículo 3.

El desarrollo de una cultura de prevención de catástrofes y la búsqueda de soluciones asequibles, seguras, duraderas, agradables y ampliamente distribuidas motivaron que la norma se centrara en el diseño, la construcción, el mantenimiento y el refuerzo de las estructuras de tierra reforzada (1.3). Algunas de las construcciones actuales son históricas de tierra.

1.4 Si el alcance de un proyecto se desvía de lo permitido por esta Norma, debe estar respaldado por un estudio técnico que haya sido aprobado por un ingeniero calificado y autorizado.

Artículo 2. Objeto

2.1 Establecer normas y directrices para los aspectos técnicos del diseño y la construcción con tierra armada.

El segundo objetivo es garantizar la integridad estructural de las estructuras de tierra armada durante los terremotos mediante una

filosofía de diseño que especifique un comportamiento estructural adecuado.

2.3 Hacer que las construcciones de tierra reforzada sean más resistentes a las tensiones ambientales y causadas por el hombre.

2.4 Fomentar el uso de las estructuras de tierra armada debido a sus numerosas cualidades positivas (facilidad de construcción, coste reducido, beneficios ecológicos y medioambientales, bajas necesidades energéticas, aislamiento térmico y acústico, estilos arquitectónicos clásicos y texturas auténticas).

Artículo 4. Consideraciones básicas

4.1 Peligros como las inundaciones, las avalanchas, los aluviones y los desprendimientos hacen que los lugares de alto riesgo no sean adecuados para las estructuras de tierra reforzada. No deben construirse en terrenos geológicamente inestables.

4.2 En cuanto al Anexo N°1 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente sobre Zonificaciones Sísmicas, aprobada por el Decreto Supremo N°003-2016-VIVIENDA, las estructuras de tierra armada están limitadas a un solo piso en las zonas sísmicas 4 y 3, y hasta dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1.

4.3 Según la Norma E.050, "Suelos y Cimentaciones", las construcciones de tierra armada deben asentarse sobre suelos muy duros o muy firmes. Los suelos granulares sueltos, los suelos cohesivos blandos y las arcillas expansivas no son aceptables para los cimientos de los edificios. No se pueden construir cimientos sobre arena que absorba fácilmente el agua (riesgo de licuefacción del suelo).

4.4 El diseño estructural, cuyas cualidades se definen en esta Norma, debe reflejarse en el diseño arquitectónico, eléctrico y sanitario de las estructuras de tierra armada.

4.5 El experto competente debe aprobar el diseño estructural de las estructuras de tierra reforzada con base en la resistencia, estabilidad y comportamiento sismorresistente (refuerzos compatibles).

4.6 Sin excluir el uso de criterios de comportamiento inelástico, las metodologías analíticas deben basarse en el comportamiento elástico del material.

4.7 Para cumplir con los requisitos del apartado 4.7, se debe investigar para demostrar que las nuevas técnicas mixtas con materiales térreos tienen un comportamiento sísmico adecuado en el estado de servicio y en el estado último, sin provocar fallos frágiles o colapsos súbitos, y que este comportamiento está en consonancia con la filosofía de diseño. Considere las siguientes alternativas a efectos de validación:

- a) El espectro del comportamiento último debe incluirse explícitamente en la verificación experimental del comportamiento sísmico a) mediante ensayos cíclicos, pseudodinámicos o dinámicos.
- b) Para elaborar diseños de ingeniería que tengan sentido y se adhieran a las normas de ingeniería generalmente reconocidas.
- c) Un historial de funcionamiento fiable y fuerte resistencia a las sacudidas.

2.2.8. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

El resultado de la evaluación geotécnica de la zona de investigación se muestra en los mapas, que muestran los límites entre los tipos de suelo y material que tienen propiedades geotécnicas comparables. A partir de esta delimitación, hemos creado categorías para los distintos tipos de suelo en función de sus propiedades geotécnicas. El objetivo de esta agrupación es desarrollar un mapa de microzonificación geotécnica que nos muestre dónde es factible construir casas convencionales y dónde no.

Dentro de esta microzonificación, estimaremos la capacidad de carga admisible que puede soportar la cimentación de un edificio típico (como el de vivienda de tapial) (cimentación en franja de 0,50 m. de ancho y profundidad mínima de 0,60 m). Los criterios de diseño de los cimientos tienen en cuenta los dos factores siguientes para garantizar el buen comportamiento de las estructuras:

El suelo que soporta la estructura no debe fallar en dirección de corte, y los asentamientos provocados por la transmisión de cargas de la cimentación deben estar dentro del rango permitido para el tipo de edificio específico. Aquí se utilizará la teoría de la capacidad de carga de Terzaghi, junto con los factores de capacidad de carga sugeridos por Vesic (1973). Las características de resistencia al corte necesarias pueden derivarse de las investigaciones geotécnicas. En consecuencia, los resultados de la investigación del suelo dependerán de la división del área de estudio en zonas.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Vulnerabilidad sísmica

Timoteo (2018) “Es una medida de la parte de un edificio que puede resultar dañada en un terremoto, qué tipo de modo de fallo experimentaría y cómo resistiría en tales circunstancias.” (p. 23).

Índice de Vulnerabilidad

Timoteo (2018) “Una forma de pensar en el índice de vulnerabilidad es como un número que indica lo vulnerable que es un edificio a las fuerzas sísmicas. Las funciones de vulnerabilidad, que definen una relación entre el índice de vulnerabilidad "Iv" y el índice de daño total de los edificios.” (p. 21).

Peligro sísmico

Timoteo (2018) “La probabilidad de que un gran terremoto golpee un lugar determinado en un momento específico y cause daños significativos. Que simboliza el peligro potencial para las personas, los bienes y el medio ambiente.” (p. 22).

Riesgo Sísmico

Timoteo (2018) “Las pérdidas, la destrucción o los daños de un edificio después de un terremoto específico pueden aproximarse en función de su vulnerabilidad a los terremotos y de su grado de exposición.” (p. 22).

Vivienda Típica

La vivienda típica son construcciones que guardan cierta similitud en cuanto a sus características arquitectónicas y estructurales. Principalmente son construidas en zonas rurales, en donde todas son capaces de construir su propia vivienda. Asimismo, utilizan modelos con pocas variaciones unas a otras.

Edificación de Tierra Reforzada.

La estructura de un edificio incluye las zapatas, los cimientos, las paredes, los entrepisos, los techos, los arriostramientos “verticales y horizontales”, los refuerzos y las conexiones. Para lograr el objetivo principal de garantizar la seguridad de la vida de los habitantes, es esencial que todas las partes de la estructura se construyan de acuerdo con los requisitos de esta Norma en caso de que alguna de las paredes o techos colapse. Es posible construir este tipo de estructuras ya sea con adobe reforzado o con tierra apisonada. (SENCICO, 2017, p.5)”

Tapial

SENCICO (2017) “La tierra húmeda se coloca en moldes rígidos (tableros), y las capas se comprimen con mazos o apisonadoras de madera.” (p. 22).

Microzonificación sísmica

El resultado de esta revisión son los mapas, que muestran los límites entre los tipos de suelos y materiales que tienen propiedades geotécnicas comparables.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C. P. de Tambillo es alta.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

He1: La vivienda típica construidas en tapial del C.P. de Tambillo, son similares tanto arquitectónicamente como estructuralmente.

He2: El área de estudio se subdivide en sectores con diferentes características geotécnicas (mapa de microzonificación sísmica) en el C.P. Tambillo.

He3: De acuerdo a la microzonificación sísmica, la vivienda típica tendrá diferentes respuestas estructurales.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Esta investigación no cuenta con variable dependiente, debido al título de esta investigación, por ello se trabajó con una sola variable, al cual se le denomina variable única o variable de estudio.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Esta investigación cuenta con variable independiente, Que viene a ser: La vulnerabilidad sísmica.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
La Vulnerabilidad Sísmica	Aspectos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Diafragmas horizontales • Tipo de cubiertas 	Ficha de observación, ficha técnica de evaluación, Software AutoCAD V.18 y N.T.P. E.080 - Artículo 6.
	Aspectos geométricos	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración en planta • Configuración en elevación • Distancia entre muros 	
	Aspectos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del sistema resistente 	
	Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia convencional 	N.T.P. E050-2018
	Cimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Cimentación según NTP E.080 	Ficha de observación, ficha técnica de evaluación, Software Excel y N.T.P. E080
	Conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de conservación 	
	Características arquitectónicas	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución en planta • Materiales • Cimientos • Sobrecimientos • Muros • Techos 	
	Características estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Refuerzos • Propiedades mecánicas del tapial 	
	Análisis estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Espectro de aceleración sísmica • Máximos desplazamientos y derivas de piso • Verificación de esfuerzos y Asentamiento de suelo de fundación. 	Software Excel, N.T.P. E030, E.050, E.020, E.060 y Software para análisis estructural Etabs V.19. Safe V.20

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, por lo que nos hemos apoyado en las técnicas estadísticas, asimismo la información recabada en campo fue cuantificable, vale decir medibles, (Hernández S, R., Fernández C, C., & Baptista L, P., 2010, p. 7).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de investigación es descriptivo, por cuanto esta investigación consistió en describir, analizar e interpretar sintéticamente la variable de estudio, (Hernández S, R., Fernández C, C., & Baptista L, P., 2010, p. 77).

3.1.3. DISEÑO

Diseño de la investigación es: No experimental – Transeccional. No experimental porque solo se observó la variable de estudio de cómo se muestran en nuestra realidad. Es transeccional porque la investigación realizada fue en un solo momento (un único tiempo) y en un espacio determinado, (Carrasco Díaz, 2005, p. 72).

Por tanto, el esquema será:



Donde:

M: Muestra

O: Observación

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población en estudio está constituida por la totalidad de construcciones de viviendas en tapial del C.P. de Tambillo, Distrito de Umari,

Provincia de Pachitea y Región de Huánuco. El área de estudio abarca el C.P. de Tambillo.

3.2.1. POBLACIÓN

Se eligió el Centro Poblado de Tambillo para este estudio, donde la población está conformado por 80 viviendas en tapial.

3.2.2. MUESTRA

Se tomaron como muestra 30 viviendas construidas en tapial del C. P. de Tambillo y se presenta como una muestra no probabilística para la presente investigación.

Para llegar a este total se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 8
Tamaño mínimo en estudios cuantitativos

Tipo de Estudio	Tamaño mínimo de muestra
Transeccional descriptivo o correlacional	30 casos por grupo o segmento del universo
Encuesta a gran escala	100 casos para el grupo o segmento más importante del universo y de 20 a 50 casos para grupos menos importantes
Causal	15 casos por variable independiente
Experimental o Cuasiexperimental	15 por grupo

Fuente: (Hernández S, R., Fernández C, C., & Baptista L, P., 2010, pág. 189)

Tabla 9
Distribución de la muestra según microzonificación sísmica y/o tipos de viviendas, que forman parte del C.P. de Tambillo

Zona	Viviendas típicas (Plantas)	N° de viviendas
Viviendas dispersas en Zona tipo 1 y Zona tipo 2	en rectangular	23
	en "C"	4
	en "L"	3
Total		30

Fuente: Elaboración propia

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación se utilizó los siguientes técnicas e instrumentos:

- Técnicas:
 - Observación directa
 - Estudio mecánico de suelos.

- Instrumentos:
 - Ficha de observación
 - Ficha técnica de evaluación
 - Planilla de apuntes para punto de exploración (Calicatas)
 - Planilla de apuntes para ensayo de veleta de campo.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para mostrar las informaciones se utilizó cuadros estadísticos: Tablas desarrollado en Excel, hojas de cálculo en Excel, resultado del análisis estructural desarrollado con el software Etabs V.19 y Safe V.20, hojas de cálculo para estudio mecánica de suelos y para la presentación de planos fue desarrollado con software AutoCAD V.18.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Se analizaron los datos obtenidos de los programas de Etabs V.19, Safe V.20 y los resultados del estudio mecánica de suelos. Mediante hojas de cálculo en Excel y esto nos permitió realizar un análisis estadístico inferencial para la prueba de hipótesis de presente la investigación

- Luego de realizar la exploración de campo (Calicatas) y posteriormente se han desarrollado los ensayos en laboratorio, con la finalidad de presentar en mapas la microzonificación sísmica y cuadros con resultados obtenidos.

- Zona Sísmica:(Z).
 - Tipo de Perfil de Suelo: (S).
 - Periodo: TP (s)
 - Periodo: TL (s)
-
- El análisis estructural de la vivienda típica de hizo con el software Etabs V.19. y los resultados se presentó en tablas y figuras. Asimismo, se verificó los esfuerzos y los asentamientos del suelo fundación con el software Safe V.20 y los resultados son presentados en tablas y figuras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En este capítulo se presenta los resultados de acuerdo a los objetivos planteadas en esta investigación.

Para determinar el índice de Vulnerabilidad Sísmica se hizo según la norma italiana de Benedetti y Petrini, este método consiste en evaluar mediante los once parámetros de cada vivienda en tapial, asimismo se hizo un análisis de características constructivas, estructurales y arquitectónica de los datos obtenidas de visitas en campo.

También se hizo la exploración del terreno (Calicatas) y los ensayos en laboratorio de Mecánica de Suelos, a fin de determinar la capacidad portante del suelo, (Se anexa Estudio Mecánica de Suelos). y posteriormente estos son presentados en mapas de microzonificación sísmica.

Para el análisis estructural de la vivienda típica se realizó mediante software Etabs V.19, Safe V.20 y los resultados se presentan en tablas y gráficos para que esto sea de mejor entendimiento al leyente.

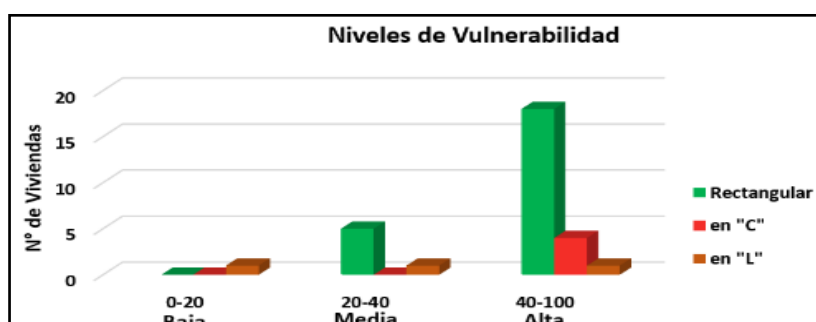
A. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Se calcularon los índices de vulnerabilidad para las viviendas construidas en tapial del C.P. de Tambillo. Este cálculo se realiza en base a los 11 parámetros del Anexo 16.01 (Método de Benedetti y Petrini).

En la Tabla 10 y en la Figura 8 se muestran los resultados del análisis del índice de vulnerabilidad sísmica de la vivienda; (vivienda rectangular, en forma de "C" y en forma de "L"). Del mismo modo se sugiere ver el Anexo 16.05)

Tabla 10*Resultados del (Ivn) de las viviendas de tapial del C.P. de Tambillo*

Niveles de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	N° de Viviendas			
		Rectangular	En "C"	En "L"	Porcentaje
Baja	0 - 20	0.00	0.00	1.00	3.00%
Media	20 - 40	5.00	0.00	1.00	20.00%
Alta	40 - 100	18.00	4.00	1.00	77.00%
Total					100.00%

Figura 8*Resultados de los niveles de vulnerabilidad normalizada***Interpretación**

En la Tabla 10 y Figura 8. Se resultados obtenidos del nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica en C.P. de Tambillo, dando como resultado que la vivienda rectangular es altamente vulnerable.

Tabla 11*Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma rectangular.*

Niveles de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	N° de Viviendas	
		Rectangular	Porcentaje
Baja	0 - 20	0.00	0.00%
Media	20 - 40	5.00	22.00%
Alta	40 - 100	18.00	78.00%
Total			100.00%

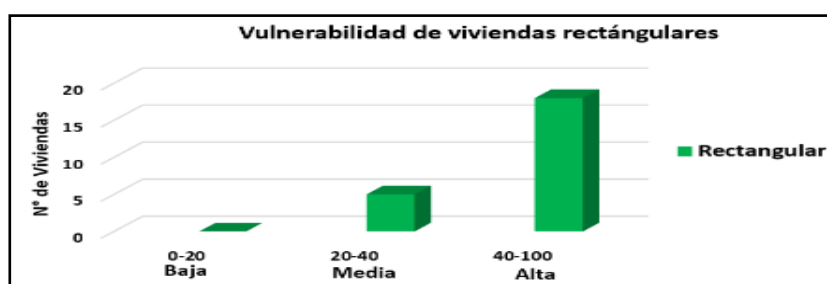
Figura 9*Porcentaje de viviendas en forma rectangular según índice de Vulnerabilidad.*

Tabla 12
Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma de "C".

Niveles de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	N° de Viviendas	
		Rectangular	Porcentaje
Baja	0 - 20	0.00	0.00%
Media	20 - 40	0.00	0.00%
Alta	40 - 100	4.00	100.00%
Total			100.00%

Figura 10
Porcentaje de viviendas en forma de "C", según índice de Vulnerabilidad

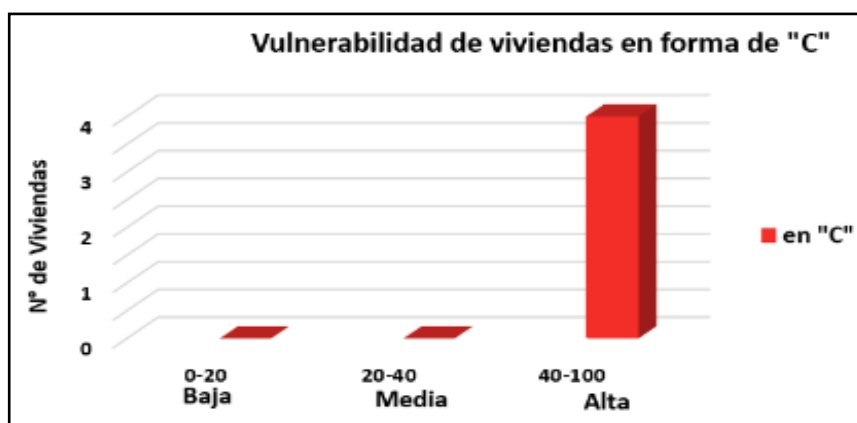
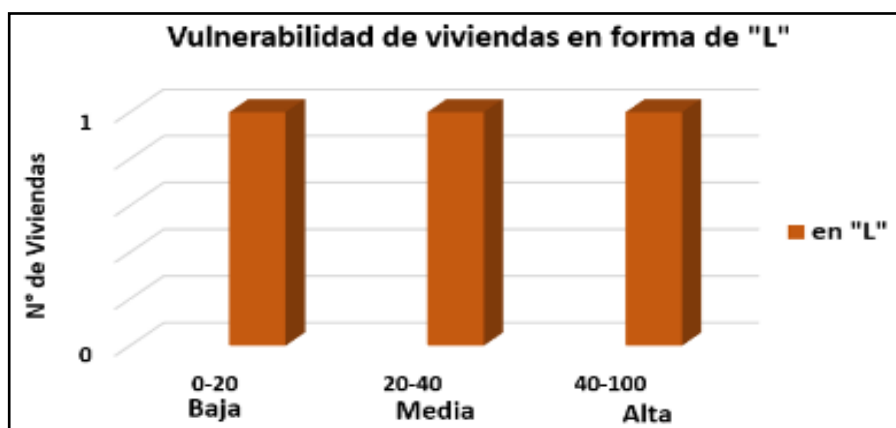


Tabla 13
Resultados del (Ivn) de las viviendas en forma de "L".

Niveles de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Normalizado (%)	N° de Viviendas	
		Rectangular	Porcentaje
Baja	0 - 20	1.00	33.00%
Media	20 - 40	1.00	33.00%
Alta	40 - 100	1.00	34.00%
Total			100.00%

Figura 11
Porcentaje de viviendas en forma de "L", según índice de Vulnerabilidad



Interpretación

En las tablas 11, 12 y 13 se tienen los resultados obtenidos del nivel de vulnerabilidad sísmica de las tres tipologías de vivienda, y también dando como resultado que la vivienda rectangular es altamente vulnerable.

Asimismo, en las figuras 9, 10 y 11 se observa los resultados obtenidos del nivel de vulnerabilidad sísmica de las tres tipologías de vivienda (vivienda en forma rectangular, en “C” y en “L”).

B. DETERMINACIÓN DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDAS EN TAPIAL

Se determinó la vivienda típica en tapial del C. P. de Tambillo, dado que las construcciones en tapial del lugar estudiado guardan cierta similitud en cuanto a sus características arquitectónicas y estructurales, así como también el proceso de construcción. Para lo cual se realizó los siguientes pasos:

- **Elección de zonas de estudio**

Para la elección de la zona de estudio se recurrió a la imagen satelital (Google Earth), y de la misma manera se realizó la inspección del lugar, constatando que la gran mayoría de viviendas son de tapiales.

- **Recopilación de información**

El trabajo de campo incluyó ir a las viviendas de todas las personas que viven en el lugar. Y a través de las fichas de observación y ficha técnica de evaluación se recogieron datos sobre la ubicación, colindantes y las características principales del sistema estructural.

- **Formulación de la vivienda típica**

Para la formulación de la vivienda típica, se hizo mediante el programa AutoCAD V.18 y luego representadas en planos en planta y elevación. De esta manera se identifica la vivienda típica y las cuales se clasifican según la Tabla 14.

Tabla 14*Clasificación de las construcciones de tapial en el C.P. de Tambillo*

Tipos (Planta)	N° de viviendas	%
en rectangular	23	77
en "C"	4	13
en "L"	3	10
Total	30	100

Las características arquitectónicas y estructurales de las viviendas elegidas para este estudio se describen en la siguiente sección.

a. Características arquitectónicas

Dimensiones de la vivienda típica

Estos son algunos de los tamaños típicos de las viviendas que se encuentran dispersos en el C.P. Tambillo.

Tabla 15*Dimensiones típicas de las viviendas rectangulares*

	Dimensiones de vivienda (m)				
	Altura 1er Nivel	Alt. 2do Nivel	Long. Frontal	Long. Lateral	Área en Planta
Mínima	2.00	2.00	5.00	3.50	17.50
Media	2.50	2.40	9.30	4.50	41.85
Máxima	3.00	2.80	12.55	5.00	62.75

Tabla 16*Dimensiones típicas de las viviendas en forma de "L"*

	Dimensiones de vivienda (m)				
	Alt. 1er Nivel	Alt. 2do Nivel	Long. Frontal	Long. Lateral	Área en Planta
Mínima	2.15	2.15	4.00	9.00	36.00
Media	2.20	2.20	9.00	11.00	99.00
Máxima	3.00	2.30	10.00	14.90	149.00

Tabla 17.*Dimensiones típicas de las viviendas en forma de "C"*

	Dimensiones de vivienda (m)				
	Alt. 1er Nivel	Alt. 2do Nivel	Long. Frontal	Long. Lateral	Área en Planta
Mínima	2.10	-	5.00	3.20	16.00
Media	2.50	2.40	9.00	11.00	59.50
Máxima	3.00	3.00	8.50	7.00	86.40

Interpretación:

La esbeltez de las paredes es de 4,00 a 6,00, y su espesor está entre 0,40 y 0,50 metros. Para entender mejor la vivienda típica de la región investigada, damos las dimensiones mínimas, máximas y medias

Figura 12
Vivienda en forma rectangular



Figura 13
Vivienda en forma de "C"



Figura 14
Vivienda en forma de "L"



Esquema arquitectónico de la vivienda típica

Se facilitan vistas de planos en planta y elevación de la vivienda típica y los datos espaciales de vanos se incluyen en la Tabla 18.

- **Vivienda en forma rectangular promedio**

Figura 15
Planta de viviendas en forma rectangular promedio

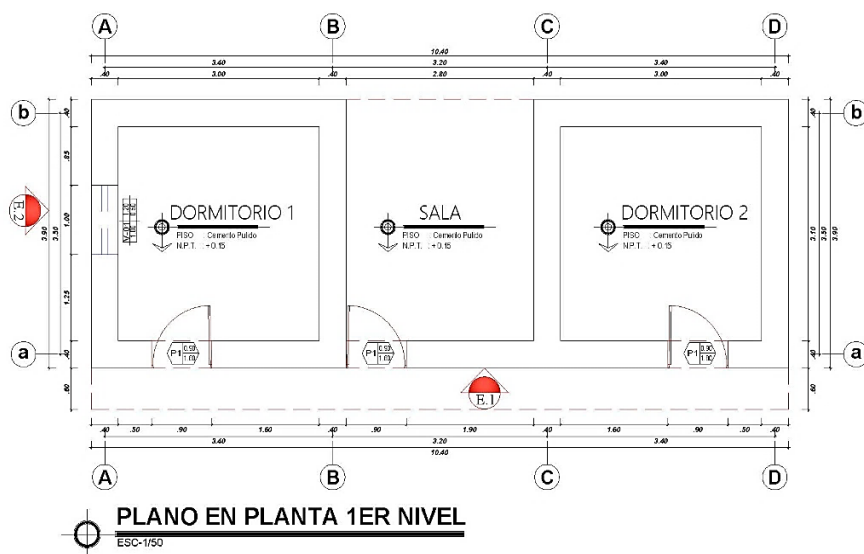


Tabla 18

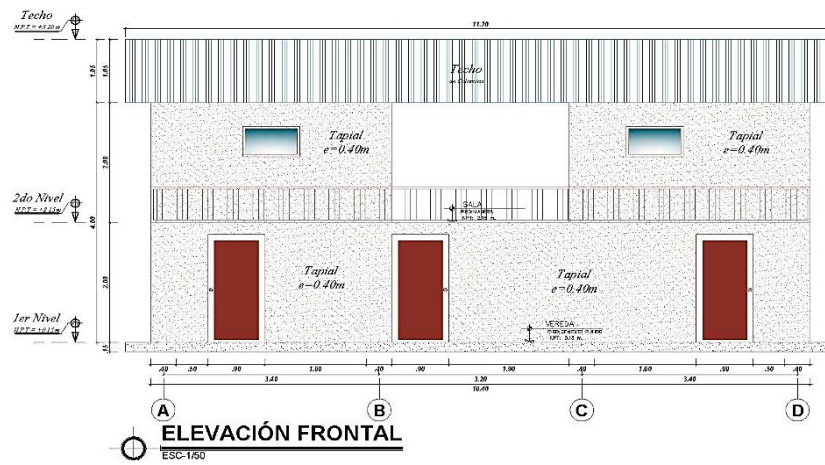
Cuadro de vanos ventanas y puertas - Vivienda rectangular promedio

VENTANAS				
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Alfeizar (m)	Cantidad (und)
V-01	1.00	1.20	1.00	01
V-02	0.90	0.50	1.10	02

PUERTAS				
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Cantidad (und)	Material
P1	0.90	1.80	03	Madera
P2	0.90	1.75	02	Madera

Figura 16

Elevación de vivienda en forma rectangular promedio



- Vivienda en forma de "C"

Figura 17

Planta de viviendas en forma de "C" promedio

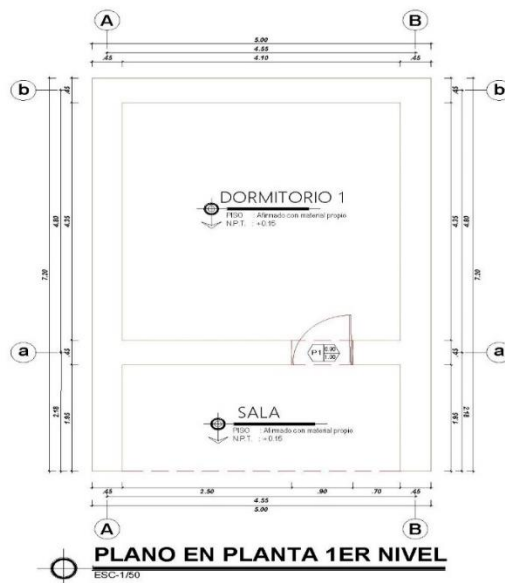


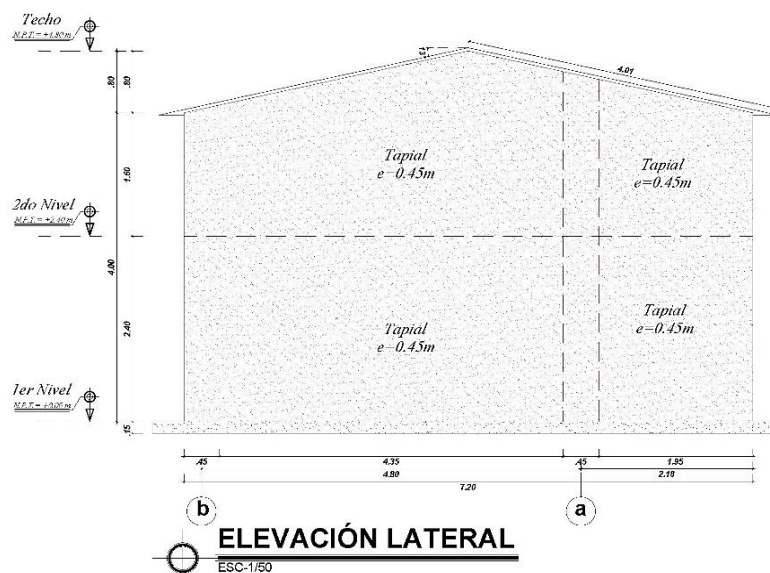
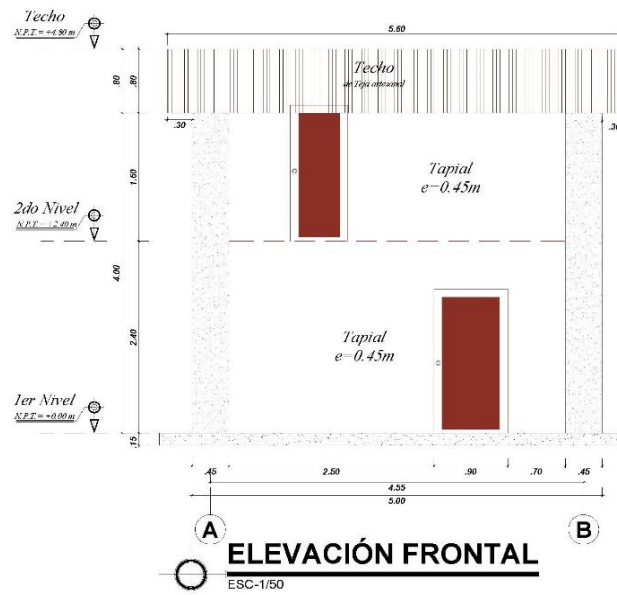
Tabla 19

Cuadro de vanos de puertas - viviendas en forma de "C" promedio

PUERTAS				
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Cantidad (und)	Material
P1	0.90	1.80	01	Madera
P2	0.70	1.70	01	Madera

Figura 18

Elevación de vivienda en forma de "C" promedio



- Vivienda en forma de "L"

Figura 19
Planta de viviendas en forma de "L" promedio

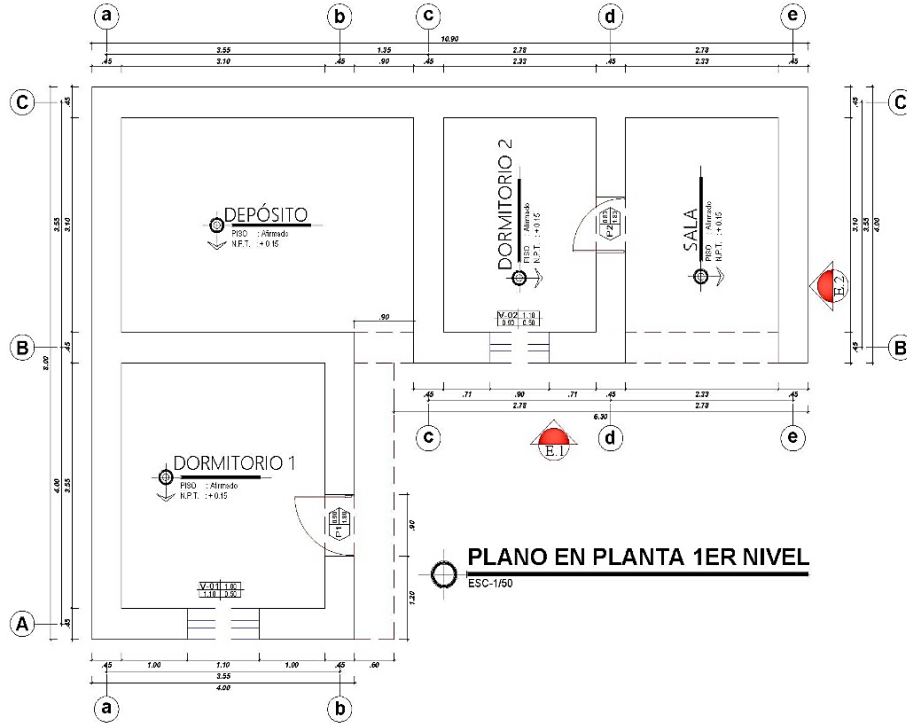


Tabla 20

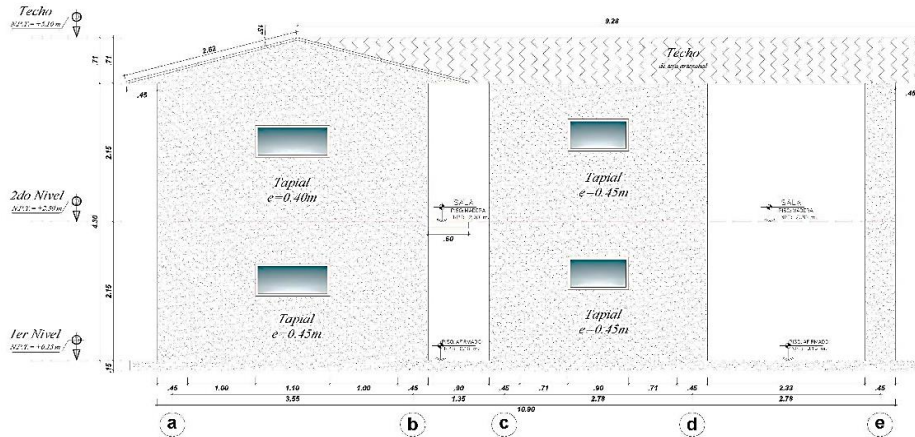
Cuadro de vanos de ventanas y puertas - viviendas en forma de "L" promedio

VENTANAS				
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Alfeizer (m)	Cantidad (und)
V-01	1.10	0.50	1.00	02
V-02	0.90	0.50	1.10	02
V-03	0.70	0.50	1.10	02

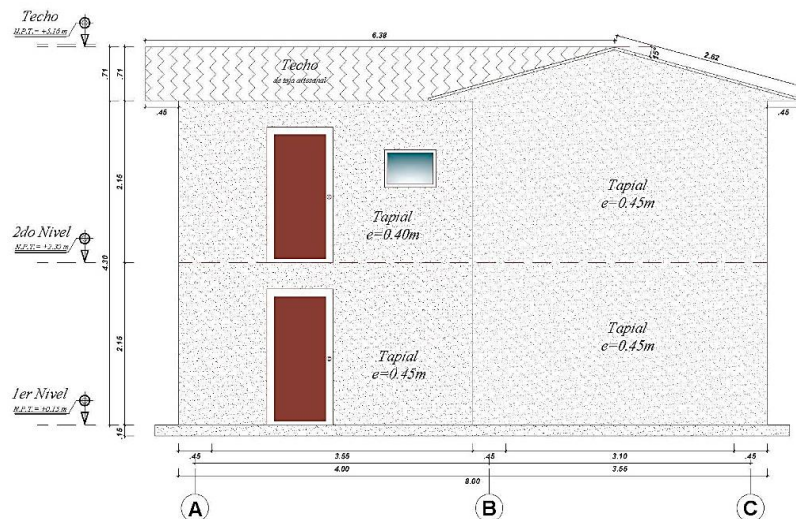
PUERTAS				
Tipo	Ancho (m)	Alto (m)	Cantidad (und)	Material
P1	0.90	1.80	02	Madera
P2	0.80	1.80	02	Madera

Figura 20

Elevación - vivienda en forma de "L" promedio



ELEVACIÓN FRONTAL-E.1
ESC-1/50



ELEVACIÓN FRONTAL-E.2
ESC-1/50

b. Características estructurales

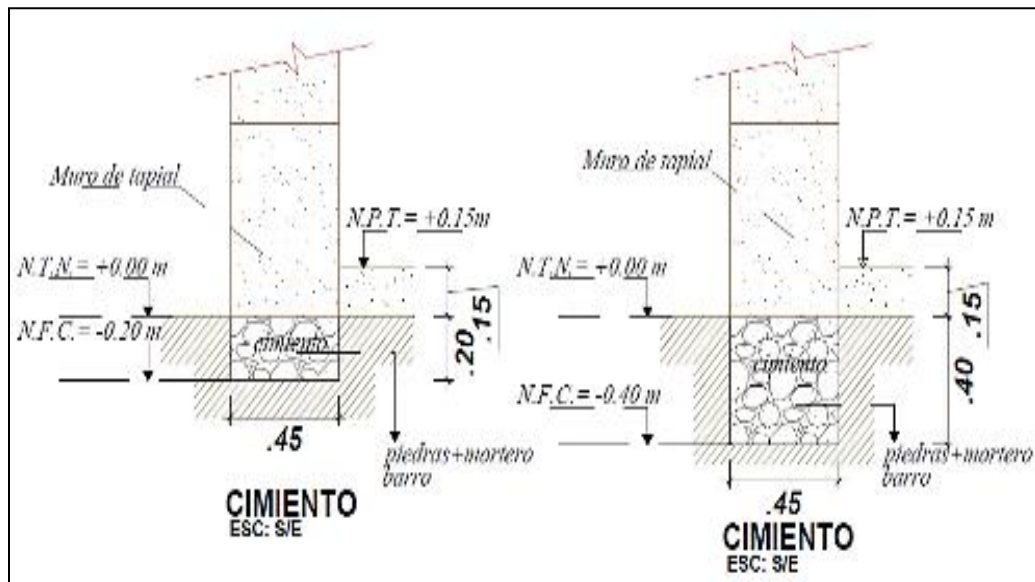
Cimientos

La profundidad de la excavación oscila entre un mínimo de 0,20 metros y hasta 0,40 metros, dependiendo de la dureza del suelo.

La base está formada por piedras redondeadas y/o angulares. El mortero utilizado en la colocación de este tipo de cimientos suele ser una mezcla de arena y barro.

Figura 21

Cimentación típica de viviendas de tapial



Sobrecimientos

Del análisis estadístico de los datos de campo sólo dos viviendas tienen zócalos con una altura de 30 cm. y 20 cm, respectivamente.

Los zócalos suelen instalarse con yeso más grueso que la pared y se pintan para aumentar su durabilidad.

Figura 22
Zócalos y veredas de vivienda de tapial



Moldes de madera

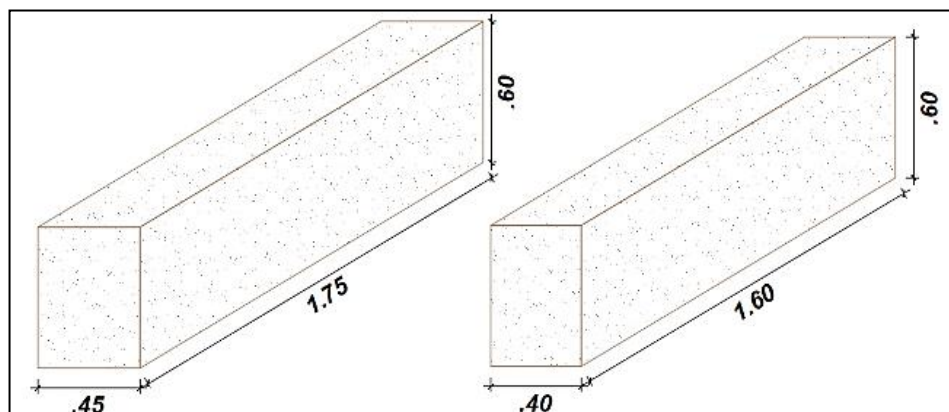
Los moldes para encofrados de la vivienda típica oscilan entre las siguientes dimensiones:

Largo: 1.60 m. a 1.75 m.

Ancho: 0.40 m. a 0.45 m.

Altura: 0.60 m.

Figura 23
Dimensiones promedio de los moldes para tapial



Muros de tapial

A continuación, se muestran la figura 24 y la figura 25 de tal forma el asentado más representativo para los muros portantes (aquellos que soportan la carga vertical del entre piso y los muros del superiores a ellas).

Cada hilada está compuesta por unidades de tapial, asentados en sogas y la cual son colocadas cada unidad alternando la posición de cada hilada.

Figura 24
Asentado típico de unidades de tapial



Fuente: Fotografía de la vivienda ubicada en la zona tipo 02

Figura 25
Asentado típico de muros de tapial en las esquinas



Fuente: Fotografía de la vivienda ubicada en la zona tipo 02

Vanos en puertas y ventanas

Dos o más vigas de madera, cada una de ellas con una sección transversal de unos 0,15 m x 0,10 m de espesor, se utilizan como dinteles sobre las aberturas de las puertas y ventanas, y se introducen en la pared al menos entre 0,30 m y 0,50 m a cada lado de la abertura.

Figura 26
Vano de puerta



Fuente: Fotografía de la vivienda ubicada en la zona tipo 01

Tabla 21
Dimensiones de puertas y ventanas

Puertas		
	Mínimo (m)	Máximo (m)
Ancho	0.80	1.10
Alto	1.80	2.10

Ventanas		
	Mínimo (m)	Máximo (m)
Ancho	0.40	1.00
Alto	0.80	0.80
Alféizar	0.90	1.50

Entrepiso

Los muros de tapial que sostienen las vigas en la dirección más corta. Estas vigas son las encargadas de transferir el peso del techo y las paredes al suelo.

Las especificaciones estándar en esta región son de 4" x 6" o de 6" de diámetro para la madera redonda, con una distancia media entre postes de 0,80 metros. Aunque estas vigas no fueron diseñadas para ello, son capaces de mejorar el comportamiento sísmico al conectarse a estos muros.

En lugar de estar sujetas a un umbral o al muro, estas vigas se apoyan simplemente en el muro.

Figura 27

Vigas de entrepiso



Fuente: Fotografía de la vivienda ubicada en la zona tipo 01.

Techos

Existe un amplio estilo de tejado utilizados en viviendas de tapial. Se suelen utilizar vigas de madera colocadas en sentido longitudinal de diámetro de 4" a 6", las correas de madera de 4"x3" y las viguetas son de madera de 2"x1". recubiertas de calamina o tejas artesanales.

Figura 28
Cubiertas de la vivienda



Fuente: Fotografía de la ubicación de la vivienda en la zona tipo 01.

Interpretación: Las viviendas más típicas en el área de estudio son: en forma rectangular, en “C” y en forma de “L”.

C. DETERMINACIÓN DE LA MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Para la determinar la microzonificación sísmica, se realizó estudio mecánico de suelos en el área de influencia donde se encuentran las viviendas de tapiales y se tomaron muestras de suelo con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico y la presión admisible del terreno (EMS) y la cual se desarrolló en el laboratorio GROUP H&E ENGINEERS S.R.L. Laboratorio geotécnico ubicado en la ciudad de Huánuco.

De acuerdo a los resultados obtenidos In-Situ y laboratorio se procedió a clasificar en zonas.

Cabe indicar, que, según el estudio mecánica de suelos, se tiene dos zonas que finalmente se están representando en mapas de microzonificación sísmica.

a. Características del lugar de estudio

Tabla 22
C.P. de Tambillo, Superficie y altitud

Provincia y distrito	Capital	Superficie (Km2)	Altitud
Provincia de Pachitea	Panao	1,581.00	2560.00
Distrito de Umari	C.P. Tambillo	149.10	2527.33

Fuente: Estudio mecánica de suelos

Figura 29
Lugar de estudio, C.P. de Tambillo



Fuente: Google Earth (2021)

a) Topografía

La topografía del terreno del área de estudio presenta arbustos y con pendiente de 40° de inclinación con respecto a la horizontal y muchos residentes se han visto atraídos por sus propiedades relativamente baratas, lo que los ha llevado a construir viviendas en taludes pronunciadas.

Figura 30
Viviendas en pendiente, zona tipo 1



Figura 31
Vista panorámica del C.P. Tambillo



b) Características físicas geológicas

• Características geológicas

Como base para el estudio litológico se utilizó el mapa geológico del cuadrángulo de Huánuco, hoja 20k, generado por el Ingemmet a escala 1:100.000. En este cuadrángulo, que incluye las regiones evaluadas, afloran rocas metamórficas del Neoproterozoico, representadas por el Complejo Marañón, constituido litológicamente por esquistos y esquistos de mica, y cubierto por depósitos cuaternarios de origen coluvial - deluvial.

Se utilizaron imágenes de satélite, fotografías aéreas y observaciones sobre el terreno para evaluar subjetivamente el grado de fracturación y meteorización, que luego se incluyó en la descripción geológica final.

Ahora hay un total de 01 unidades geológicas reconocidas.

- Complejo Marañón (Np-cm-esq), ver Figura 32**
- Geomorfología**

El enfoque principal de esta investigación se centra en las formas terrestres prominentes de la región considerada.

Teniendo en cuenta sus procesos erosivos, así como su origen, pendiente, litología y magnitud de las elevaciones topográficas. Desde el punto de vista práctico, este análisis es importante porque pretende prevenir cualquier efecto negativo sobre el medio ambiente y los recursos naturales, incluidos los de la zona de estudio, en nombre de la gestión del riesgo de desastres. Esto se debe a que el objetivo del análisis es establecer un marco adecuado de conocimiento del entorno físico-geográfico de la zona donde se ubicará la línea de transmisión. En el caso del Área de Estudio se abarca principalmente 01 tipo de Unidades Geomorfológicas

- Subunidad de montañas en roca metamórfica (RM-rm), Ver Figura 33.**

Figura 32
Unidad geológica

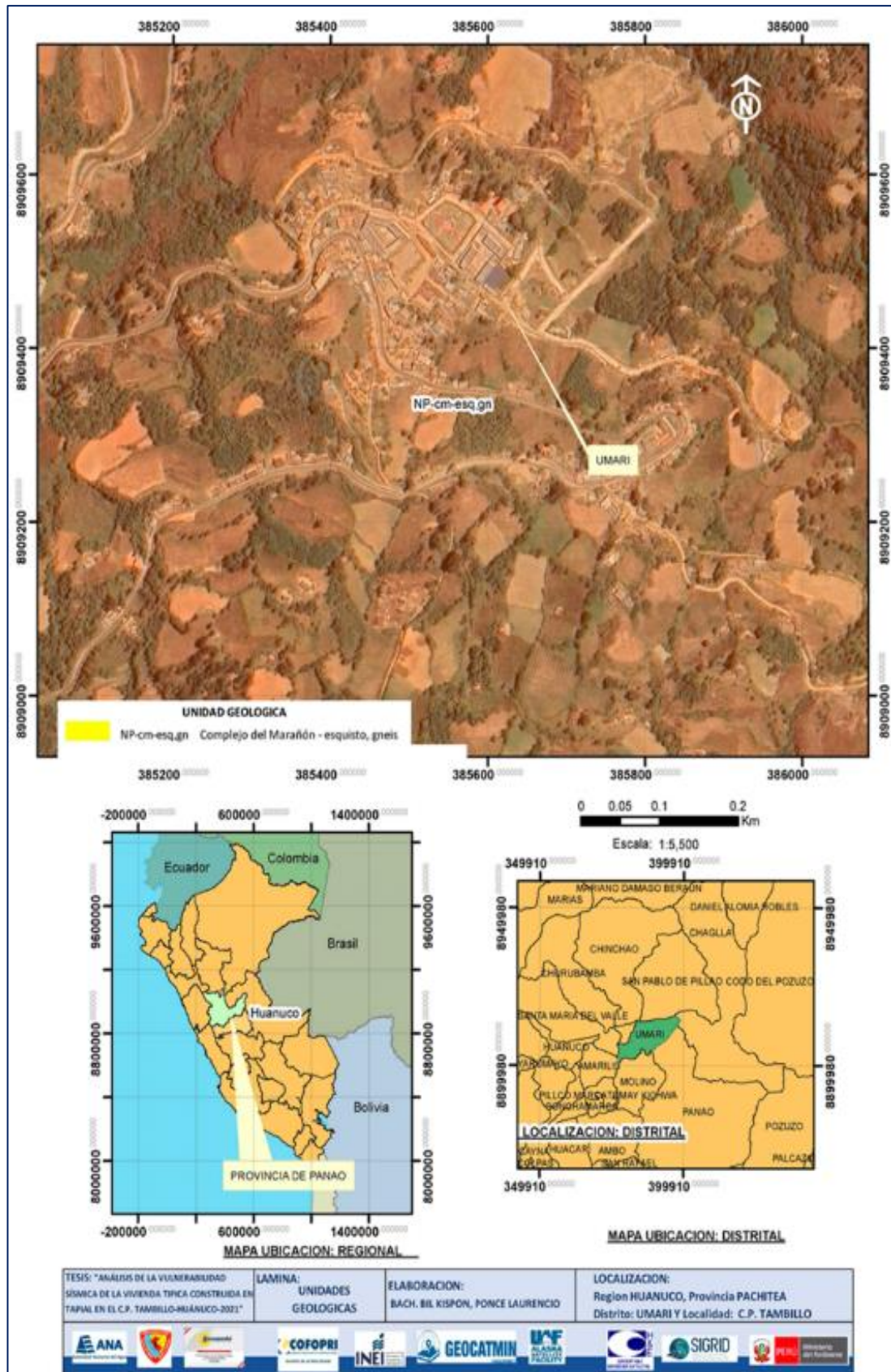
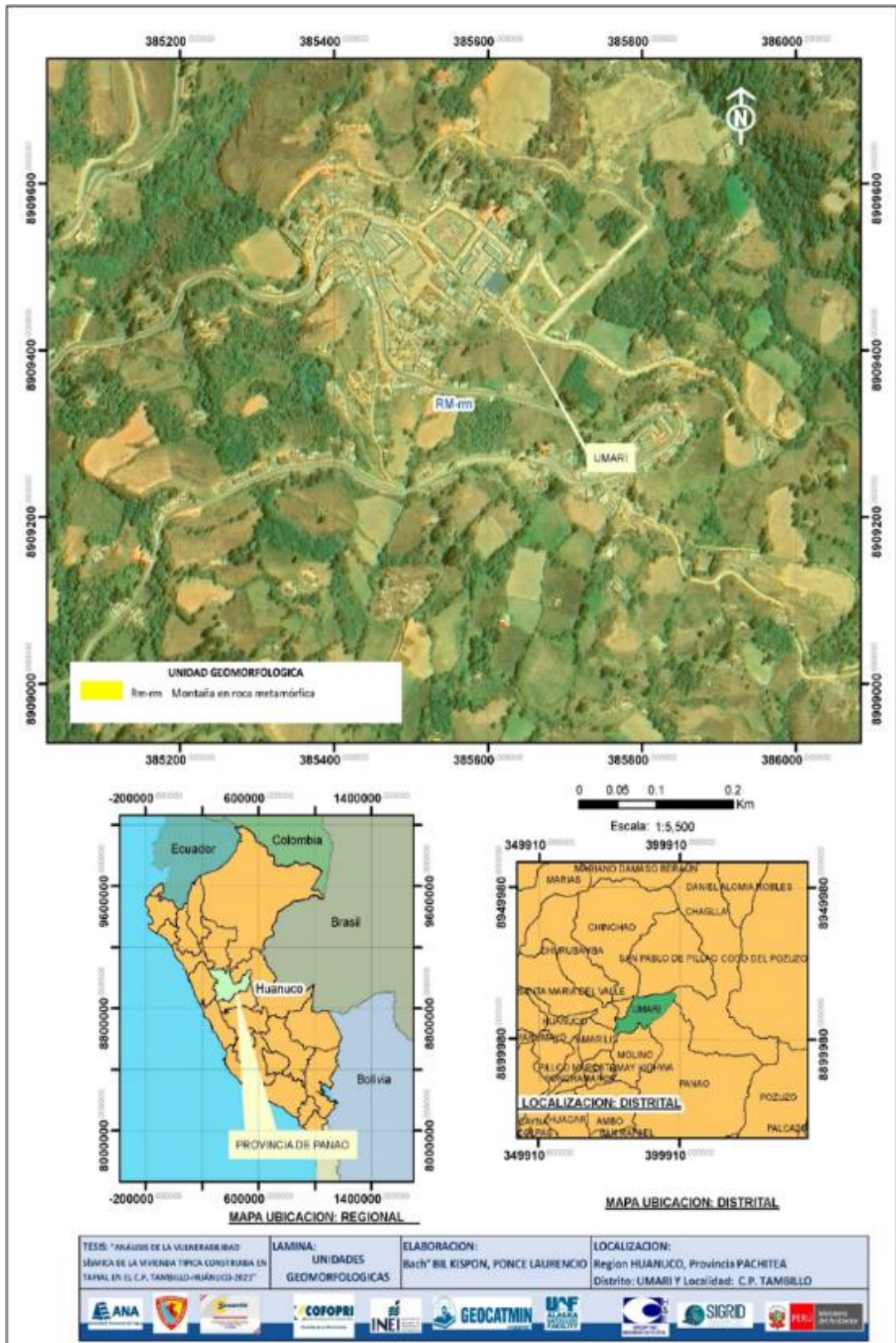


Figura 33
Unidad geomorfológica



- **Suelo**

Según lo observado en campo y resultados de laboratorio, se tienen: Suelos limosos y arcillosas.

Figura 34

(a) Calicata de la zona tipo 1, (b) calicata de la zona tipo 2 y (c) calicata de la zona tipo 1

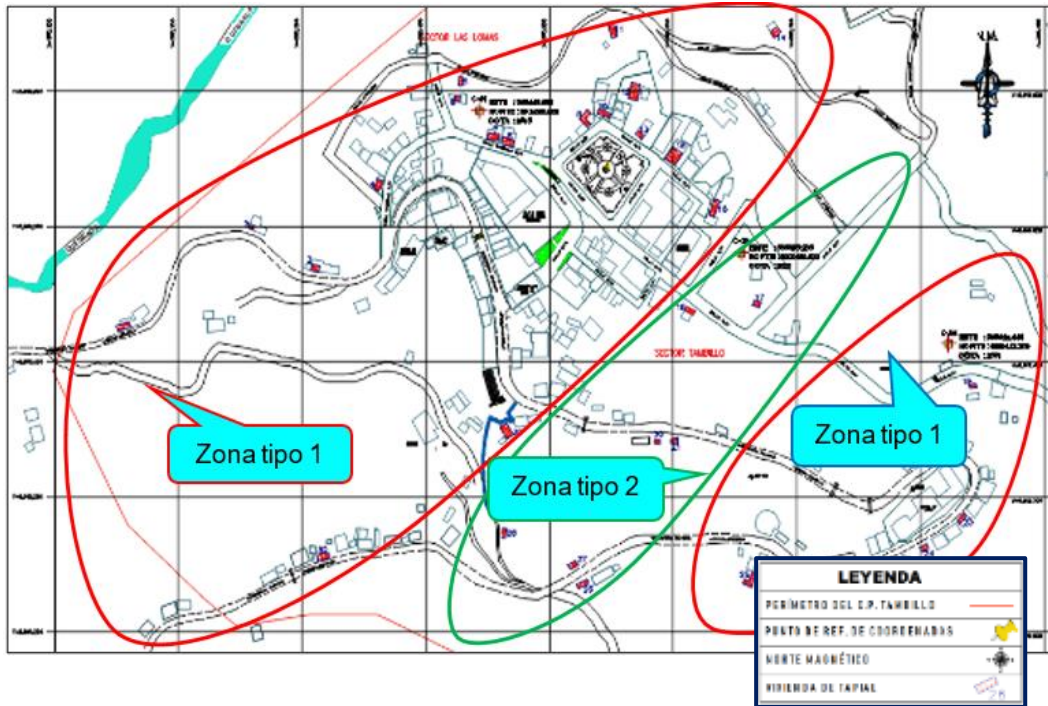


- **Clima**

El clima de la localidad de Tambillo, se caracteriza por veranos breves, frescos y nublados, e inviernos breves, fríos, secos y parcialmente nublados. La temperatura media anual oscila entre los 6 y los 18 grados centígrados, y rara vez desciende por debajo de los -4 grados o supera los 20 grados.

De finales de julio a mediados de octubre es, según las opiniones de los pobladores, la época óptima para visitar Tambillo en busca de actividades de clima cálido.

Figura 35
 Mapa base del C.P. de Tambillo



c) Resultados de estudio de mecánica de suelos

- El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar las propiedades del suelo, la presión admisible del terreno donde actualmente se encuentran construcciones de tapiales. Todo ello se desarrolló en base a la NTP 0.50 Suelos y Cimentaciones.
- Se realizó 3 calicatas y se obtuvo como resultado diferentes tipos de suelos.

Tabla 23
 Coordenadas UTM, ubicación de calicatas


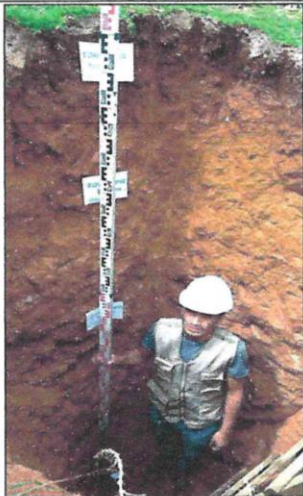
Punto de exploración	X (m)	Y(m)	Cota (m)	Prof. Total de explorac. Debajo superficie (m)	Número de Muestras	Tipo de Muestra
C-1	385443.556	8909585.688	2518.00	3.00	3	Mab
C-2	385655.238	8909480.503	2527.00	3.00	3	Mab
C-3	385822.646	8909413.379	2531.00	3.00	4	Mab

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

- Resultados de ensayo granulométrico, Índice Plasticidad, Límite Líquido L.L. y Límite Plástico L.P.


Tabla 24

Perfil estratigráfico de la calicata C-01

		TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"					
DATOS DEL CLIENTE		CONTROL DE CALIDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Ubicación:	C.P. TAMBILLO	ESTRATIGRAFIA	N° de muestra:	M-1, M-2 y M-3			
Propietario:			Fecha de ensayo:	05/12/2019			
Solicita:	Bach. BIL K. PONCE LAURENCIO	DETALLE: CALICATA PARA CIMENTACION	Clase de Material:	Limo inorgánico de baja plasticidad			
Lugar:	C.P. TAMBILLO		Tecnico:				
Calicata:	G-1		Ing. Responsable:	Ing. Hilder, Espinoza Poma			
PERFIL ESTRATIGRAFICO							
PROF. (Cm)	SIMBOLO	DESCRIPCION	MUESTRA			ESTRATO	IMAGEN
	SUCS		N°	TIPO	PROF (m)		
10	PT	Turba y otros	-	-	0.10	E-1	
20	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=30.77% y LP=28.72%, IP=2.05%	1	Mab	0.30	E-2	
30							
40							
50	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad; LL=31.86% , LP=30.07%, IP=1.79%	2	Mab	1.00	E-3	
60							
70							
80							
90							
100							
110	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad; LL=40.32% , LP=39.19%, IP=1.13%	3	Mab	1.70	E-4	
120							
130							
140							
150							
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
310							
320							
330							
340							
350							
360							
370							
380							
390							
400							
410							
420							
430							
440							
450							
460							
470							
480							
490							
500							




RECOMENDACIONES: El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto: TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

Mab : muestra alterada en bolsa Ms : muestra en Shelby
 Mb : muestra inalterada en bolsa Dn : densidad natural

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL


Fuente: Estudio mecánica de suelos.

Tabla 25
Perfil estratigráfico de la calicata C-02

		TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"					
DATOS DEL CLIENTE		CONTROL DE CALIDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Ubicación:	C.P. TAMBILLO	ESTRATIGRAFIA	Nº de muestra:	M-1, M-2 y M-3			
Propietario:			Fecha de ensayo:	09/12/2019			
Solicita:	Bach. BIL K. PONCE LAURENCIO	DETALLE: CALICATA PARA CIMENTACION	Clase de Material:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad			
Lugar:	C.P. TAMBILLO		Tecnico:				
Calicata:	C-2		Ing. Responsable:	Ing. Hilder, Espinoza Poma			
PERFIL ESTRATIGRAFICO							
PROF. (Cm)	SIMBOLO	DESCRIPCION	MUESTRA			ESTRATO	IMAGEN
	SUCS		Nº	TIPO	PROF (m)		
10	PT	Turba y otros	-	-	0.10	E-1	
20	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=34.27% , LP=22.87% , IP=11.40%	1	Mab	0.60	E-2	
30							
40							
50	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=40.31% , LP=28.54% , IP=11.77%	2	Mab	1.10	E-3	
60							
70							
80	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=36.18% , LP=18.78% , IP=17.40% , Presencia de Nivel Freático a 2.20m	3	Mab	1.30	E-4	
90							
100							
110							
120							
130							
140							
150							
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
310							
320							
330							
340							
350							
360							
370							
380							
390							
400							
410							
420							
430							
440							
450							
460							
470							
480							
490							
500							



RECOMENDACIONES: El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto: TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

Mab : muestra alterada en bolsa Ms : muestra en Shelby
 Mb : muestra inalterada en bolsa Dn : densidad natural

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

 Hilder, Espinoza Poma.
 GERENTE GENERAL

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

Tabla 26
Perfil estratigráfico de la calicata C-03

		TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"					
DATOS DEL CLIENTE		CONTROL DE CALIDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Ubicación:	C.P. TAMBILLO	ESTRATIGRAFIA	Nº de muestra:	M-1, M-2, M-3 y M-4			
Propietario:			Fecha de ensayo:	05/12/2019			
Solicita:	Bach. BIL K. PONCE LAURENCIO	DETALLE: CALICATA PARA CIMENTACION	Clase de Material:	Limo inorgánico de baja plasticidad			
Lugar:	C.P. TAMBILLO		Tecnico:				
Calicata:	C-3		Ing. Responsable	Ing. Hilder, Espinoza Poma			
PERFIL ESTRATIGRAFICO							
PROF. (Cm)	SIMBOLO	DESCRIPCION	MUESTRA			ESTRATO	IMAGEN
	SUCS		Nº	TIPO	PROF (m)		
10	PT	Turba y otros	-	-	0.10	E-1	
20	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=33.67%, LP=30.61%, IP=3.06%	1	Mab	0.30	E-2	
30		Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=35.74, LP=32.85, IP=2.89	2	Mab	0.70	E-3	
40			Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=35.80%, LP=33.46%, IP=2.34	3	Mab	1.30	
50	SC	Arena arcillosa con grava, LL=39.60%, LP=31.92%, IP=37.69%		4	Mab	0.70	
60							
70							
80							
90							
100							
110							
120							
130							
140							
150							
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
310							
320							
330							
340							
350							
360							
370							
380							
390							
400							
410							
420							
430							
440							
450							
460							
470							
480							
490							
500							

RECOMENDACIONES: El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto: TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

Mab : muestra alterada en bolsa Ms : muestra en shelly
Mb : muestra inalterada en bolsa Dn : densidad natural

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder, Espinoza Poma
GERENTE GENERAL

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

- La capacidad admisible, se desarrolló según la NTP E.050 (Suelos y Cimentaciones), mediante ensayos In Situ (Veleta de Campo). Dichos ensayos son aplicables para tipo de suelos: (CL y ML).

Tabla 27

Resultados de capacidad admisible del terreno, (q_a)

N° Calicata	Prof (m) Ref Plataforma	Cu Diseño (Kg/cm ²)	CIMENTO			FACT. MEYERHOF			qd (kg/cm ²)	Fs	qa (kg/cm ²)
			B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	Ic			
1	-0.60	0.500	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.78	3	0.93
2	-0.60	0.383	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.13	3	0.71
	-3.00	0.337	0.6	1.5	3.0	5.14	1.08	1	1.87	3	0.62
3	-0.60	0.447	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.48	3	0.83

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

- Parámetros de diseño de cimentación.

Tabla 28

Parámetros de diseño, (Calicata C-01 de la zona tipo 1)

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO	
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN		
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"	
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)		VST: 1
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS	
Estrato de apoyo en la cimentación:	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021
Parámetros de Diseño de la Cimentación		
Profundidad de Cimentación (m):	-0.60	
Presión admisible (kg/cm ²):	0.93	
Factor de seguridad por Corte (Estático, Dinámico)		
Para Carga Estática:	3.00	
Para Solicitaciones Máximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50	
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:		
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)		
Zona Sísmica:	Z2	
Tipo de perfil del suelo:	S3	
Factor de suelo (S):	1.4	
Periodo TP (s):	1.0	
Periodo TL (s):	1.6	
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	
Problemas Especiales de Cimentación		
Liquación:	No presenta	
Colapso:	No presenta	
Expansión:	No presenta	
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

Tabla 29

Parámetros de diseño, (Calicata C-02 de la zona tipo 2)

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO		
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"		
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)			VST: 2
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537	
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS		
Estrato de apoyo en la cimentación:	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad	
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021	
Parámetros de Diseño de la Cimentación			
Profundidad de Cimentación (m):	-0.60		
Presión admisible (kg/cm²):	0.71		
Factor de seguridad por Corte (Estático, Dinámico)			
Para Carga Estática:	3.00		
Para Solicitaciones Máximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50		
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:			
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)			
Zona Sísmica:	Z2		
Tipo de perfil del suelo:	S3		
Factor de suelo (S):	1.4		
Periodo TP (s):	1.0		
Periodo TL (s):	1.6		
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		
Problemas Especiales de Cimentación			
Licuação:	No presenta		
Colapso:	No presenta		
Expansión:	No presenta		
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		

Fuente: Estudio mecánica de suelos.

Tabla 30

Parámetros de diseño, (Calicata C-03 de la zona tipo 1)

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO		
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"		
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)			VST: 3
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537	
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS		
Estrato de apoyo en la cimentación:	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021	
Parámetros de Diseño de la Cimentación			
Profundidad de Cimentación (m):	-3.00		
Presión admisible (kg/cm²):	0.83		
Factor de seguridad por Corte (Estático, Dinámico)			
Para Carga Estática:	3.00		
Para Solicitaciones Máximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50		
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:			
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)			
Zona Sísmica:	Z2		
Tipo de perfil del suelo:	S3		
Factor de suelo (S):	1.4		
Periodo TP (s):	1.0		
Periodo TL (s):	1.6		
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		
Problemas Especiales de Cimentación			
Licuação:	No presenta		
Colapso:	No presenta		
Expansión:	No presenta		
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		

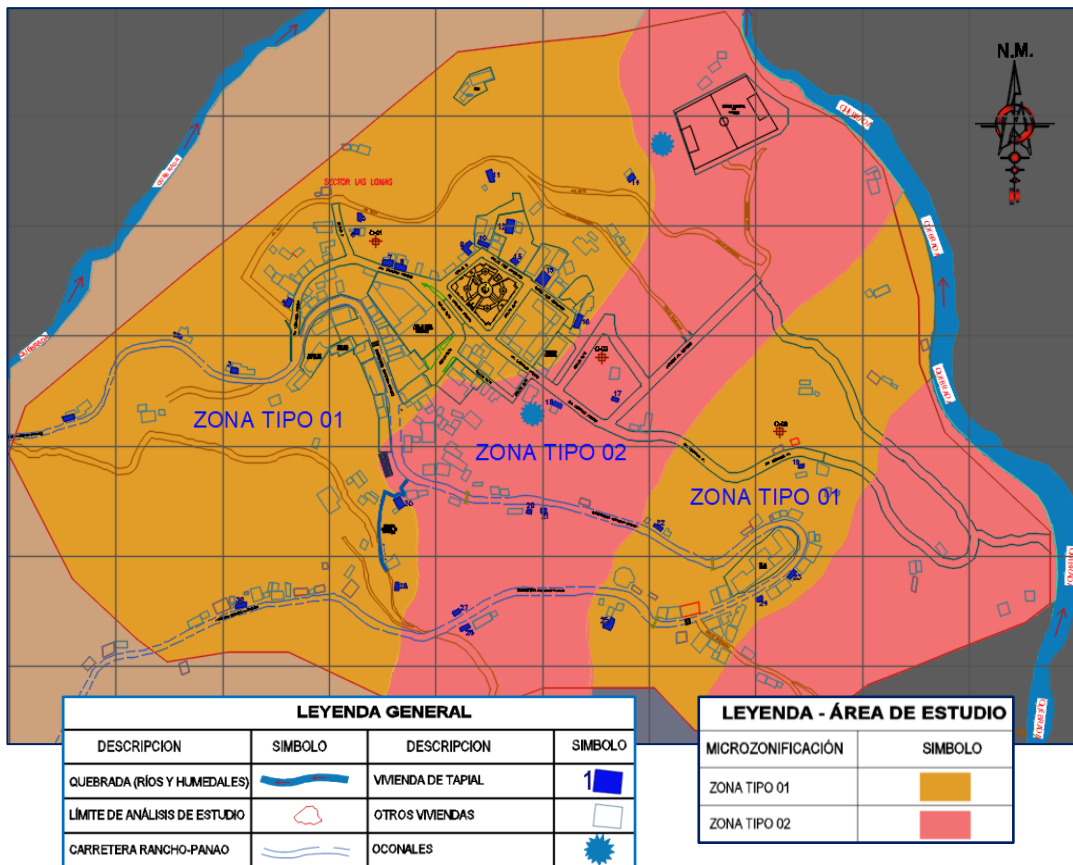
Fuente: Estudio mecánica de suelos.

Interpretación:

La microzonificación se hizo de acuerdo área de estudio y los resultados obtenidos del estudio mecánica de suelos. Las cuales fueron sectorizados: (Microzonificación sísmica), de acuerdo a los diferentes estratos que presenta cada calicata.

C-01 (Suelo tipo: ML), C-02 (Suelo tipo: CL) y C-03 (Suelo tipo: ML). Además, se indica que según la clasificación SUCS, C-01 y C-03 son de tipo (ML: limo inorgánico de baja plasticidad), ya que solo se diferencia por su contenido humedad, I.P., L.L. y L.P. Y la calicata C-02, (CL: arcilla inorgánica de baja plasticidad). Por lo tanto, el área de estudio del C.P. de Tambillo se subdivide en dos zonas, con diferentes características geotécnicas.

Figura 36
Mapa de microzonificación sísmica



D. RESPUESTA ESTRUCTURAL

De acuerdo a la clasificación de viviendas, se tiene tres tipos y las cuales son de formas: rectangulares, en “L” y en “C”. y la más típica son viviendas rectangulares. Por lo tanto, se ha seleccionado una vivienda típica (Vivienda rectangular), y posteriormente son analizados según los parámetros de diseño y teniendo en cuenta la microzonificación sísmica.

En base a lo mencionado se han tomado las dimensiones y distribuciones de la Figura 40, para su modelado y análisis estructural, la cual se hizo con la ayuda del software Etabs V.19. y Safe V.20, Asimismo, se analiza según la NTP E.030 “análisis estático y análisis dinámico”, para determinar las zonas de las estructuras, en donde hay mayores concentraciones de esfuerzos, máximos desplazamientos y derivas de piso. En el análisis se muestra el estado actual de la vivienda, obteniéndose un diagnóstico general de la vivienda típica.

a) Propiedades mecánicas de los materiales

El peso específico, la compresión axial, las tensiones de cizallamiento, el coeficiente de Poisson, etc., se han medido en laboratorios a escala. Los valores de Perú, Ecuador y Colombia, los tres países indicados por SENCICO, son bastante cercanos.

• Propiedades mecánicas del tapial

Tantaleán (2018), elabora las siguientes tablas a partir de los ensayos realizados en laboratorio, en la cual determina propiedades mecánicas de tapial y en ella se puede apreciar algunas de las características.

Tabla 31

Propiedades mecánicas de tapial a usarse en el análisis estructural

Propiedad Mecánica	Kgf/cm2	Mpa
Esfuerzo Resistente a Compresión (f'm)	6.59	0.65
Módulo de Elasticidad (E'm)	1865	183
Esfuerzo Resistente a Tracción Indirecta (f't)	0.88	0.086
Esfuerzo Resistente a Corte (V'm)	1.26	0.12
Módulo de Corte (G'm)	973	95.4

Fuente: Tantaleán A. (2018)

En cambio, estos coeficientes proceden de los ensayos de tensión lateral estática del ININVI en muros no reforzados, y se calcularon mediante mínimos cuadrados (1989). La Tabla 32 compara los coeficientes de adherencia y fricción "f" de los muros de adobe y barro. Se ha demostrado que el aumento del coeficiente de fricción "f" en el adobe sólo requiere una mayor dosis de mortero. Por el contrario, en el tapial, esto se consigue con el uso de raspado y remojo de la superficie o de las armaduras, según el tipo de junta que se quiera mejorar. (Tantaleán Altamirano, 2018; pág 65).

Tabla 32

Coefficientes de adherencia "μ" y de fricción "f" para el adobe y tapial

Material	Mortero	Esfuerzo de Adherencia μ kg/cm2	Peso específico Ym kg/cm2	Coefficiente de fricción f	Autor
Adobe Común	Barro	0.55	1600 a 1700	0.58	Yamashiro, et al., (1976)
Adobe Común	Barro	0.15	1600 a 1700	1.09	OIN. Moromi (1978)
Adobe estabilizado con Asfalto	Cemento arena 1:8	0.32	1900	1.1	Yamashiro, et al., (1976)
	Suelo-asfalto	0.25	1900	0.9	
Tapial con junta húmeda	Ninguno	0.12	1900	0.35	ININVI (1989)
Tapial con junta seca	Ninguno	0.07	1900	0.35	

Fuente: Tantaleán A. (2018)

Se ha consultado la norma E.020 (2016) para los datos de los pesos exactos de los materiales de construcción (tejas artesanales y madera), mientras que se ha consultado el ININVI (1989) para los datos del peso estimado del tapial. Los pesos exactos de los materiales de construcción se muestran en la Tabla 26 siguiente.

Tabla 33

Pesos específicos de los materiales de construcción (ININVI, 1989; Norma E.020 Cargas, 2006)

Tapial (kg/m³)	Tejas artesanales (kg/m³)	Madera grupo "C" (kg/m³)
1900	1600	900

Fuente: Tantaleán A. (2018)

- **Propiedades de Madera para viga collar:**

- Peso específico: 900 kg/m³

Figura 37

Peso específico de la madera

**ANEXO 1
PESOS UNITARIOS**

MATERIALES	PESOKN/m ³ (Kgf/m ³)
Maderas:	
Coníferas	7,5 (750)
Grupo A*	11,0 (1100)
Grupo B*	10,0 (1000)
Grupo C*	9,0 (900)
* NTE E.101 Agrupamiento de Madera para Uso Estructural	

Fuente: RNE - Norma E.010, (2006).

- Módulo de elasticidad: 55000 kg/cm²

Figura 38

Tipo de madera

ANEXO III LISTA DE ESPECIES AGRUPADAS			
	NOMBRE		GRUPO
	COMÚN	CIENTÍFICO	
1	AZUCAR HUAYO	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	A
2	ESTORAQUE	<i>Miroxylon peruiferum</i>	
3	HUACAPU	<i>Minuartia guianensis</i>	
4	PUMAQUIRO	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	
5	QUINILLA COLORADA	<i>Manilkara bidentata</i>	
6	SHIHUAHUACO MARRON	<i>Dipteryx odorata</i>	
7	AGUANO MASHA	<i>Machaerium inundatum</i>	B
8	ANA CASPI	<i>Apuleia leiocarpa</i>	
9	CACHIMBO COLORADO	<i>Cariniana domestica</i>	
10	CAPIRONA	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	
11	HUAYRURO	<i>Ormosia coccinea</i>	
12	MANCHINGA	<i>Brosimum uleahum</i>	
13	BOLAINA BLANCA	<i>Guazuma crinita</i>	C
14	CATAHUA AMARILLA	<i>Hura crepitans</i>	
15	COPAIBA	<i>Copaifera officinalis</i>	
16	DIABLO FUERTE	<i>Podocarpus rospigliosii</i>	
17	LAGARTO CASPI	<i>Calophyllum brasiliense</i>	
18	MASHONASTE	<i>Clusia racemosa</i>	
19	MOENA AMARILLA	<i>Aniba amazonica</i>	
20	MOENA ROSADA	<i>Ocotea bofo</i>	
21	PANGUANA	<i>Brosimum utile</i>	
22	PAUJILRURO BLANCO	<i>Pterygota amazonica</i>	
23	TORNILLO	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	
24	UTUCURO	<i>Septotheca tessmannii</i>	
25	YACUSHARANA	<i>Terminalia oblonga</i>	

Fuente: RNE - Norma E.010 Madera, (2006).

Figura 39
Módulo de elasticidad de la madera

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	E _{mínimo}	E _{promedio}
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Nota: el módulo de elasticidad (E) es aplicable para elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

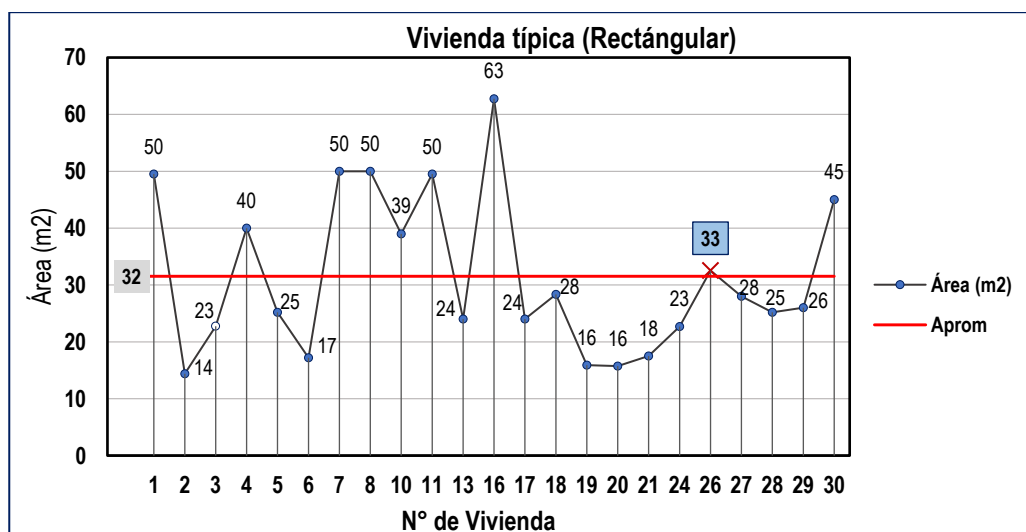
Fuente: RNE - Norma E.010 Madera, (2006).

b) Vivienda típica a analizar

Según las fichas de observación y la muestra se identificó 30 viviendas de tapial, de los cuales se clasificó en: (rectangulares, en “L” y en “C”), a razón de la sub clasificación se determinó la vivienda típica tal como indica la Figura 40.

También, es importante resaltar de las 23 viviendas rectangulares, se determinó el área promedio, $A_{prom.} = 32.00 \text{ m}^2$ y este valor se asemeja al área de la vivienda N°26. (Ver planos, Anexo 09).

Figura 40
Áreas de vivienda típica (Rectangulares)



Por lo tanto, la vivienda típica (rectangular) a analizar será el N°26 teniendo en consideración los parámetros de diseño según la Norma E-030 y la microzonificación sísmica del C.P. Tambillo. La cual nos determinará el resultado del comportamiento estructural de la (zona tipo 2).

Figura 41

Vista frontal de la vivienda típica (rectangular), N°26



Fuente: Fotografía de la zona tipo 02

Figura 42

Vista lateral de la vivienda típica (rectangular), N°26.



Fuente: Fotografía de la zona tipo 02

Esta casa tiene una distribución muy sencilla, con habitaciones del mismo tamaño en ambos niveles. La mayoría de las habitaciones siguen conectadas con el edificio principal, aunque estén divididas por muros de 40 cm.

Figura 43
Distribución en planta del primer nivel de vivienda N°26

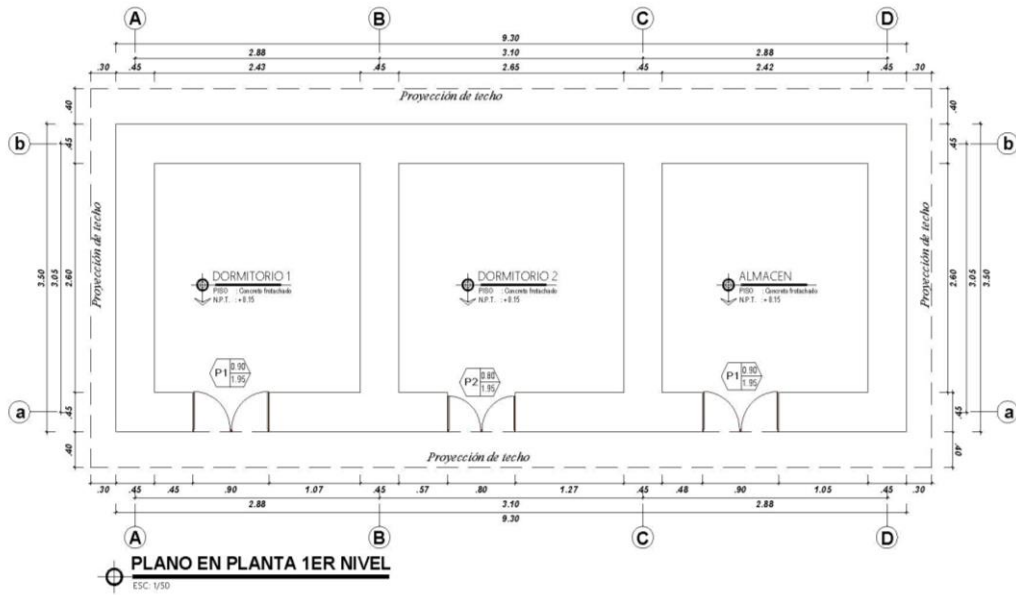


Figura 44
Distribución en planta del segundo nivel de vivienda N°26

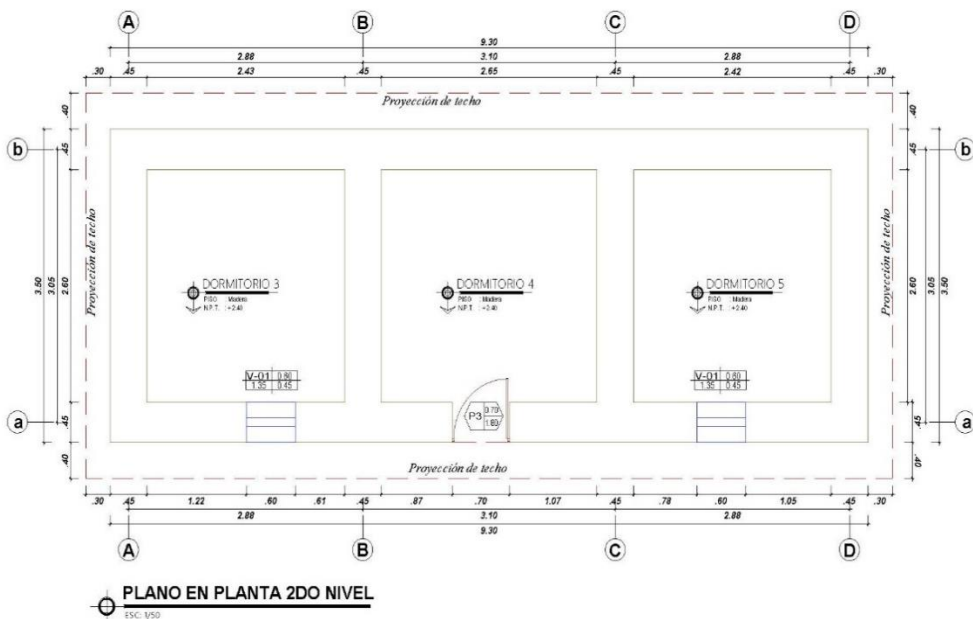


Figura 45
Elevación frontal de vivienda N°26

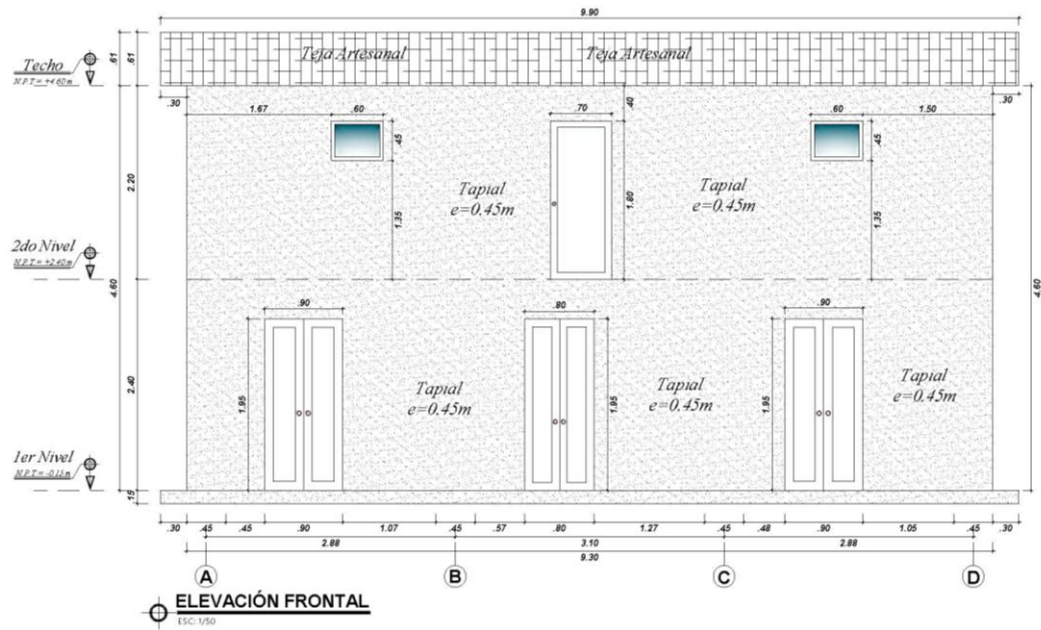
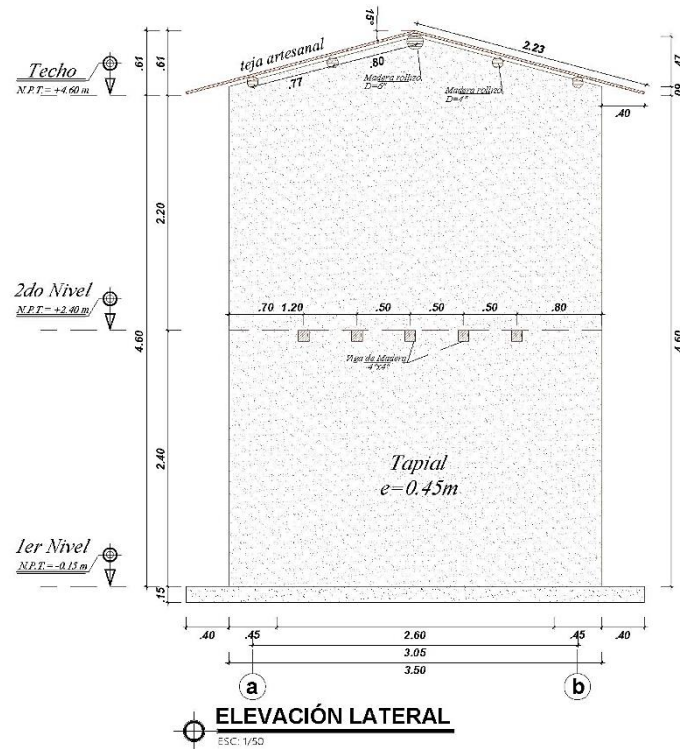


Figura 46
Elevación lateral de vivienda N°26



c) Análisis de Datos

- **Análisis sísmico de la vivienda**

Mediante este modelamiento, podemos predecir cómo se comportaría esta vivienda típica en tapial durante un evento sísmico.

En la Tabla 34 se tiene datos según la microzonificación sísmica (Zona tipo 2) y norma E-030.

Tabla 34
Diseño sismorresistente (E-030)

Z =	.0.25	Factor de Zona (Z2)
S =	1.40	Factor de suelo (S3)
Tp =	1.00	Periodo de Corto
Tl =	1.60	Periodo de Largo
U =	1.00	Factor de Uso (Vivienda Cat. C)
Ro =	3	Coefficiente básico de Reducción
Iax =	1	Irregularidad en Altura dirección x
Iay =	1	Irregularidad en Altura dirección y
Ipx =	1	Irregularidad en Planta dirección x
Ipy =	1	Irregularidad en Planta dirección y
Rx=	3	Coef. de Reducción de Fuerzas Sísmicas x
Ry=	3	Coef. de Reducción de Fuerzas Sísmicas y

Nota: En su tesis (Alvarez & Alzamora, 2020, pág. 124), considera edificaciones de viviendas de adobe como sistema estructural de albañilería confinada, ya que este sistema de construcción se asemeja a la vivienda en tapial, porque dicha construcción también son confinadas, por lo tanto, se toma como valor el coeficiente básico de reducción ($R_o = 3$).

Tabla 35
Irregularidad en altura en dirección X-X y Y-Y

Irregularidad en Altura	I_a
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	1.00
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	1.00
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	1.00

Tabla 36
Irregularidad en planta en dirección X-X y Y-Y

Irregularidad en Planta	I_p
Irregularidad Torsional	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	1.00
Esquinas Entrantes	1.00
Discontinuidad del Diafragma	1.00
Sistemas No Paralelos	1.00

Con los datos obtenidos de la Tabla 34, se determinó el espectro de sismo en X-X y Y-Y.

Figura 47
Espectro respuesta dirección "X"

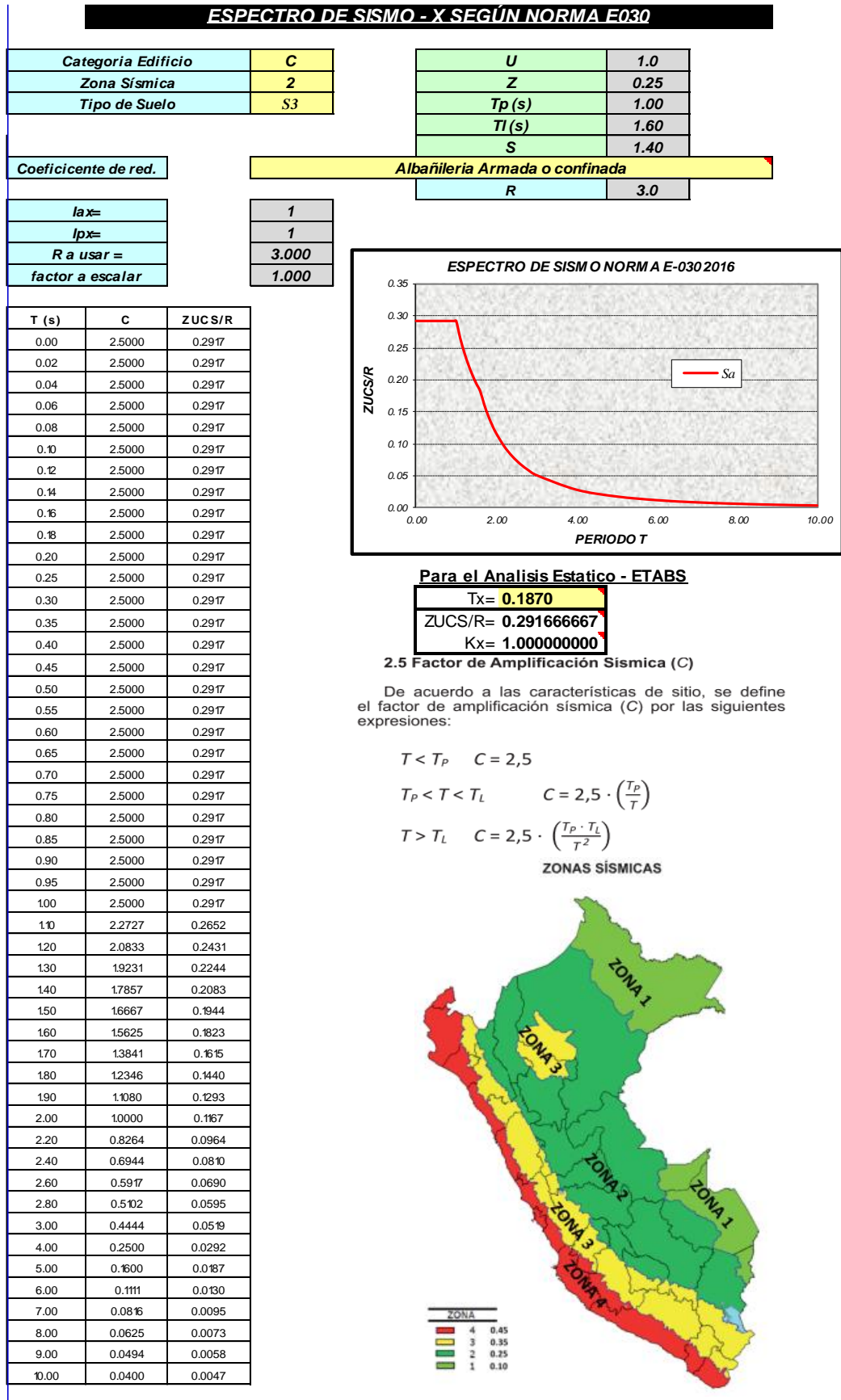
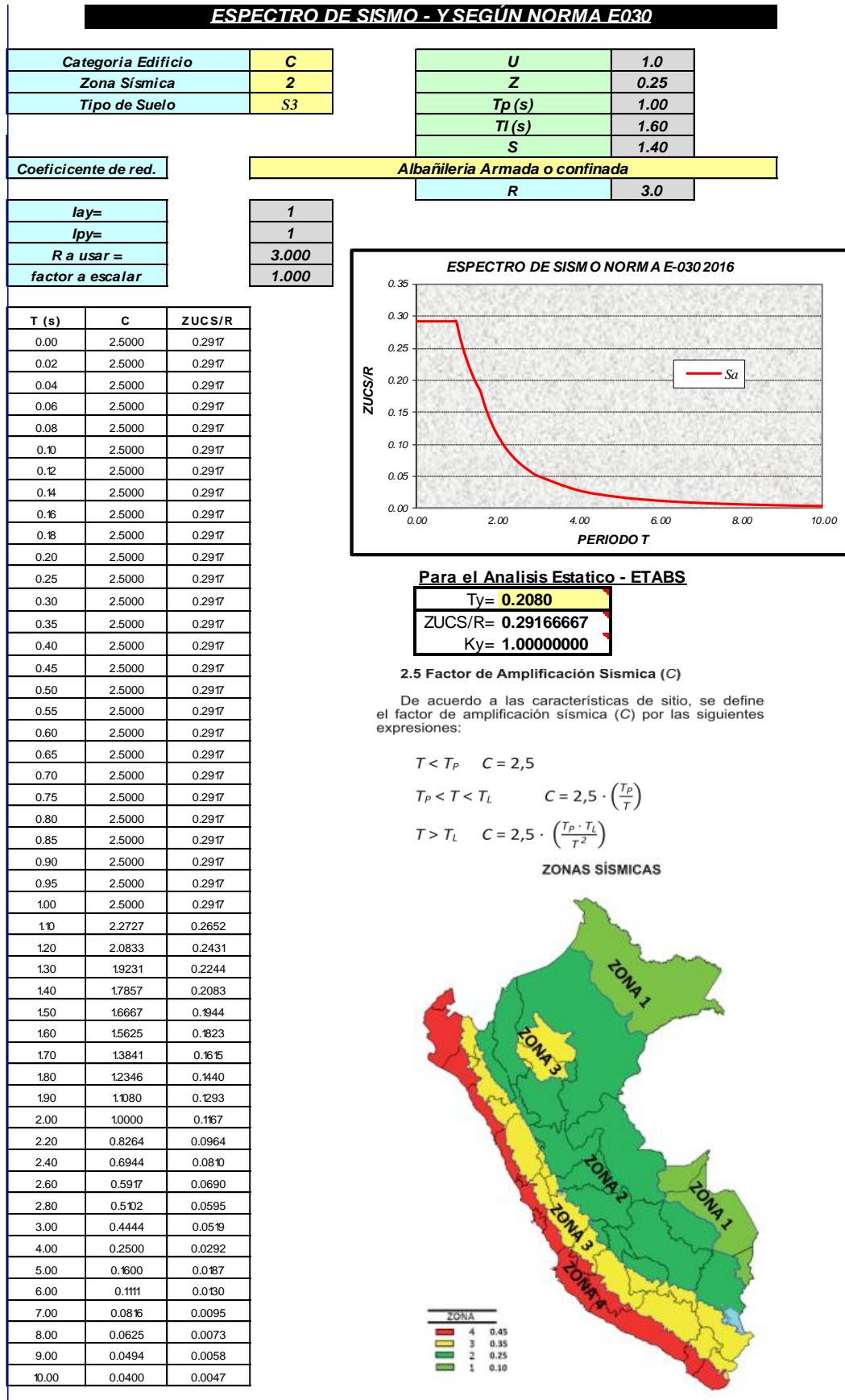


Figura 48
Espectro respuesta dirección "Y"



Luego de obtener los dos espectros de sismo en “X-X” y Y-Y, se procede a cargar al programa, con el cual modelamos la vivienda típica ubicada en la zona tipo 2.

- **Datos procesados en ETABS V.19**

Para empezar a modelar en el software, primero debemos considerar ciertas características fundamentales del material:

Propiedades del Tapial:

- Material: Tapial
- Peso específico (γ_m): 1900 kg/cm²
- Módulo de elasticidad (E'_m): 1865 kg/cm²
- Coeficiente de Poisson: 0.35
- Esfuerzo resistente a compresión (f'_m): 6.59 kgf/cm²

Propiedades de Madera

- Material: Tornillo (Grupo “C”).
- Peso específico (γ_m): 900 kg/m³
- Módulo de elasticidad (E'_m): 55000 kg/cm²

Cargas

Figura 49
Definición de carga muerta en Etabs V.19

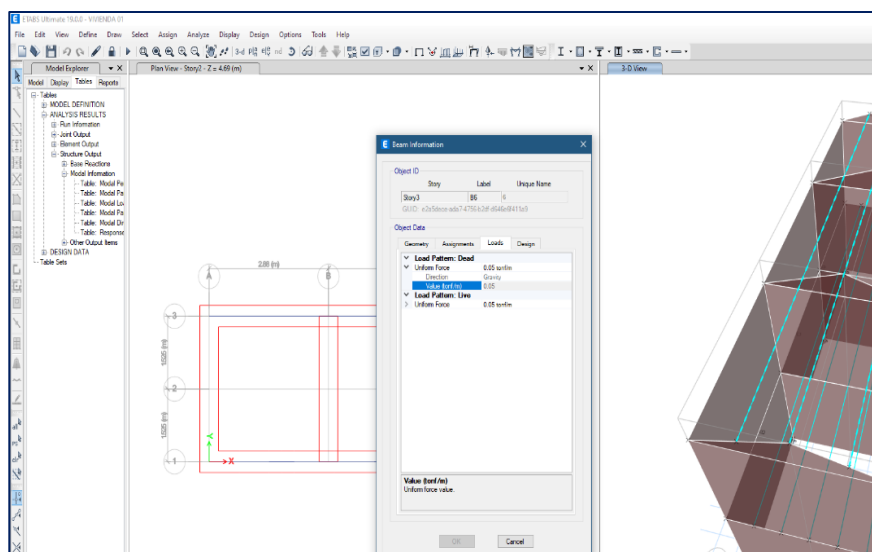


Figura 50
Definición de carga viva en Etabs V.19

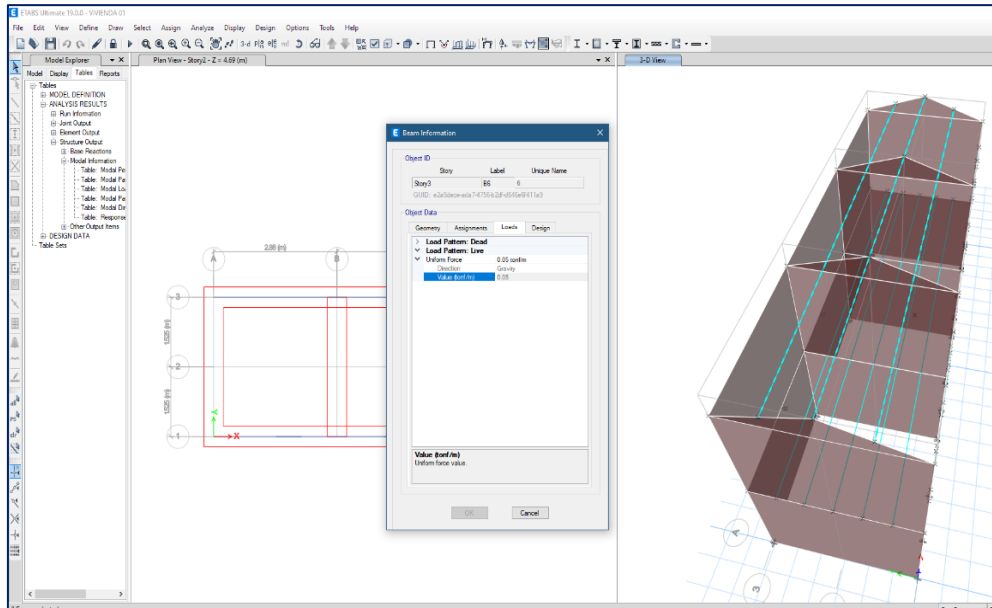


Figura 51
Definición de propiedades de tapial en Etabs V.19



Después de haber definido el material, se procedió a realizar el modelamiento de los muros.

Figura 52
Dibujo de muros Etabs V.19

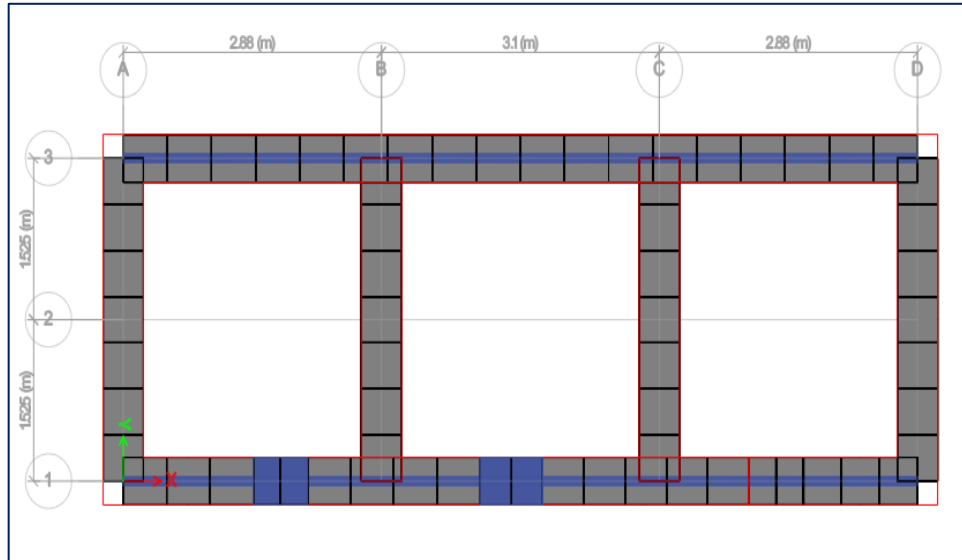
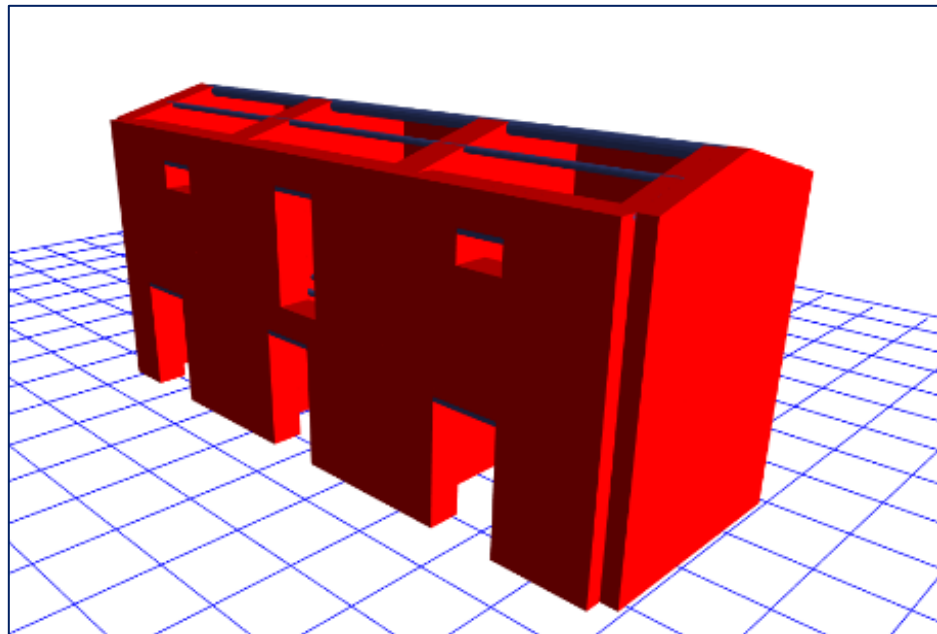


Figura 53
Visualización de muros de tapial en 3D, Etabs V.19



Luego del dibujo de los muros, se procederá a definir las propiedades de la madera y posteriormente el dibujo de la viga collar.

Figura 54
Definiendo propiedades de la madera en Etabs V.19

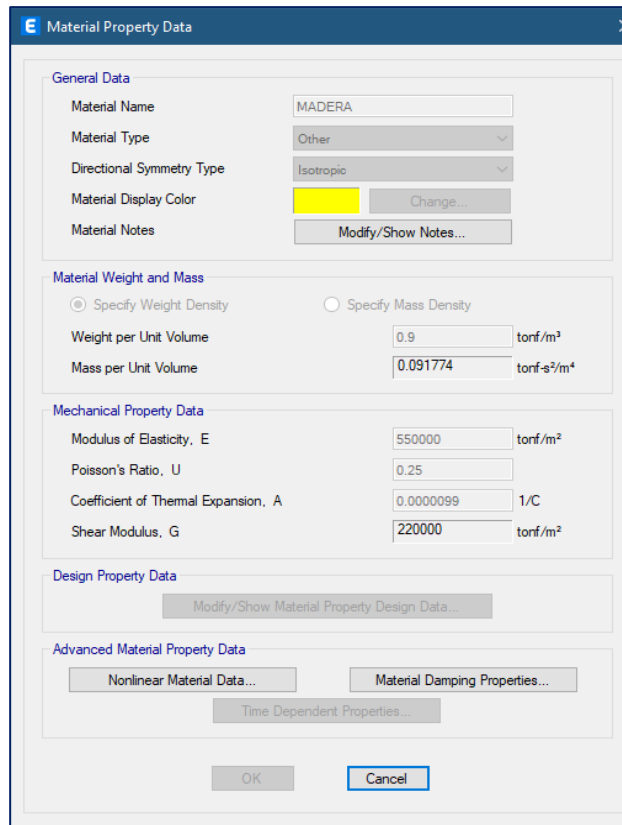


Figura 55
Visualización de viga collar de la vivienda

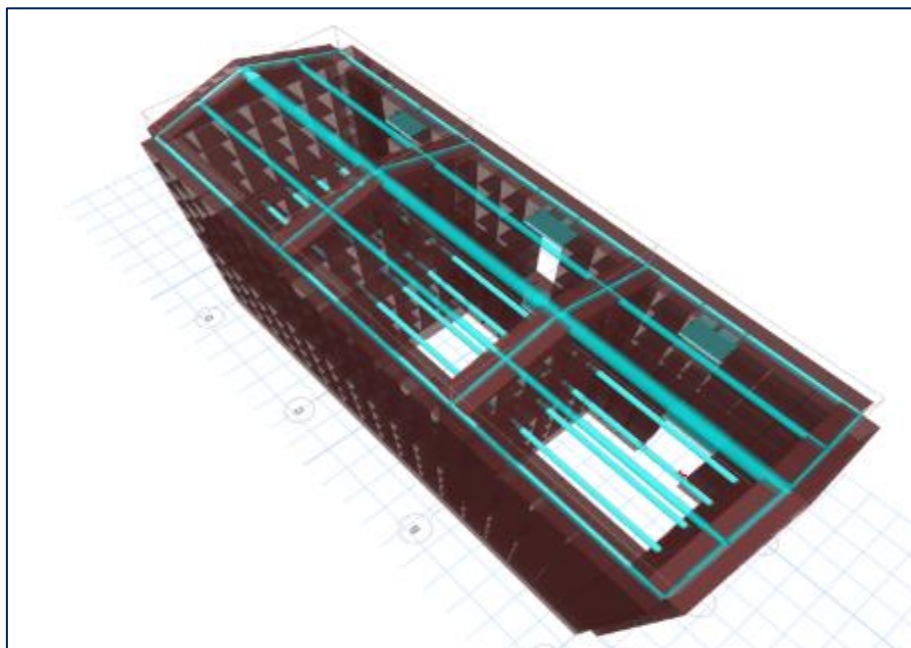
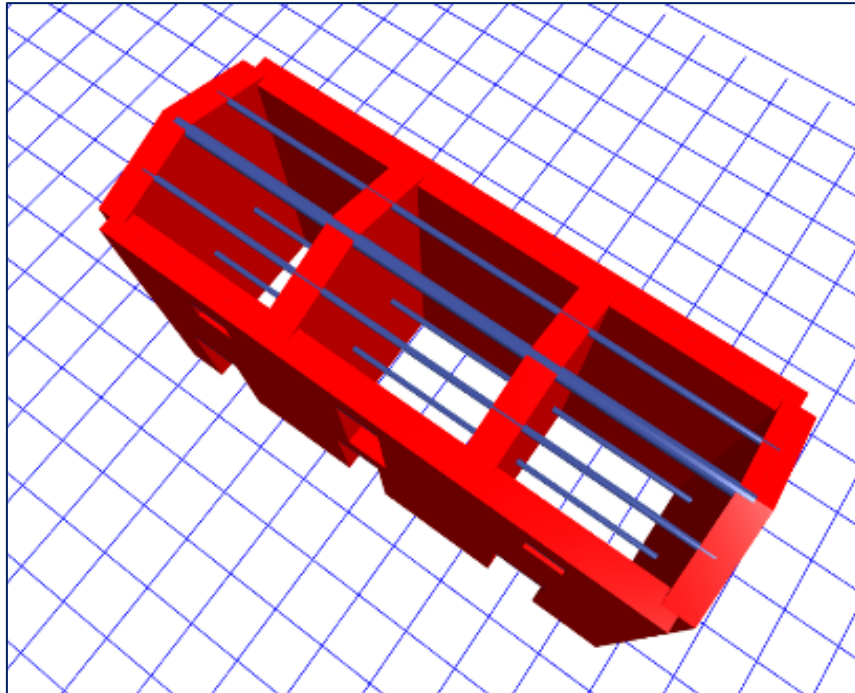


Figura 56

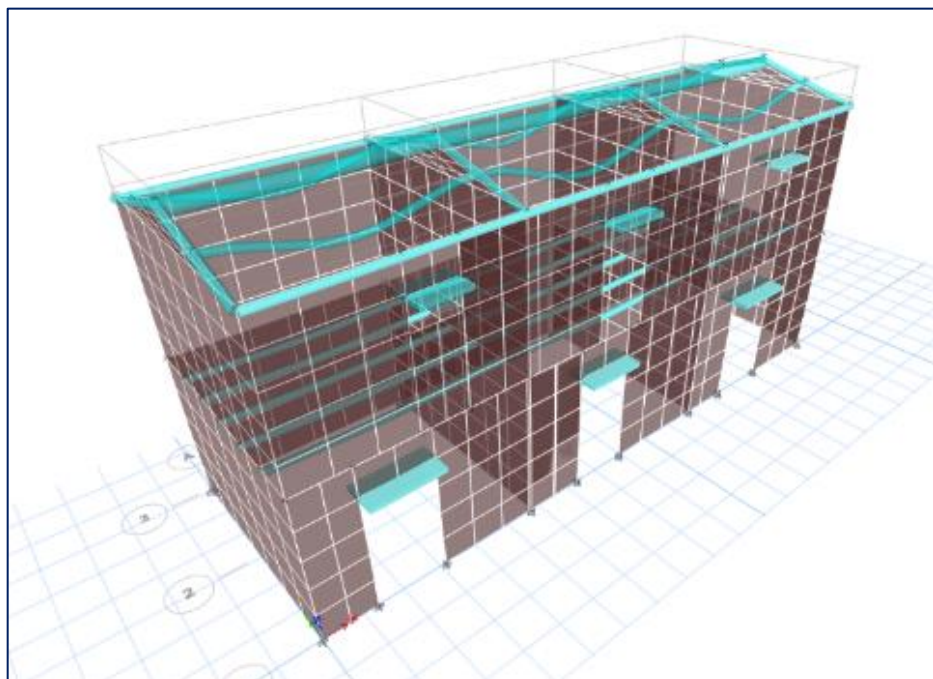
Modelo 3D de la vivienda típica en Etabs V.19



Después de haber añadido todos los datos para el modelamiento se procedió a correr el programa.

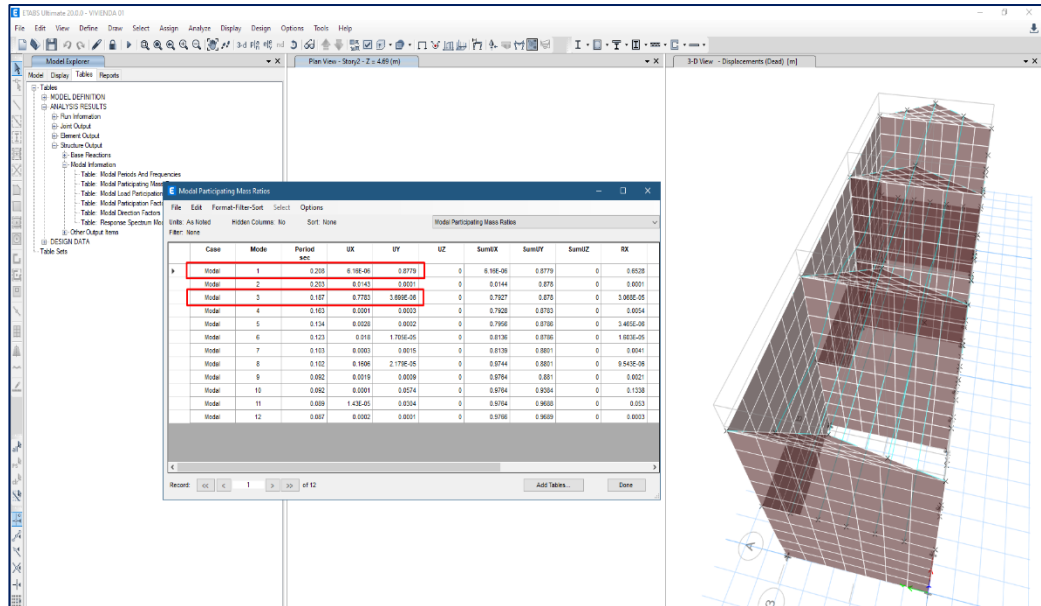
Figura 57

Animación de la vivienda por efecto del movimiento sísmico en Etabs V.19.



Utilizando el programa, podemos imitar un movimiento sísmico y luego analizar los resultantes: modos de vibración; la verificación de distorsiones máximas, los análisis estático y dinámico.

Figura 58
Modos de vibración



➤ Análisis estático

Tabla 37
Cortante estático en dirección X-X

CORTANTE ESTÁTICO - X										
Tp= 1.00		Cx= 2.500		$F_i = \alpha_i \cdot V$ $\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$						
Tl= 1.60		C etabs= 0.291666667								
Tx= 0.187		K etabs= 1.000000								
Z= 0.25	U= 1	S= 1.40								
C= 2.500	Rf= 3	Vbasal-X= 27.27								
TABLE: Mass Summary by Story										
Story	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	Peso tonf	Peso kgf	Altura (m) Entrepiso	Hi (m) Acumulada	Pi x (Hi) ^k	αi	Fi tonf	Vi Tonf
PISO-2	3.50	3.50	34.30	34,296.48	2.29	4.69	160.85	0.53099	14.48	14.48
PISO-1	6.04	6.04	59.20	59,197.26	2.40	2.40	142.07	0.46901	12.79	27.27
			93.49	93,493.74	4.69		302.92	1.00	27.27	OK

Tabla 38
Cortante estático en dirección Y-Y

CORTANTE ESTÁTICO - Y										
Tp= 1.00		Cy= 2.500		$F_i = \alpha_i \cdot V$ $\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$						
Tl= 1.60		C etabs= 0.29166667								
Ty= 0.208		K etabs= 1.00000								
Z= 0.25		U= 1		S= 1.40						
C= 2.500		Rf= 3		Vbasal-Y= 27.27						
TABLE: Mass Summary by Story										
Story	UX	UY	Peso	Peso	Altura (m)	Hi (m)	Pi x (Hi)^k	αi	Fi	Vi
	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	tonf	kgf	Entrepiso	Acumulada			tonf	Tonf
PISO-2	3.497	3.497	34.30	34,296.48	2.29	4.69	160.85	0.530993	14.48	14.48
PISO-1	6.036	6.036	59.20	59,197.26	2.40	2.40	142.07	0.469007	12.79	27.27
			93.49	93,493.74	4.69		302.92	1.00	27.27	OK

Análisis Dinámico

Tabla 39
Cortante dinámico sin escalar en dirección X-X (Vx)

Story Forces										
File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None					Story Forces					
Filter: ((Story) = 'Story1') AND ((Output Case) = 'SDX') AND ((Location) = 'Bottom')										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	
Story1	SDX	LinRespSpec	Max			Bottom	0	22.0871	0.0931	

Tabla 40
Cortante dinámico sin escalar en dirección Y-Y (Vy)

Story Forces										
File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None					Story Forces					
Filter: ((Story) = 'Story1') AND ((Output Case) = 'SDY') AND ((Location) = 'Bottom')										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	
Story1	SDY	LinRespSpec	Max			Bottom	0	0.0931	24.0954	

Figura 59
Fuerza cortante mínima

<p>29.4. Fuerza Cortante Mínima</p> <p>29.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entreciso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.</p> <p>29.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.</p>

Fuente: Norma E.030 - RNE.

Tabla 41
Determinación de los factores de escala para los espectros sísmicos en dirección; X-X y Y-Y

DETERMINACION DE LOS FACTORES DE ESCALA PARA LOS ESPECTROS SISMICOS						
Factor de Escala Direccion---> X-X						
	Dinamico Tonf	Estatico-X Tonf	% Actual Dinamico	Tipo.Estructura	Dinamico Escalado-Tonf	F.ESCALA
Cortante 1ºN	22.0871	27.27	81.00%	REGULAR	21.815	9.685979089
Factor de Escala Direccion---> Y-Y						
	Dinamico Tonf	Estatico-Y Tonf	% Actual Dinamico	Tipo.Estructura	Dinamico Escalado-Tonf	F.ESCALA
Cortante 1ºN	24.0954	27.27	88.36%	REGULAR	21.815	8.87867347

Como la fuerza cortante en el primer entreciso de la vivienda es mayor al 80% del valor calculado, por lo tanto, no requiere escalar.

Distorsiones

Tabla 42
Las distorsiones máximas de la vivienda en tapial en dirección X-X

TABLE: Story Drifts								
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	REGULAR Rx= 3	Distorsion Elastica	Distorsion Max-Nomra	Verificacion Distorsion
Piso-2	SPEC-X Max	X	0.0005520	1	2.25	0.00124	0.005	OK
Piso-1	SPEC-X Max	X	0.0008790	3	2.25	0.00198	0.005	OK

Figura 60

Distorsión máxima vs distorsión según Norma E030, en dirección X-X

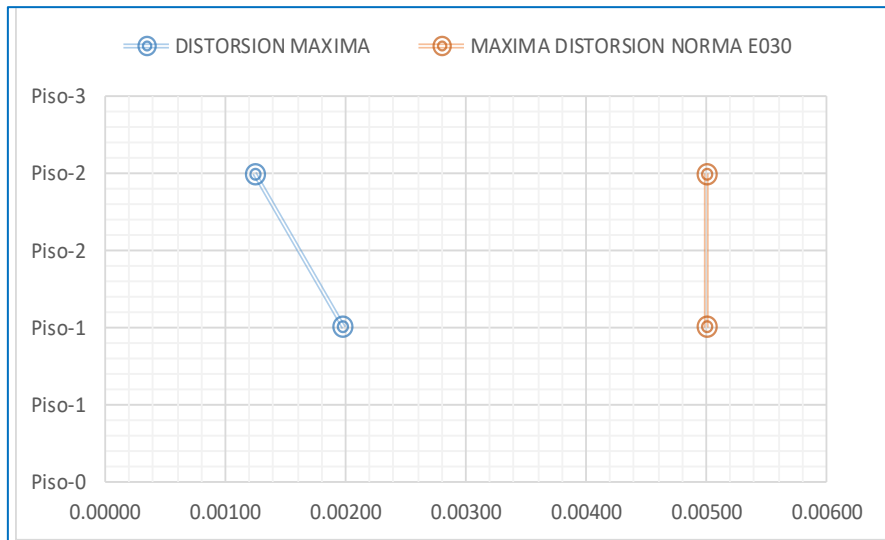


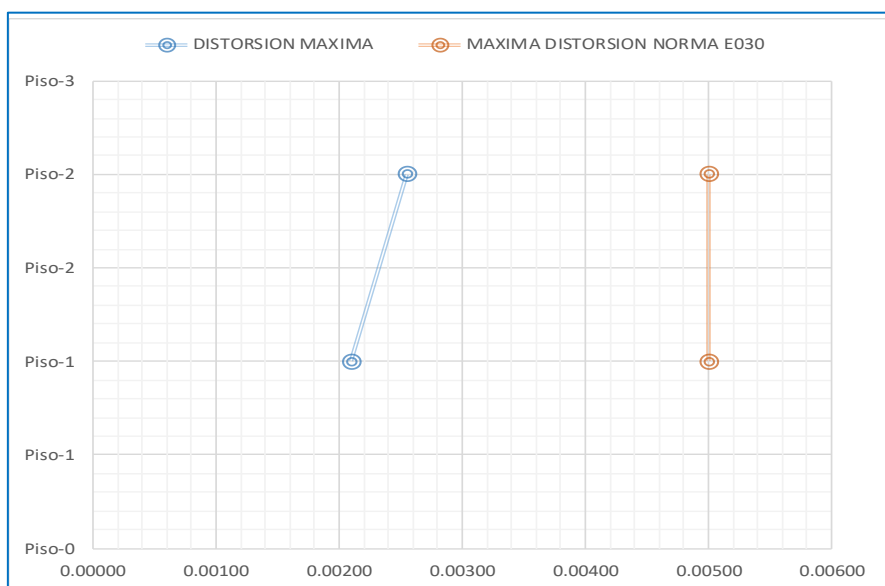
Tabla 43

Las distorsiones máximas de la vivienda en tapial en dirección Y-Y

TABLE: Story Drifts								
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	REGULAR Ry= 3	Distorsion Elastica	Distorsion Max-Nomra	Verificacion Distorsion
Piso-2	SPEC-Y Max	Y	0.001133	48	2.25	0.00255	0.005	OK
Piso-1	SPEC-Y Max	Y	0.000932	41	2.25	0.00210	0.005	OK

Figura 61

Distorsión máxima vs distorsión según Norma E030, en dirección Y-Y



- **Datos procesados en SAFE V.20**

Para iniciar el modelamiento con el programa Safe V.20 de la cimentación corrida; se considera las propiedades de los materiales: Según Norma E-080, E-050 y otras consideraciones dadas por la Norma E-060 y E-030.

Figura 62

Cimentación según Norma E-080: Diseño y construcción tierra reforzada

7.1 Cimentación
a) El cimiento debe cumplir dos condiciones:
i. Transmitir las cargas hasta un suelo firme de acuerdo a lo indicado por la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
ii. Evitar que la humedad ascienda hacia los muros de tierra.
b) Cumpliendo las condiciones anteriormente mencionadas, todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m.
c) Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:
i. Piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas.
ii. Concreto Ciclópeo.
iii. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

Fuente: Norma E.080-2018

✚ Descripción de la cimentación

En este análisis se considera las recomendaciones de la norma E-080; donde indica que la profundidad mínima de cimentación es 0.60 m. y ancho 0.60 m.

Por lo tanto, de acuerdo a la configuración en planta de la vivienda típica, se considera el ancho de cimiento 0.45 m. y una profundidad de 0.60 m. asimismo el material predominante es el concreto simple.

✚ Datos de cimiento corrido de concreto simple (C⁰S⁰):

- Material: Concreto Simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico (γ_m): 2300 kg/cm^2
- Módulo de elasticidad ($E'm$): $177482.39 \text{ kg/cm}^2$
- Coeficiente de Poison: 0.20

✚ Datos de estudio mecánica de suelos

Tabla 44

Capacidad portante del suelo para análisis de cimentación (q_a)

N° Calicata	Prof (m) Ref Plataforma	Cu Diseño (Kg/cm ²)	CIMIENTO			FACT. MEYERHOF			qd (kg/cm ²)	Fs	q _a (kg/cm ²)
			B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	Ic			
1	-0.60	0.500	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.78	3	0.93
2	-0.60	0.383	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.13	3	0.71
	-3.00	0.337	0.6	1.5	3.0	5.14	1.08	1	1.87	3	0.62
3	-0.60	0.447	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.48	3	0.83

Fuente: Estudio mecánica de suelo.

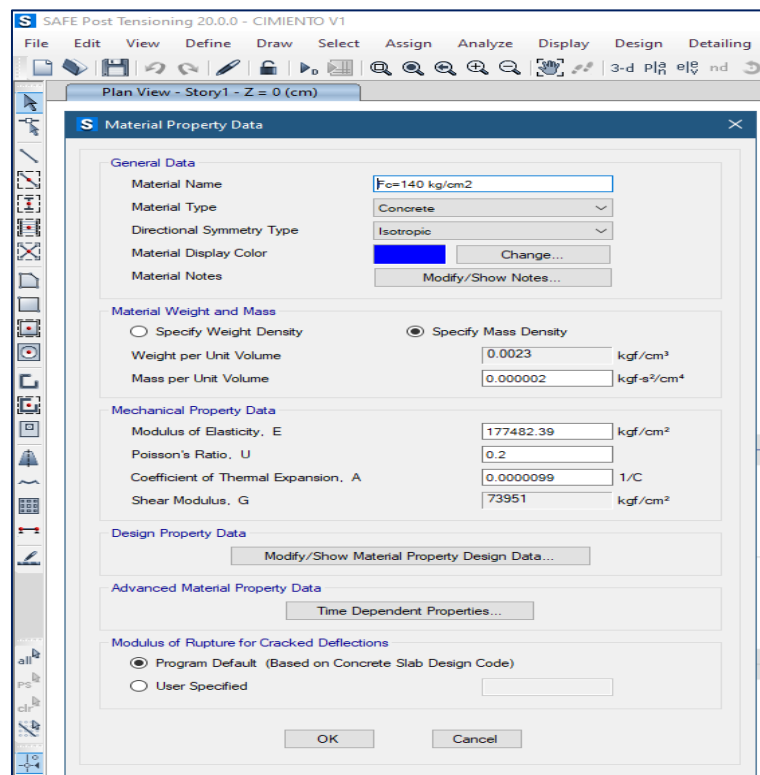
Del estudio mecánica de suelos se tiene los siguientes datos para análisis de cimentación:

- Calicata C-1 (Zona tipo 01): $q_a = 0.93 \text{ kg/cm}^2$
- Calicata C-2 (Zona tipo 02): $q_a = 0.62 \text{ kg/cm}^2$ (Se tomó el valor mínimo).
- Calicata C-3 (Zona tipo 01): $q_a = 0.83 \text{ kg/cm}^2$

✚ Definición de las propiedades de materiales en Safe

Figura 63

Definición de propiedades del concreto simple en Safe V.20

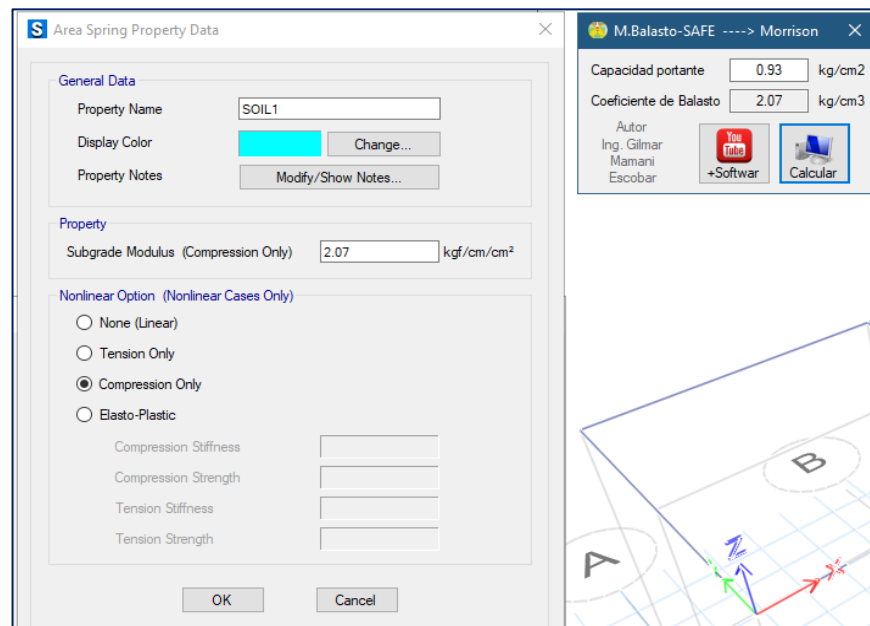


a. **Análisis de cimentación con resultados de la calicata C-01
(Zona tipo 01)**

- **Coeficiente de Balasto**

Figura 64

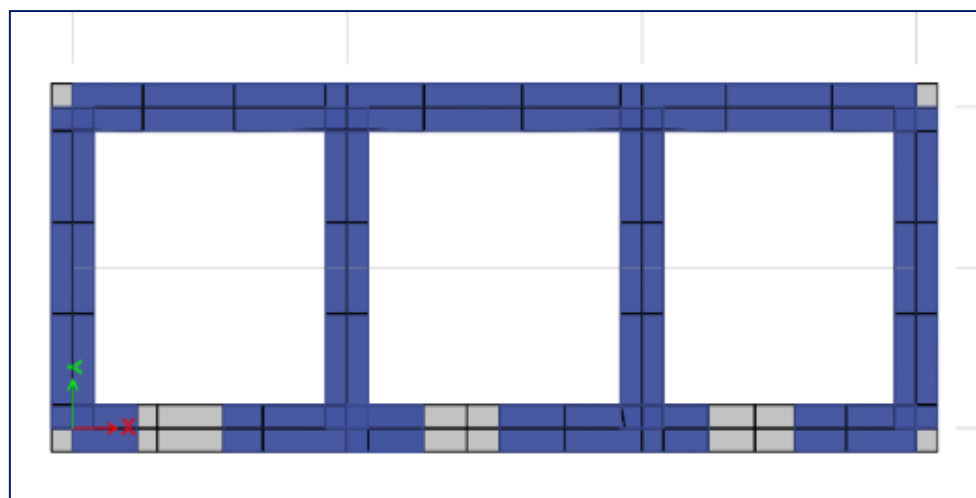
Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$



- **Vista en planta de la cimentación**

Figura 65

Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 1 (C-01) en Safe V.20

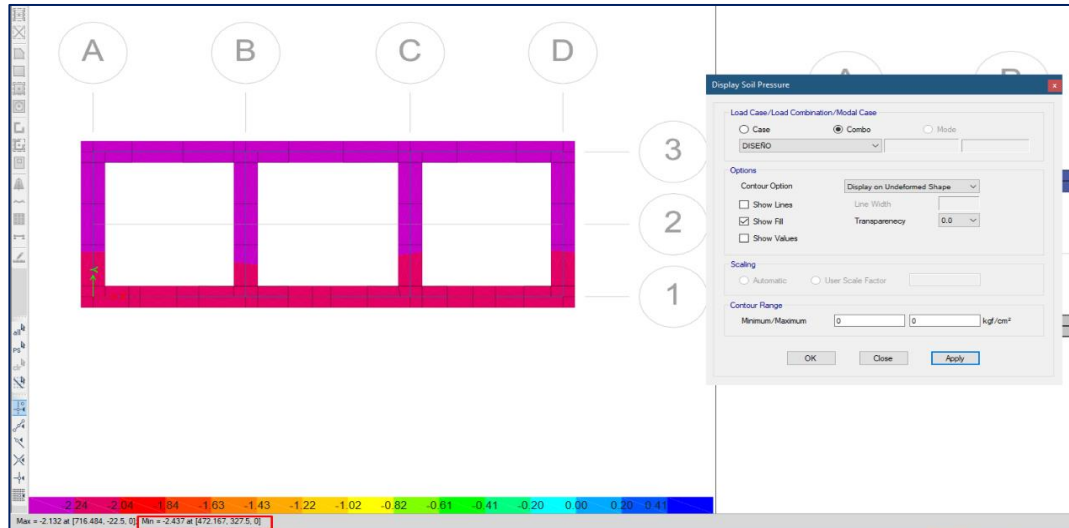


- **Verificación de esfuerzos en el suelo**

➤ **Diseño: $U = 1.4 CM + 1.7 CV$**

Figura 66

Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación; $U=1.4CM+1.7CV$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm²

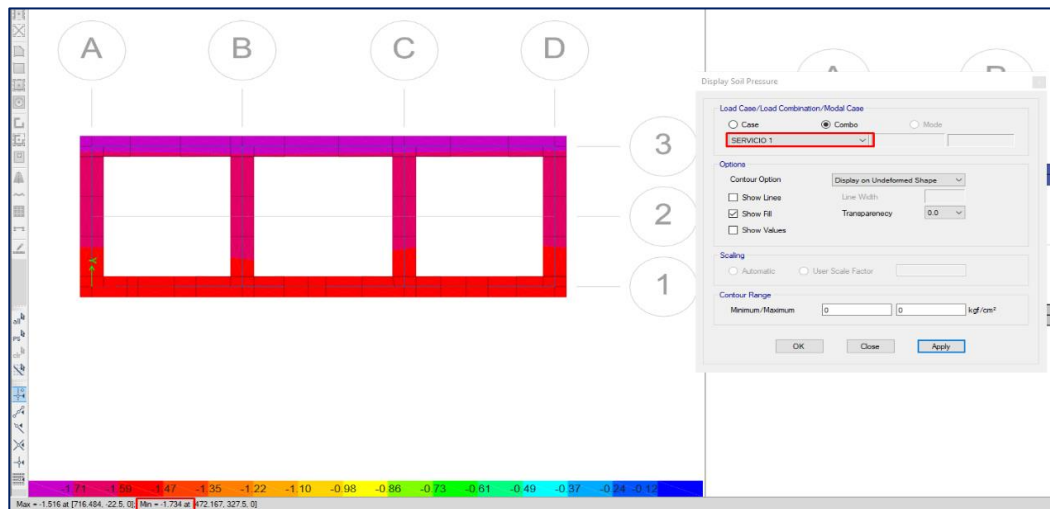
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

➤ **Servicio 01: $U = CM + CV$**

Figura 67

Esfuerzos de cargas de servicio 01 sobre el suelo de fundación; $U=CM+CV$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 1.73 kg/cm²

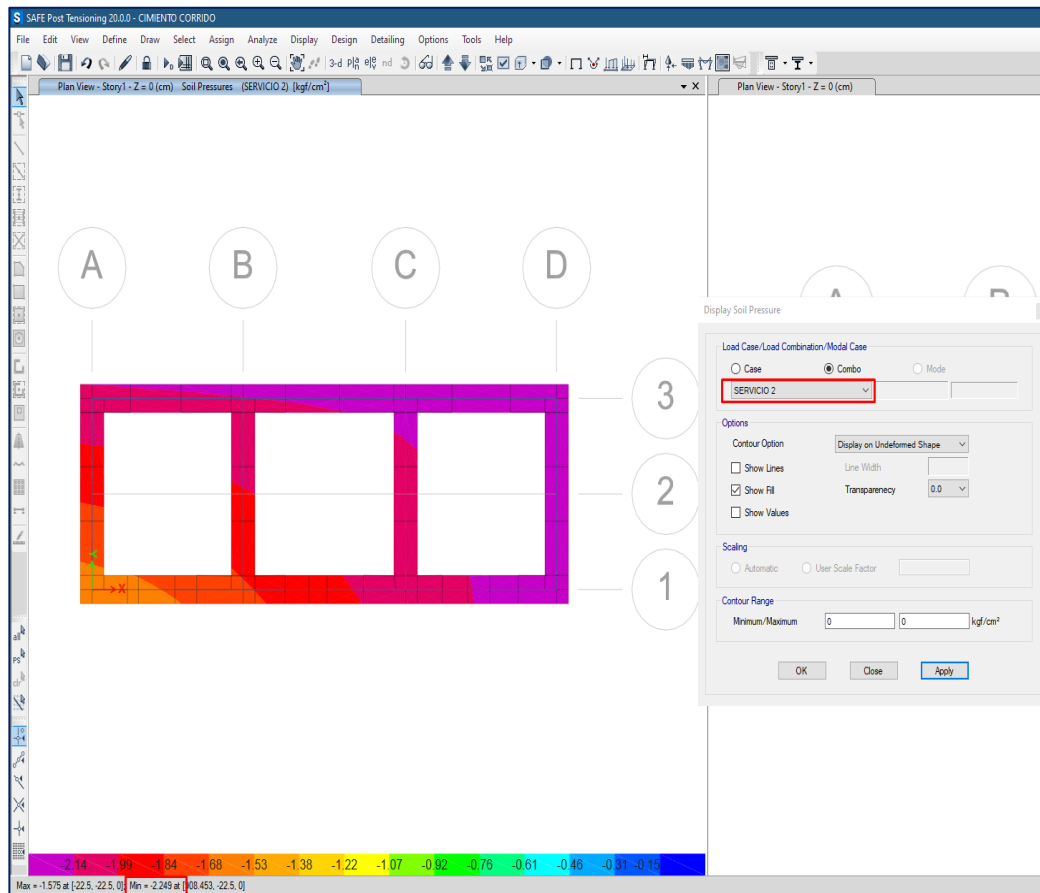
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

➤ **Servicio 02: $U = 1.25(CM + CV) + SX$**

Figura 68

Esfuerzos de cargas de servicio 02 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) + SX$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.25 kg/cm²

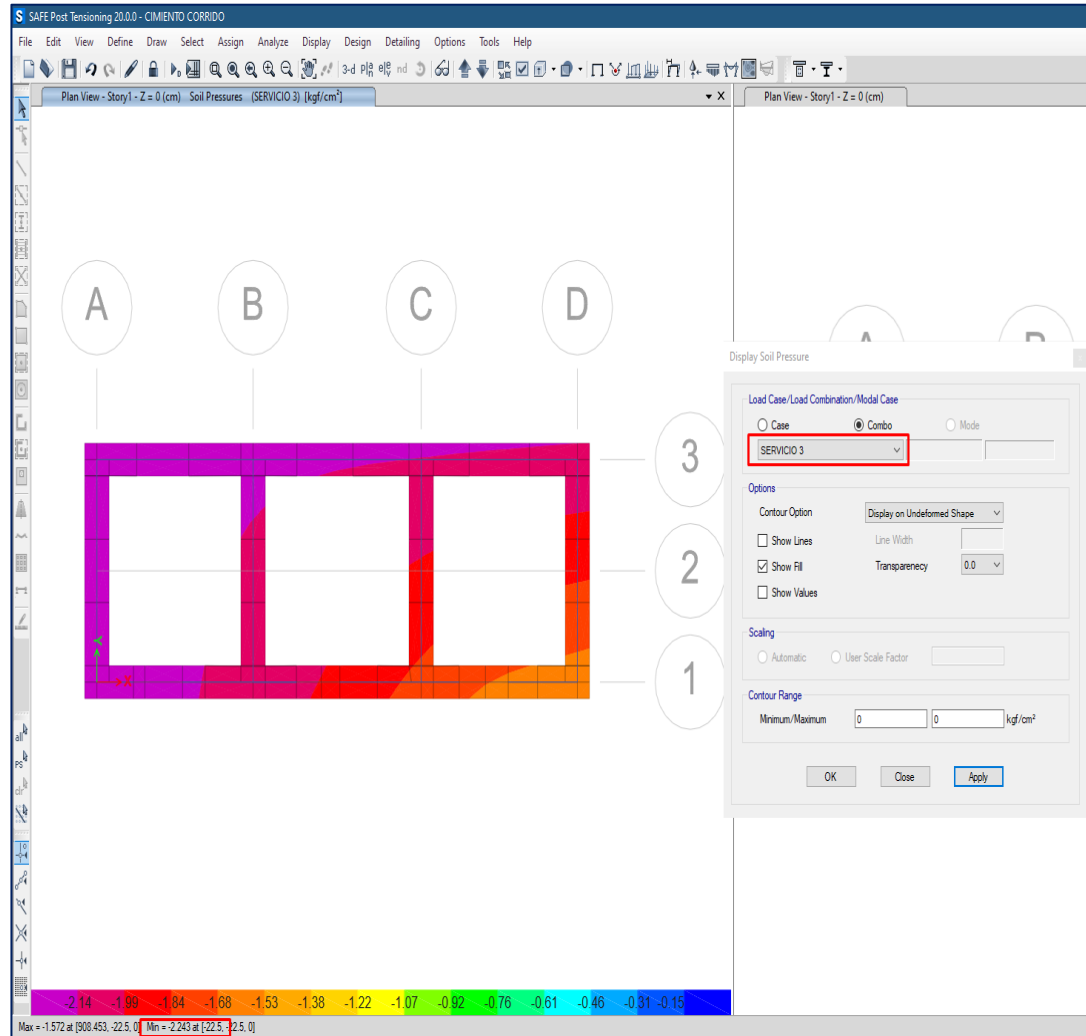
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

➤ **Servicio 03: $U = 1.25(CM + CV) - SX$**

Figura 69

Esfuerzos de cargas de servicio 03 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) - SX$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.24 kg/cm²

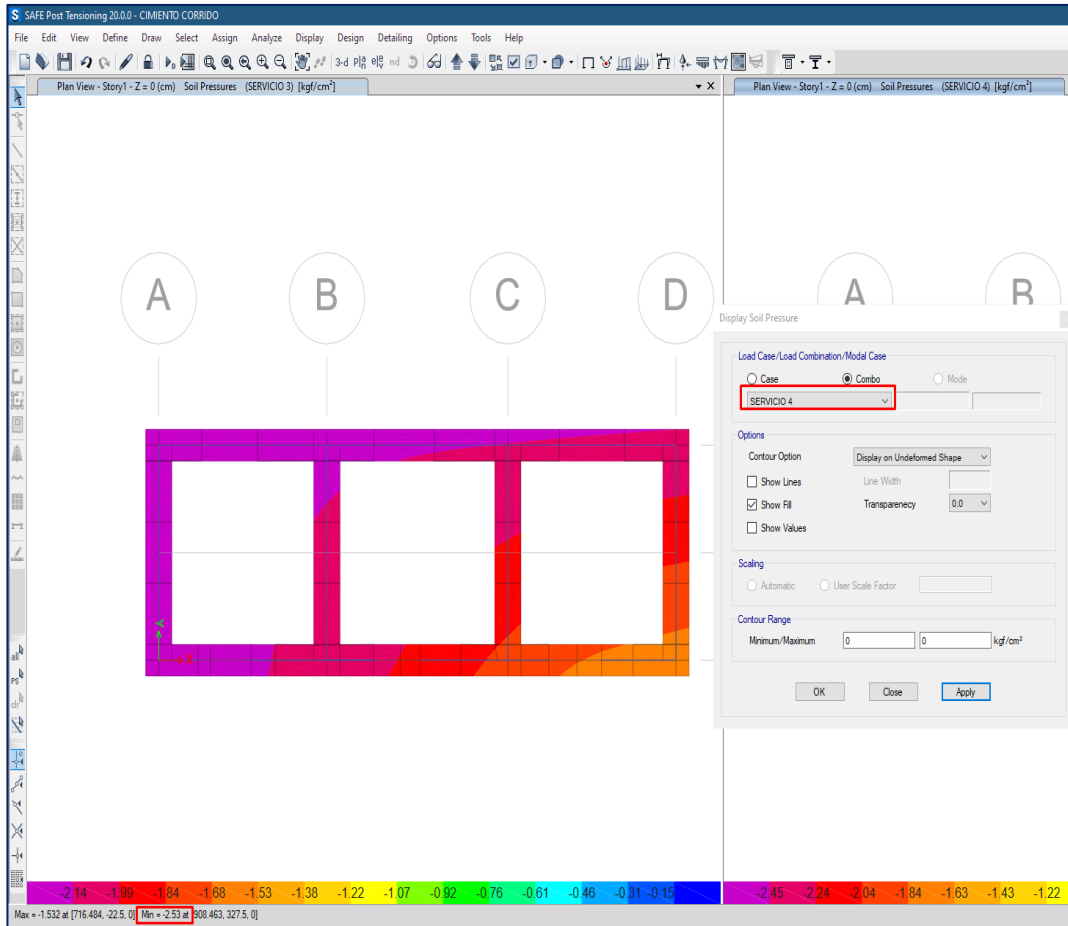
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

➤ **Servicio 04: $U = 1.25(CM + CV) + SY$**

Figura 70

Esfuerzos de cargas de servicio 04 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) + SY$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.53 kg/cm²

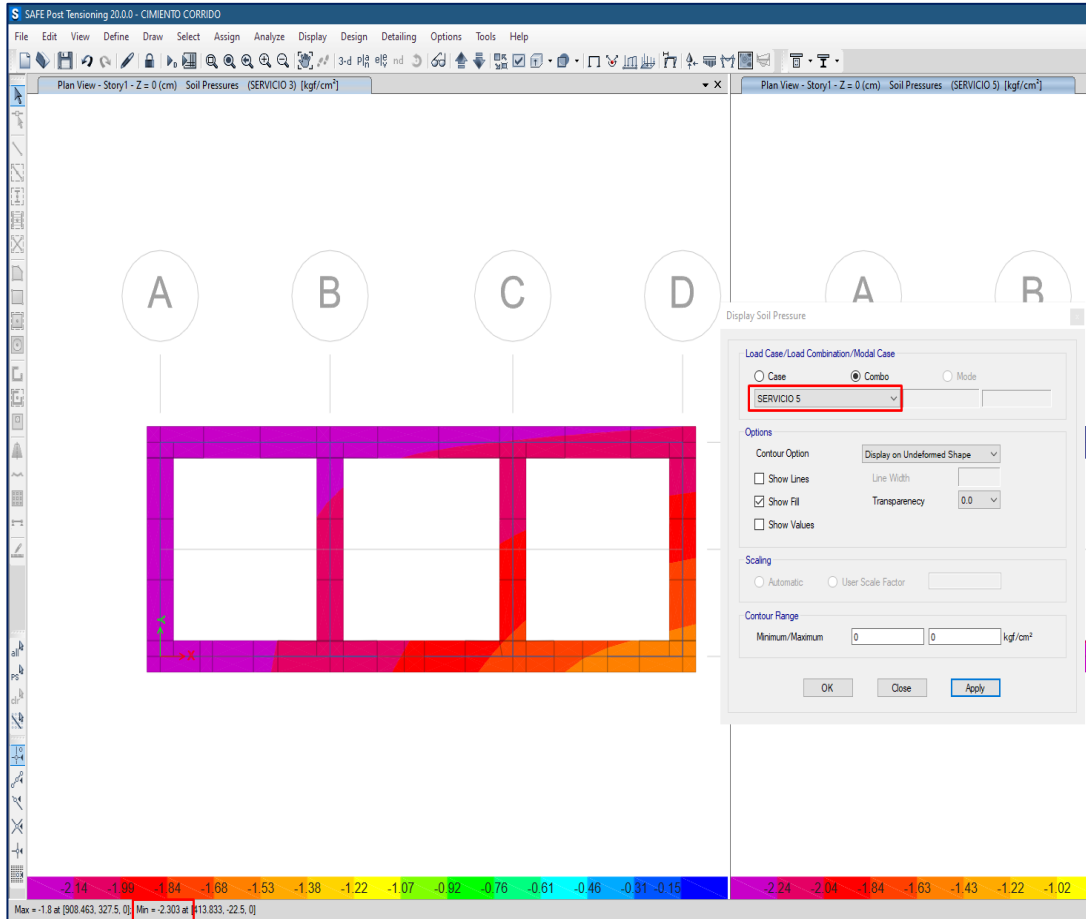
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

➤ **Servicio 05: $U = 1.25(CM + CV) - SY$**

Figura 71

Esfuerzos de cargas de servicio 05 sobre el suelo de fundación; $U=1.25(CM+CV) - SY$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.30 kg/cm²

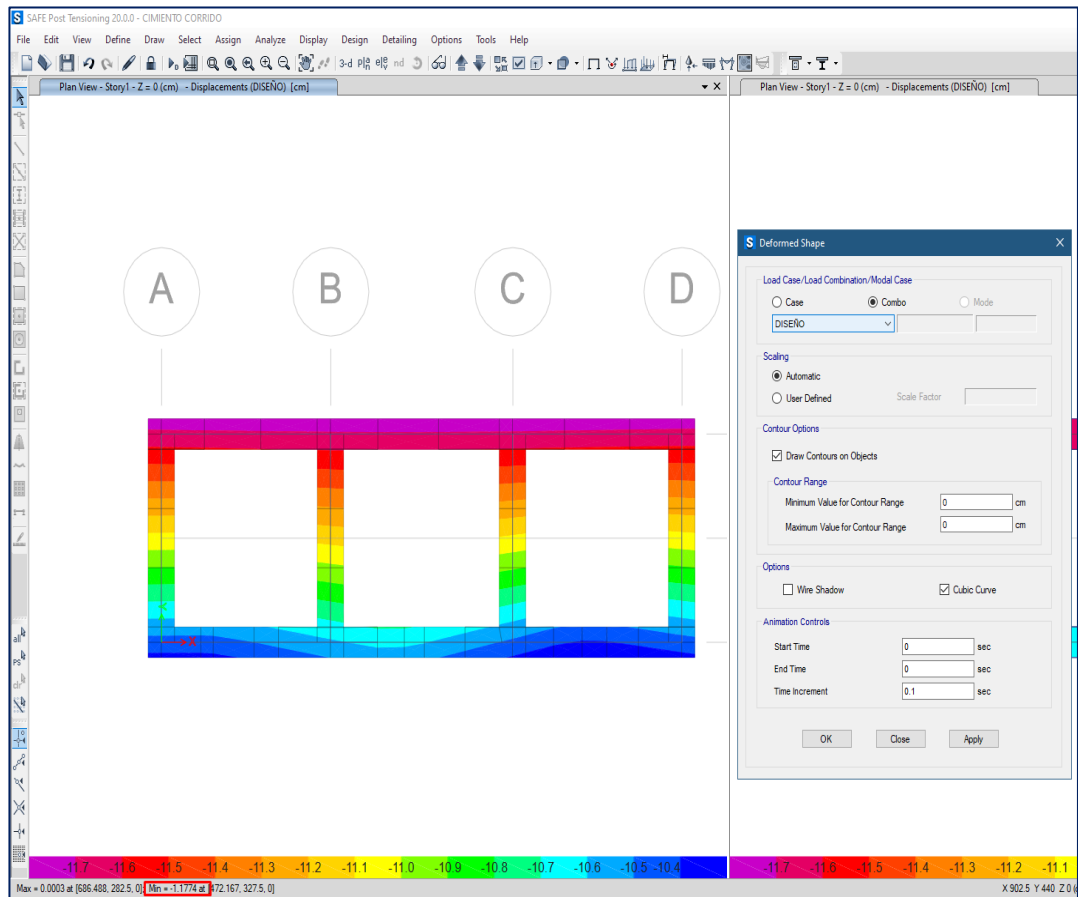
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.93 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

- **Asentamiento del suelo de fundación**

Figura 72

Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 1 (C-01)



Interpretación:

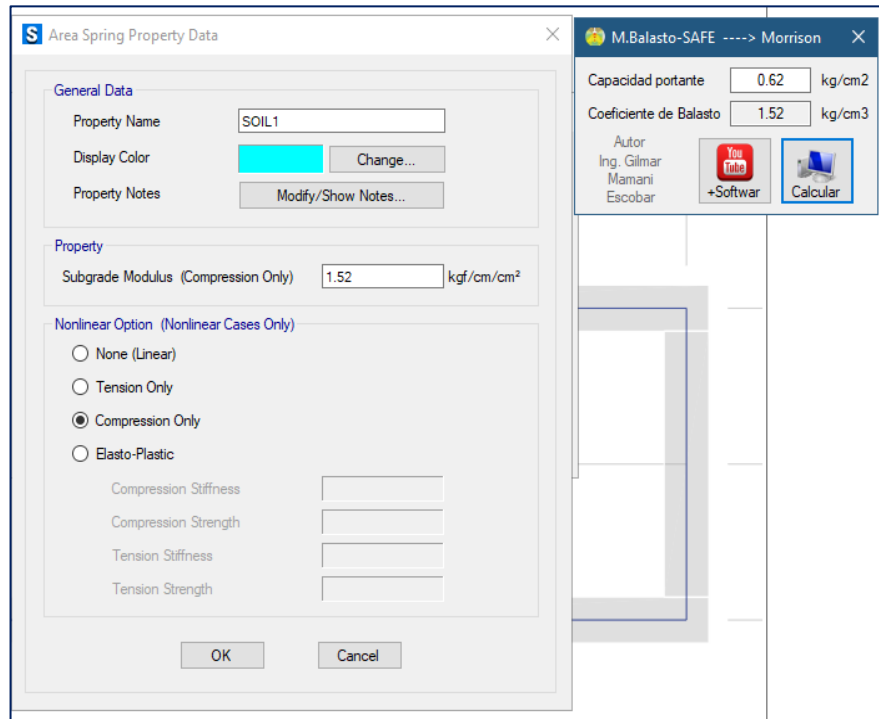
Asentamiento máximo = 1.18 cm.

b. Análisis de cimentación con resultados de la calicata C-02 (Zona tipo 02)

- **Coeficiente de Balasto**

Figura 73

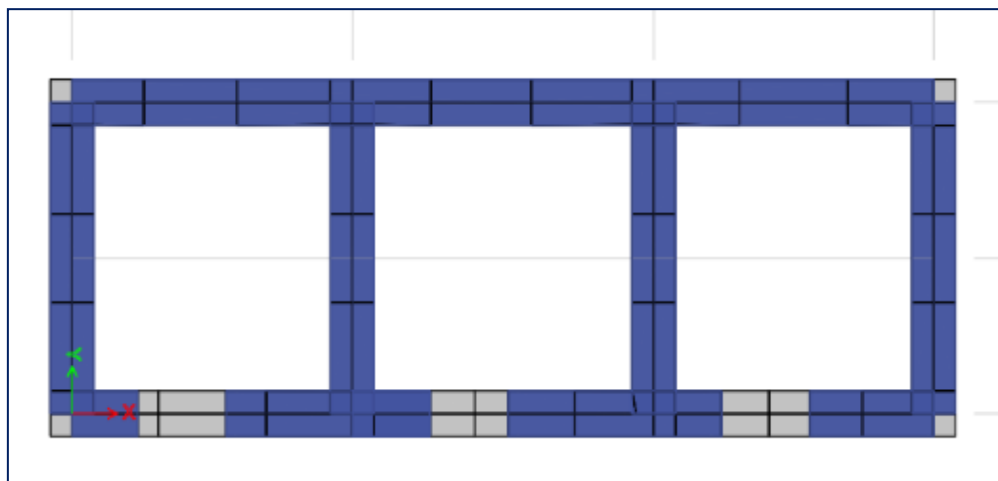
Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$



- **Vista en planta de la cimentación**

Figura 74

Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 2 (C-02)

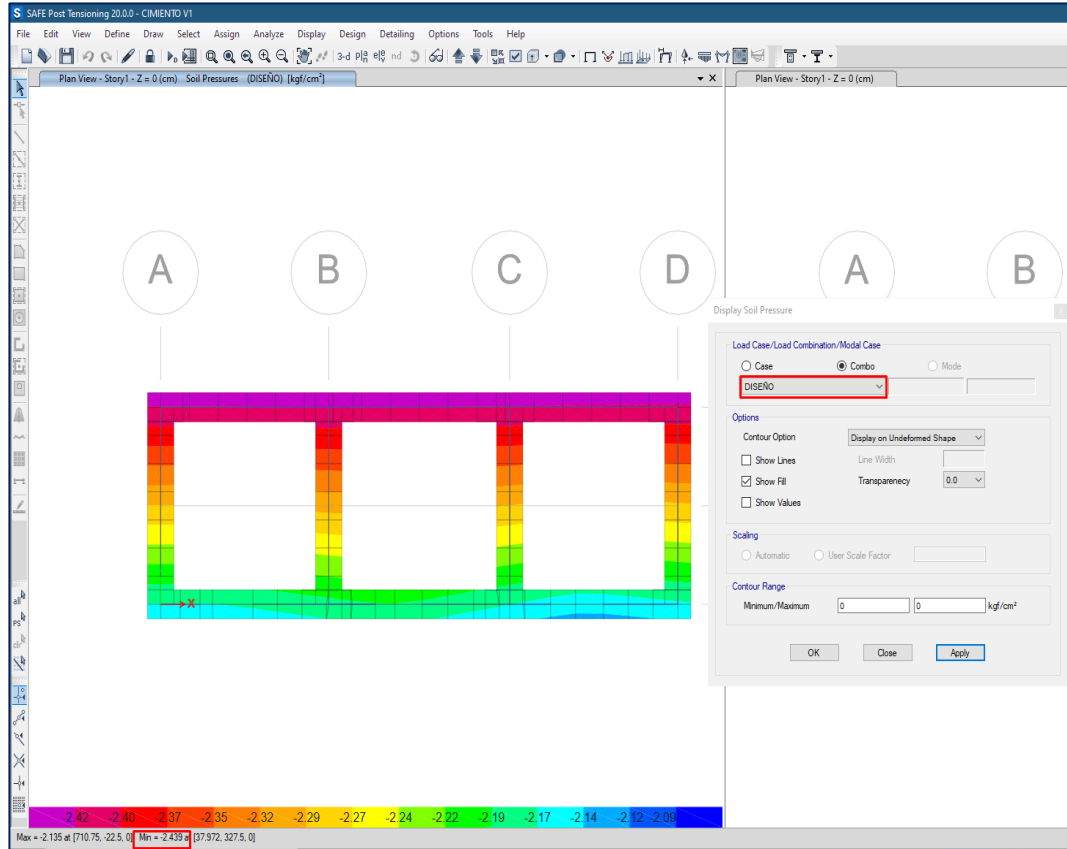


- Verificación de esfuerzos en el suelo

➤ Diseño: $U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$

Figura 75

Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación (C-02); $U=1.4\text{CM}+1.7\text{CV}$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm²

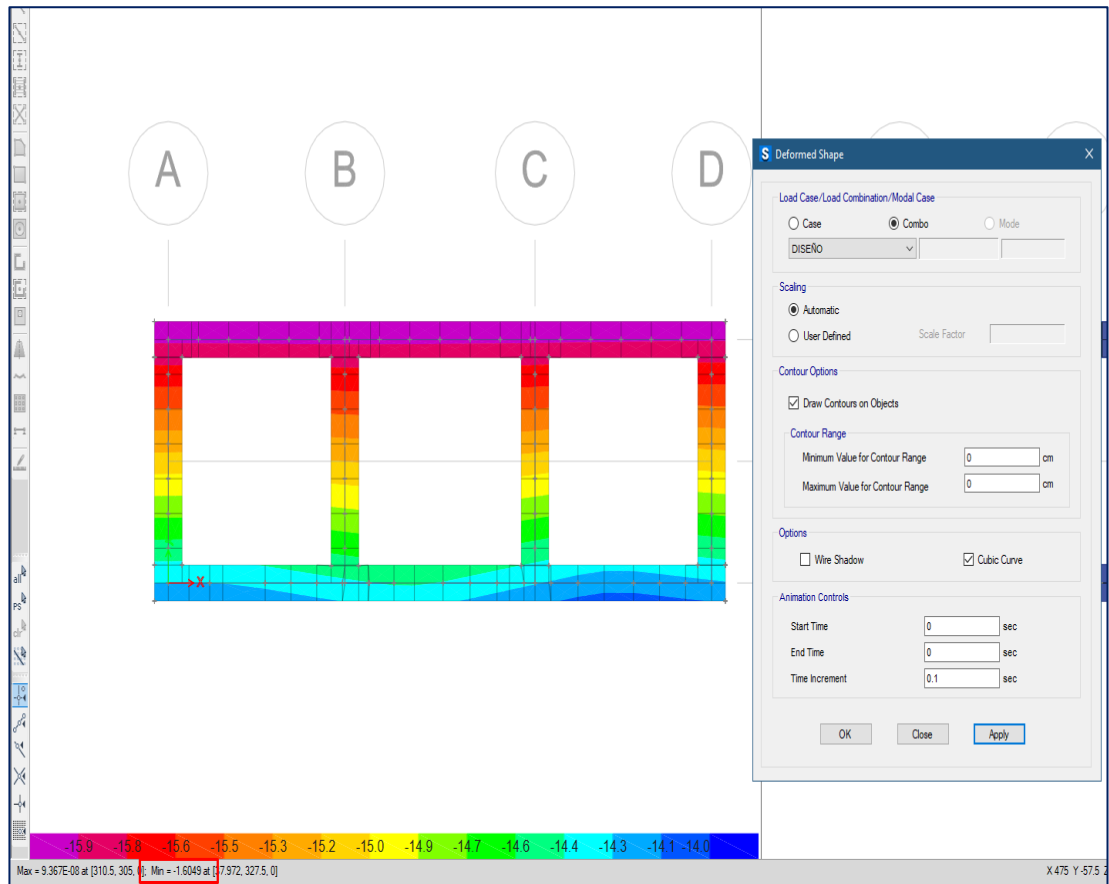
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.62 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

- **Asentamiento del suelo de fundación**

Figura 76

Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 2 (C-02)



Interpretación:

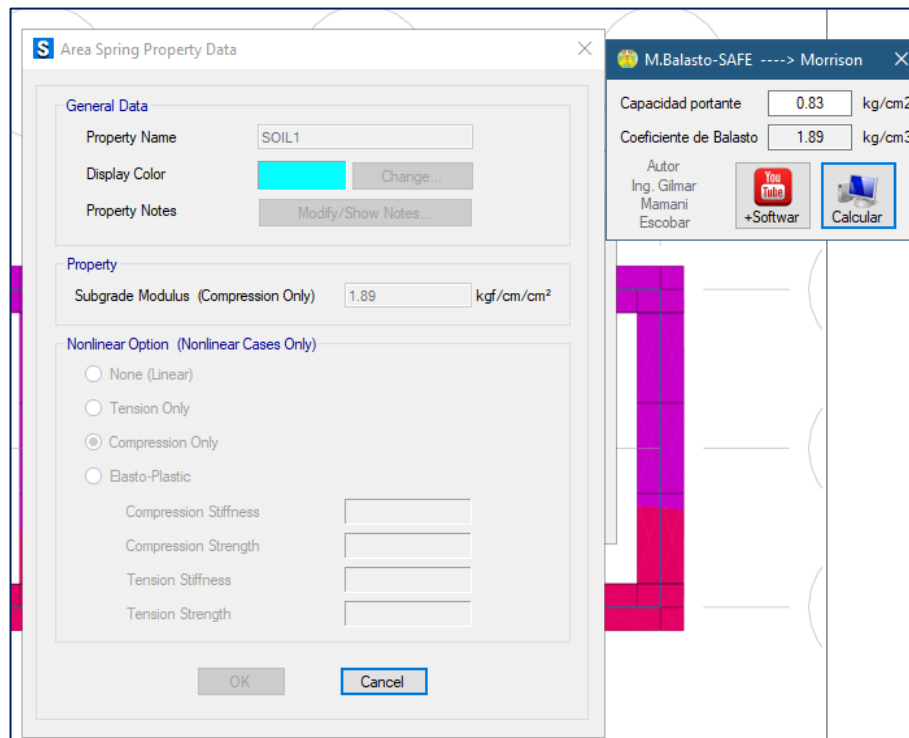
Asentamiento máximo = 1.61 cm.

**c. Análisis de cimentación con resultados de la calicata C-03
(Zona tipo 01)**

- **Coeficiente de Balasto**

Figura 77

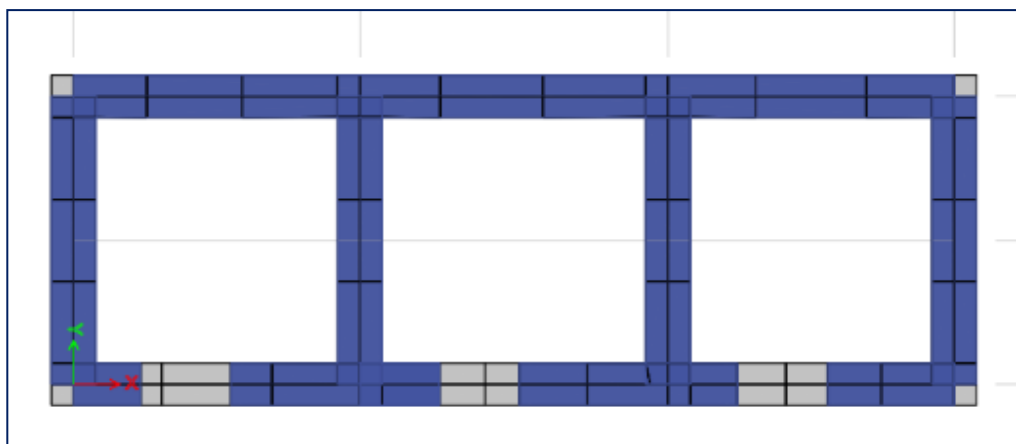
Coeficiente de balasto según capacidad portante; $q_a=0.83 \text{ kg/cm}^2$



- **Vista en planta de la cimentación**

Figura 78

Vista en planta de cimiento corrido para zona tipo 1 (C-03)

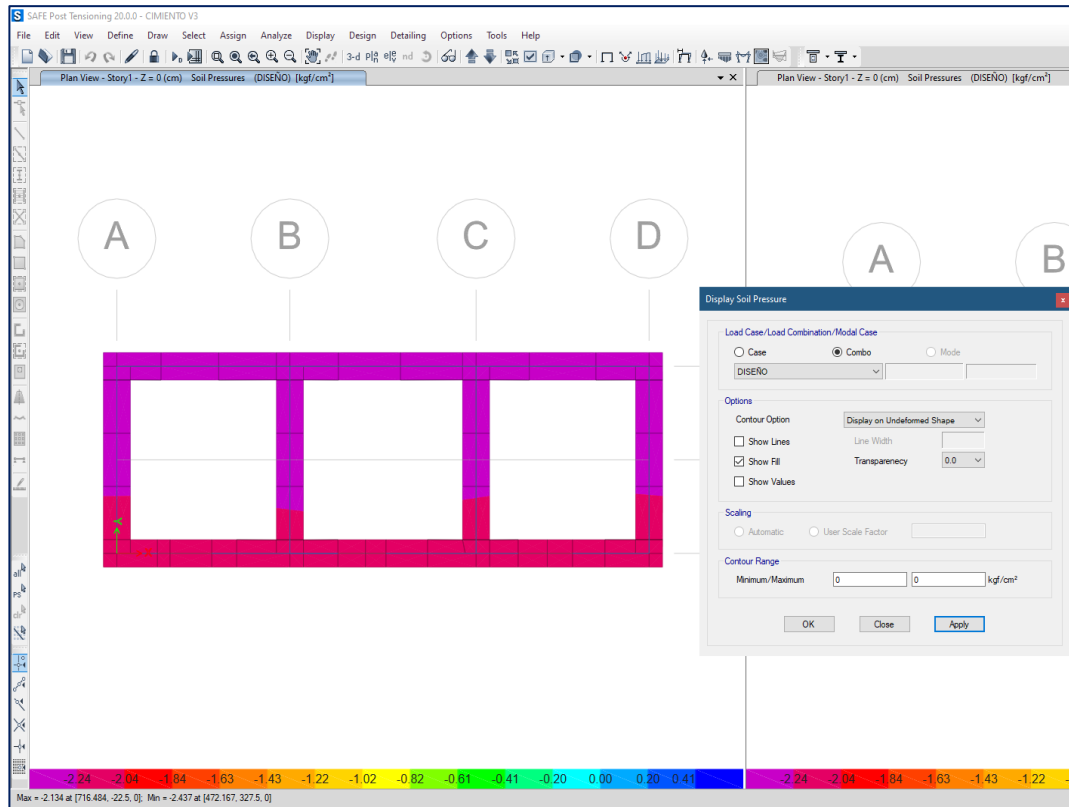


- **Verificación de esfuerzos en el suelo**

➤ **Diseño: $U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$**

Figura 79

Esfuerzos de cargas de servicio sobre el suelo de fundación (C-03); $U=1.4\text{CM}+1.7\text{CV}$



Interpretación:

Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm²

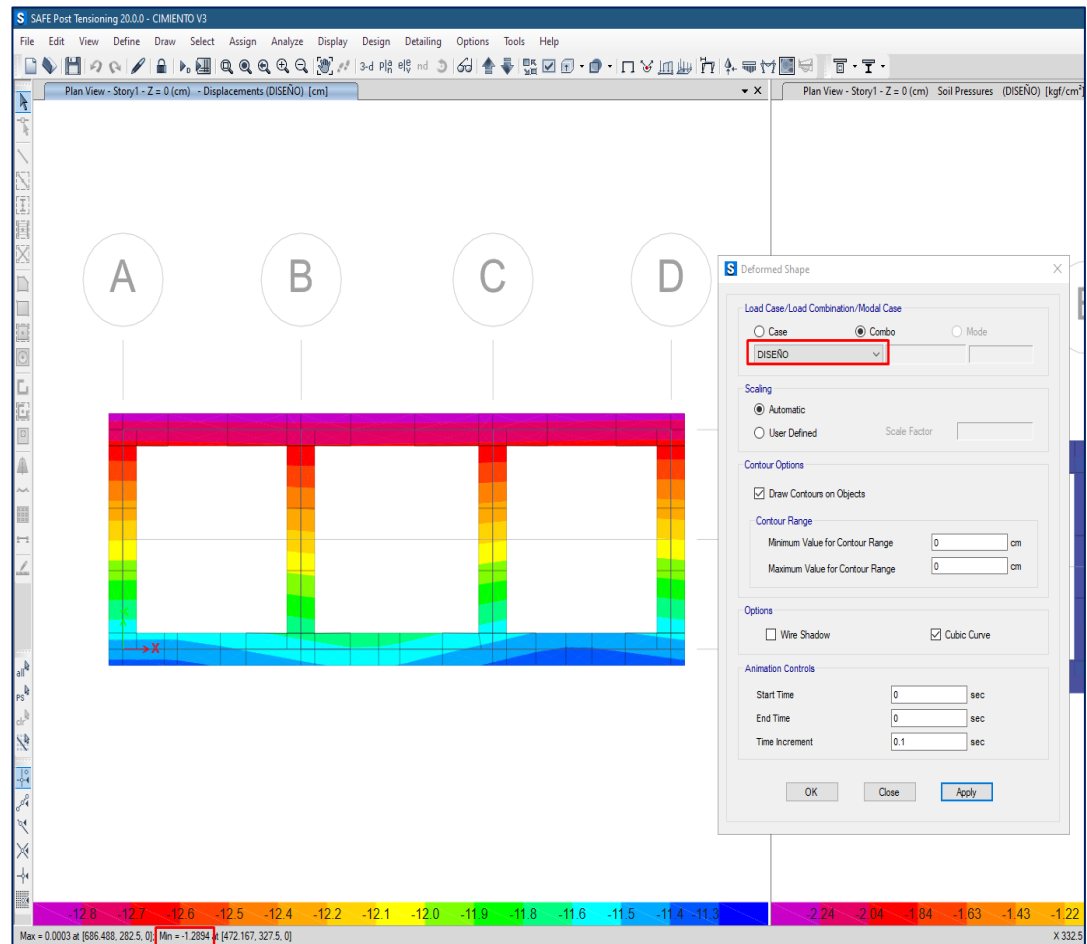
Esfuerzo Neto del Suelo = 0.83 kg/cm²

Esfuerzo máximo > Esfuerzo Neto del Suelo → Recalcular

- **Asentamiento del suelo de fundación**

Figura 80

Asentamiento del suelo de fundación en la Zona tipo 1 (C-03)



Interpretación:

Asentamiento Máximo = 1.29 cm.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

HG: La vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C. P. de Tambillo es alta.

HO: Con respecto a la hipótesis general, la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica se determinó por método de Benedetti y Petrini, la cual se obtuvo los siguientes resultados: con nivel bajo 3%, nivel medio 20% y nivel alto 77% y de las tres tipologías analizadas la vivienda en forma rectangular es altamente vulnerable. Ver Anexo N°16.05.

4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hipótesis específica 1

He1: La vivienda típica construidas en tapial del C.P. de Tambillo, son similares tanto arquitectónicas como estructurales.

Ho: Con respecto a esta hipótesis, es posible mencionar; que las 30 unidades de muestra de acuerdo a la (Tabla 14), se tiene: en planta rectangular 23 viviendas que representa el 77%, planta en forma de "C" 4 viviendas que representa el 13% y planta en forma de "L" 3 viviendas que representa el 10%.

Hipótesis específica 2

He2: El área de estudio se subdivide en sectores con diferentes características geotécnicas (mapa de microzonificación sísmica) en el C.P. Tambillo".

Ho: Como se demuestra en esta investigación, se realizó la microzonificación sísmica en base a la evaluación geotécnica del área de estudio, la cual nos permitió delimitarlos en diferentes tipos de suelo y materiales con características geotécnicas similares.

Zona tipo 01, (C-01): para lo cual se hizo una exploración debajo de la superficie a 3.00 m.; Existiendo un suelo ML (Limo inorgánico de

baja plasticidad). Y la capacidad admisible obtenido a una profundidad de 0.60m. ($q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$); ya que la N.T.P. E.080 recomienda que la profundidad mínima para cimiento es 0.60 m. para viviendas en tapial.

Zona tipo 02, (C-02): para lo cual se hizo una exploración debajo de la superficie a 3.00 m. donde se evidenció la presencia de nivel freático a una profundidad de -2.20 m.; existiendo un suelo CL (Arcilla inorgánica de baja plasticidad). Y la capacidad admisible a una profundidad de 0.60m. $q_a=0.71 \text{ kg/cm}^2$; y con relación a la profundidad de 3.00 m. la capacidad admisible disminuye $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$. debido a la presencia de nivel freático. Esto significa que en épocas de invierno siga incrementando el nivel freático hacia la superficie del terreno por consiguiente las viviendas ubicadas en la zona tipo 02 según la microzonificación sísmica. Son altamente vulnerables ante un evento sísmico debido que el terreno tiene baja capacidad portante y por tal razón se evidenció que existen viviendas con grandes fisuras verticales y diagonales asimismo la presencia de humedades en los muros.

De esta manera queda demostrado que en C.P. de tambillo se tiene dos tipos de zonas y las cuales se representa en mapas de Microzonificación sísmica.

Hipótesis específica 3

He3: De acuerdo a la microzonificación sísmica, la vivienda típica tendrá diferentes respuestas estructurales.

Ho: Para el análisis estructural se utilizó los parámetros sísmicos propuestos por la Norma Sismorresistente E.030 y en base a las características del sitio, (estudio mecánico de suelos); se tiene como resultado los mismos valores para la zona tipo 01 y zona tipo 02: (S3, S, Tp y TI). Asimismo, con los resultados obtenidos se realizó un solo análisis de la vivienda típica en tapial. El análisis estructural de la vivienda construida en tapial cumple con los parámetros de diseño de la norma técnica peruana E.030 y recomendaciones según la norma E.080, ya que para

garantizar un punto frágil en una estructura nos pide un desplazamiento de 5 para albañilería y en el presente análisis se tiene desplazamientos menores a ello en dirección de “X” y “Y”.

Asimismo, se hizo el análisis de cimentación, considerando el material de concreto simple para la verificación de esfuerzos y asentamiento máximo del suelo de fundación, con resultados del EMS; capacidad portante para diseño: (C-01, $q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$); (C-02, $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$) y (C-03, $q_a=0.83 \text{ kg/cm}^2$). Y la cual se obtuvo los siguientes:

Resultados de: C-01 (Zona tipo 01): Esfuerzo máximo = $2.44 \text{ kg/cm}^2 > \text{esfuerzo neto del suelo} = 0.93 \text{ kg/cm}^2$; donde los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. Y se tiene un asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.18 cm . C-02 (Zona tipo 02): Esfuerzo máximo = $2.44 \text{ kg/cm}^2 > \text{esfuerzo neto del suelo} = 0.62 \text{ kg/cm}^2$; donde los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. Y se tiene un asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.61 cm . Y C-03 (Zona tipo 01): Esfuerzo máximo = $2.44 \text{ kg/cm}^2 > \text{esfuerzo neto del suelo} = 0.83 \text{ kg/cm}^2$; donde los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. Y se tiene un asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.29 cm .

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó la contrastación de los resultados obtenidos en este estudio con respecto a otras investigaciones.

Timoteo (2018), Después de realizar la constatación visual, empleando la ficha de evaluación y posteriormente determinando el índice de vulnerabilidad normalizando de las edificaciones, aplicando los once parámetros por método de Benedetti y Petrini. en la periferia de la ciudad de Tarma, llega a una conclusión como; nivel baja 0%, nivel medio 40% y nivel alto 60%. Y de las dos tipologías analizadas la vivienda en forma de “L” Tiene una vulnerabilidad alta.

De igual modo se determinó el índice de vulnerabilidad normalizado por método de Benedetti y Petrini de las viviendas de tapial del C.P. de Tambillo y la cual se obtuvo los siguientes valores: con nivel bajo 3%, nivel medio 20% y nivel alto 77% y de las tres tipologías analizadas, las viviendas rectangulares son altamente vulnerables.

Timoteo (2018), Concluye que las viviendas seleccionadas pueden considerarse como representativas tanto arquitectónicas y estructurales similares, estas son agrupadas en viviendas rectangulares = 77% y en forma de “L” = 23%.

De modo similar se determinó mediante; fichas de observación, fichas técnicas de evaluación y se clasificó según las características arquitectónicas y estructurales. En viviendas en forma rectangular = 77%, viviendas en forma de “C” = 13% y en forma de “L” = 10%.

La Universidad Nacional de Ingeniería y Centro Americano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigaciones de Desastres (2012). En la ejecución de su proyecto, “Estudio de Microzonificación Sísmica, Mapas de Peligro Múltiples y Análisis de riesgo de los distritos de cercado de Lima, Ventanilla y de las Ciudades de Chincha y Contumazá”. Identifica tres zonas en la Mapa de Microzonificación Sísmica para la Ciudad de Contumazá. Las Zona I (en esta zona influye a las formaciones rocosas, arcillas de consistencia dura), Zona II (en esta zona influye arcilla de consistencia blanda a media) y el área de rellenos (en estas zonas influyen a los rellenos y escombros, identificados en sectores específicos del área urbana y al rededor). El resultado final es un mapa que se convierte en un gran instrumento para la planificación y desarrollo urbano o para la reconstrucción después de un desastre sísmico.

De igual forma, en base a la evaluación geotécnica del área de estudio, se realizó el mapa de microzonificación sísmica, la cual se clasifica en dos tipos de zona:

Zona tipo 01: Suelo tipo ML (Limo inorgánico de baja plasticidad). y la capacidad admisible a -0.60 m. de profundidad ($q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$).

Zona tipo 02, (C-02): Suelo CL (Arcilla inorgánica de baja plasticidad). y la capacidad admisible a -0.60 m. de profundidad ($q_a=0.71 \text{ kg/cm}^2$); y a la profundidad de -3.00 m. la capacidad admisible disminuye $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$. debido a la presencia de nivel freático. Y como resultado final se presentó en mapa de microzonificación sísmica que se convierte en un gran instrumento para identificar zonas vulnerables.

Con respecto a la respuesta estructural de la vivienda típica los esfuerzos actuantes fueron: en dirección x-x, $V_{\text{basal X}} = 27.27 \text{ ton f.}$ y en dirección y-y, $V_{\text{basal Y}} = 27.27 \text{ ton f.}$ Asimismo, se obtuvo los cortantes dinámicos en la base, en dirección y-y, $V_x = 22.0871 \text{ ton f.}$ y en dirección Y-Y, $V_y = 24.0954 \text{ ton f.}$

También se obtuvo los desplazamientos laterales relativos de entre piso en dirección x-x, que viene a ser de 0.00198. en el piso 1 y en el piso 2 de 0.00124. y en dirección y-y, que viene a ser 0.00210. en el piso 1 y en el piso 2 de 0.00255, y por lo tanto cumple con los límites de distorsión (deriva) establecidas según Norma Técnica Peruana E-030.

La Norma E-030 Diseño Sismorresistente, (2018), indica que los desplazamientos según espectro de aceleración sísmica para albañilería debe cumplir con el valor de 0.005 en ambas direcciones en x-x y en y-y.

Para análisis del cimiento corrido, se consideró el material de concreto simple y la capacidad portante obtenidas; (C-01, $q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$); (C-02, $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$) y (C-03, $q_a=0.83 \text{ kg/cm}^2$). y posteriormente la verificación de esfuerzos y asentamiento máximo del suelo de fundación se obtuvo los siguientes valores:

Con respecto a la calicata C-01 (Zona tipo 01): Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm^2 > esfuerzo neto del suelo = 0.93 kg/cm^2 ; Por lo tanto, los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. Y el asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.18 cm.

Con respecto a la calicata C-02 (Zona tipo 02): Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm^2 > esfuerzo neto del suelo = 0.62 kg/cm^2 ; Por lo tanto, los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. Y el asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.61 cm.

Con respecto a la calicata C-03 (Zona tipo 01): Esfuerzo máximo = 2.44 kg/cm^2 > esfuerzo neto del suelo = 0.83 kg/cm^2 ; Por lo tanto, los esfuerzos que transmite la estructura supera al esfuerzo del terreno. y el asentamiento máximo del suelo de fundación = 1.29 cm.

Finalmente, de estos tres análisis de cimentación, el asentamiento máximo es con respecto a la zona tipo 02

La Norma E-080, Diseño y Construcción con tierra reforzada (2017), en su artículo 7 indica que todo cimiento corrido debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m. también recomienda utilizar los siguientes tipos de cimentaciones; de piedra grande tipo pirca compactada, concreto ciclopeo y albañilería de piedra con mortero de cemento.

Y el sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel del terreno no menor a los 0.30 m. y tener un ancho mínimo de 0.40 m.

CONCLUSIONES

El análisis de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica del C.P. de Tambillo se hizo por método de los 11 parámetros de Benedetti y Petrini. La cual presentó vulnerabilidad sísmica baja 3%, media 20% y alta 77%. Dando como resultado a la vivienda rectangular como altamente vulnerable.

Se concluye que en C.P. Tambillo la vivienda típica son en forma rectangular, en forma de "C" y en forma de "L".

Se concluye, que en base a la evaluación geotécnica se clasificó en dos tipos de zonas y esto se representa en mapas de microzonificación sísmica: Zona tipo 01: suelo tipo ML (Limo inorgánico de baja plasticidad). y $q_a=0.93 \text{ kg/cm}^2$ a -0.60 m. de profundidad y Zona tipo 02: suelo tipo CL (Arcilla inorgánica de baja plasticidad), $q_a=0.71 \text{ kg/cm}^2$ a profundidad -0.60 m. y $q_a=0.62 \text{ kg/cm}^2$ a profundidad -3.00 m.

Los valores de las propiedades mecánicas de los materiales (tapial y madera), se utilizó de los ensayos realizados por otros autores, de la Norma E.080-2018 y E.010.

Para análisis de espectro de respuesta; se analizó con los siguientes valores: Zona sísmica=Z2, factor de uso $U=1.00$, Tipo de perfil de suelo = "S3" suelo blando, factor de suelo $S=1.40$, $T_p=1.0$ y $T_l=1.60$.

Se concluye que los esfuerzos máximos que transmite la vivienda típica al suelo de fundación supera al esfuerzo neto del terreno de las tres calcatas. Asimismo, el asentamiento máximo es con respecto a la zona tipo 02, debido a la presencia de nivel freático a -2.20 m. y por tal razón se evidenció presencia de patologías en viviendas

RECOMENDACIONES

Se recomienda que en futuras investigaciones realicen ensayos de rotura de unidades de tapial, con la finalidad de obtener las propiedades mecánicas y físicas.

Se recomienda que el cimiento corrido debe ser de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ y/o mampostería. Y sus dimensiones mínimas: ancho = 0.60 m., y altura = 0.60 m., sobrecimiento como mínimo 0.20 m. de altura, en toda el área de estudio.

Se recomienda realizar capacitaciones con la finalidad de explicar a los propietarios del peligro en la que se encuentran, ya que estas viviendas son vulnerables ante un hipotético caso de sismo de nivel alto.

Se sugiere que la Municipalidad Distrital de Umari, a través del organismo correspondiente y en el ámbito de su autoridad y capacidades, asuma la responsabilidad de las inspecciones de las viviendas, tanto antes como después de la construcción

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abal Bernardo, R. R. (2019). Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas del Asentamiento Humano Comité 2, Vista Alegre de Aparicio Pomares - Huánuco 2018 (Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco). Repositorio Institucional UDH.<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1596>
- AIS. (2001). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería Colombia: Asociacion Colombiana de Ingeniería sísmica (Internet). Disponible en: https://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersrvvm/mamposteria_lared.pdf
- Alvarez, F., & Alzamora, X. (2020). Refuerzo sísmico en edificaciones de viviendas de adobe para brindar seguridad y sostenibilidad Lima (Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma). Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3843>
- Barbat A, Oller S, & Vielma J. (2005). Cálculo y diseño sismorresistente de edificios-aplicación de la Norma NCSE-02. Barcelona, España: A. H. Barbat (Internet). Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/28500/MIS56.pdf>
- Carrasco, D. S. (2005). Metodología de la investigación científica Lima (Libro).
- Cerón L., & Silva M. (2014). Desempeño sísmico de casas consistoriales en tapia pisada con y sin refuerzo en maderas de confinamiento (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana). Repositorio Institucional <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16785/CeronCerqueraLauraAlejandra2014.pdf?sequence=1>

- Espinoza. (2019). La informalidad en la construcción de viviendas de albañilería y su influencia en la vulnerabilidad sísmica en el sector 4, distrito de Amarilis - Huánuco - 2019 (Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco). Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2293>
- Guerrero León , L. I., & Minchán Huaccha, K. J. (2016). Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de tapial del sector "D" del distrito de Hualgayoc - Cajamarca 2016 (Tesis de pregrado, Universidad del Norte). Repositorio Institucional. <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01>
- Hernández S, R., Fernández C, C., & Baptista L, P. (2010). Metodología de la investigación. Mexico: 5ta edición (Internet). Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wpcontent/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- INEI. (2017). Características de la infraestructura de la viviendas particulares. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (Internet). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf
- ININVI. (1989). Construcción con tapial Lima - Perú: Instituto Nacional de investigación y normalización de la vivienda (Internet). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338015263_Construccion_con_Tapial-ININVI
- Laucata L. (2013). Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo Lima (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>
- Miranda. (2018). Evaluación del comportamiento sísmico de un mero de tapial con refuerzo de carrizo en viviendas, Huaylas - Ancash, 2018 (Tesis de

pregrado, Universidad Cesar Vallejo). Repositorio Institucional UCV.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/32522>

Nuñez Romero, B., & Mejia Parada, C. (2018). Análisis de comportamiento estructural de la técnica vernacula de muros en tapia pisada con inclusión de caña brava (Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana). Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/5181>

Pecori, & Cruz. (2018). Estudio de vulnerabilidad sísmica de la i.e. emblemática san juan de la ciudad de Trujillo - 2018 (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte). Repositorio Institucional UPN.<https://hdl.handle.net/11537/12867>

Polo J. (2017). La autoconstrucción y su incidencia sobre los perjuicios ocasionados a los ocupantes del asentamiento humano señor de los milagros 2da zona Collique - Lima 2017 (Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo). Repositorio Institucional UCV.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/14388>

RNE. (2017). Norma e.080 diseño y construcción con tapia reforzada. Lima: diario oficial el bicentenario el peruano (Internet). Disponible en:https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

RNE E 030 Diseño Sismorresistente. (2018). Reglamento nacional de edificaciones, Lima: MVCS (Internet). Disponible en:<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>

Simon Diaz, A. A. (2016). Vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas nivel secundaria del distrito de Pano - Pachitea – Huanuco (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán). Repositorio Institucional UNHEVAL.<https://hdl.handle.net/20.500.13080/1277>

Tantaleán Altamirano, C. J. (2018). "Desarrollo de un diseño estructural por esfuerzos de trabajo (DET) en viviendas de tapial de 1 piso (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Repositorio Institucional PUCP.<http://hdl.handle.net/20.500.12404/12810>

Timoteo. (2018). Análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos construidas en tapial en la periferia de la ciudad de Tarma - Junin (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae). Repositorio Insitucional UCSS.<https://hdl.handle.net/20.500.14095/609>

UNI. (2012). Estudio de microzonificación sísmica, mapas de peligros múltiples y análisis de riesgo de los distritos de los cercados de Lima, ventanilla y de las ciudades de Chincha y Contumazá (Internet). Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/197>

Velarde. (2014). Análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas de dos pisos de adobe existente en Lima (Tesis de pregrado, Pontífica Universidad Católica del Perú). Repositorio Institucional PUCP.<http://hdl.handle.net/20.500.12404/5541>

Yamin L., Phillips C., Reyes J., & Ruiz D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casa en adobe y tapia pizada, Apuntes. Ed. Vol 20 pp 286 - 377. Madrid España (Internet). Disponible en: <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1GG83P6QJ-29B9Z2X-XDS/Rev18-20.pdf>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ponce Laurencio, B. (2022). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

- Resolución de aprobación del trabajo de investigación.
- Resolución de nombramiento del asesor.
- Matriz de consistencia.
- Instrumentos de recolección de datos.
- Plano de ubicación y localización del área de estudio.
- Plano de cantidad de viviendas.
- Plano de vivienda típica.
- Estudio de mecánica de suelos
- Plano de microzonificación sísmica.
- Panel fotográfico.
- Vulnerabilidad sísmica.

Anexo N°01. Resolución de aprobación del trabajo de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1194-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de Setiembre de 2021

Visto, el Oficio N° 750-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021” presentado por el (la) Bach. **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO**.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 066-2020-D-FI-UDH, de fecha 04 de febrero de 2020, perteneciente al Bach. **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Hamilton Denniss Abal Garcia, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 750-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021” presentado por el (la) Bach. **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Yessica Julia Verastegui Ayala (Secretario) y Ing. José Luis Villanueva Quijano (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021” presentado por el (la) Bach. **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

Anexo N°02. Resolución de nombramiento de asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 066-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de Febrero de 2020

Visto, el Oficio N° 058-2020-C-EAPIC-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 238-20, del estudiante **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 238-20, presentado por el (la) estudiante **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Hamilton Denniss Abal García, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del estudiante **Bil Kispon, PONCE LAURENCIO**, al Mg. Hamilton Denniss Abal García, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny S. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIC – Asesor – Mat y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/JPJR/mto.

Anexo N°03. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO: “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021”.					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><u>Problema General:</u> ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en C.P. de Tambillo, Huánuco 2021?</p> <p><u>Problemas Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la vivienda típica construidas en tapial en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021? • ¿Cuál es la microzonificación sísmica en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021? • ¿Cuál es la respuesta estructural de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. Tambillo, Huánuco 2021? 	<p><u>Objetivo General:</u> Analizar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco.</p> <p><u>Objetivos Específicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la vivienda típica construidas en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021. • Determinar la microzonificación sísmica en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021. • Conocer la respuesta estructural de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo, Huánuco 2021. 	<p><u>Hipótesis General:</u> La vulnerabilidad sísmica de la vivienda típica construida en tapial en el C.P. de Tambillo es alta.</p> <p><u>Hipótesis Específicos:</u> HE1: La vivienda típica construidas en tapial del C.P. de tambillo, son similares tanto arquitectónicamente como estructuralmente. HE2: El área de estudio se subdivide en sectores con diferentes características geotécnicas (mapa de microzonificación sísmica), en el C.P. Tambillo. HE3: De acuerdo a la microzonificación sísmica, la vivienda típica tendrá diferentes respuestas estructurales.</p>	<p><u>Variable</u> La vulnerabilidad sísmica</p>	<p><u>Tipo de investigación:</u> La presente investigación es no experimental</p> <p><u>Enfoque:</u> Cuantitativo</p> <p><u>Alcance o nivel:</u> Descriptivo</p> <p><u>Diseño:</u> La presente investigación tiene un diseño no experimental - Transeccional - Descriptivo</p>	<p><u>Población:</u> La población de estudio está constituida por 80 construcciones de viviendas en tapial en el C.P. Tambillo, distrito de Umari, provincia de Pachitea y región Huánuco.</p> <p><u>Muestra:</u> Para la presente investigación se empleó la muestra no probabilística y se propone como muestra un total de 30 construcciones de viviendas en tapial en el C.P. Tambillo</p>

Anexo N°04. Instrumento de recolección de datos (ficha técnica de evaluación).



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

FICHA TÉCNICA DE EVALUACIÓN

1. DATOS GENERALES

Fecha: _____
Propietario: _____
N° de habitantes: _____

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Dirección:	Distrito	Provincia

¿Recibió asesoría técnica al momento de construir su vivienda? Si () No ()

Fecha de Construcción: _____
N° de pisos: _____

2. ASPECTOS TÉCNICOS

Parámetros del suelo				
Roca Dura ()	Rígidos ()	Intermedios ()	Flexibles ()	Excepción ()

Características del Bloque de Tapial			Observaciones
Largo:	Ancho:	Altura:	
Materiales:			

Fundación	Piedra y barro	Concreto	Otros	Norma E-080
Cimiento				0.60x0.40 m como mínimo
Sobrecimiento				0.20 m. min NTN

Muros			Otros	Norma E-080
Espesor de muros				
Alturas de muros	H > 3m ()	H < 3m ()		H ≤ 3m
Longitud de muro	L > 4m ()	L < 4m ()		L ≤ 10xem
Unión de esquinas	No existe ()	Existe ()		Debe existir
Contrafuertes	No Tiene ()	Tiene ()		Tiene
Arriostre horizontal	No Tiene ()	Tiene ()		Tiene
Densidad de muros	Mayor en X o Y ()	Similar en X o Y ()		Similar
Muros reforzados	No Tiene ()	Tiene ()		Debe Existir

Vanos			Otros	Norma E-080
Dinteles en ventanas	No Tiene ()	Tiene ()		Poseer
Dinteles en puertas	No Tiene ()	Tiene ()		Poseer
Longitud de empotramiento	L < 4m ()	L ≥ 4m ()		0.40 m. min
Ventanas	No centrada ()	Centrada ()		Centrada
Puertas	No centrada ()	Centrada ()		Centrada
Distancia de esquina a vano	dv < 0.90m ()	dv > 0.90m ()		≥ 3xem o min 0.90 m.
Suma de longitud de vanos	∑ > 1/3 L ()	∑ < 1/3 L ()		Máx. < 1/3 L
Ancho de vano	AV > 1.20m ()	AV < 1.20m ()		Máx. ≤ 1.20m.

Techo	Madera	Materiales Caña	Otros	Norma E-080
Vigas				Materiales livianas
Correas				Materiales livianas
Viga collar	No Tiene ()	Tiene ()		Poseer
Cubierta	P. Calamina ()	Teja Andina ()		Materiales livianas
Aleros	L < 0.40m ()	L ≥ 0.40m ()		Poseer 0.40 m. min
Pendiente de techo	α < 15%	15% < α < 15%		15% -30%

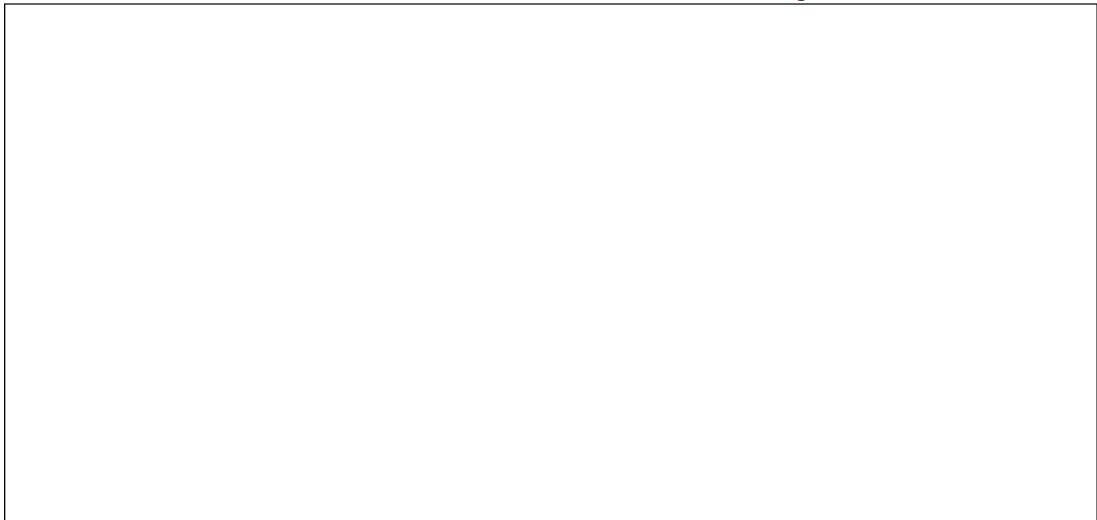
Juntas sísmicas de construcción		
Lado izquierda	No Tiene ()	Tiene ()
Lado derecha	No Tiene ()	Tiene ()
Lado posterior	No Tiene ()	Tiene ()

3. BOSQUEJO DE LA VIVIENDA

PLANTA:

Planta del Primer Nivel

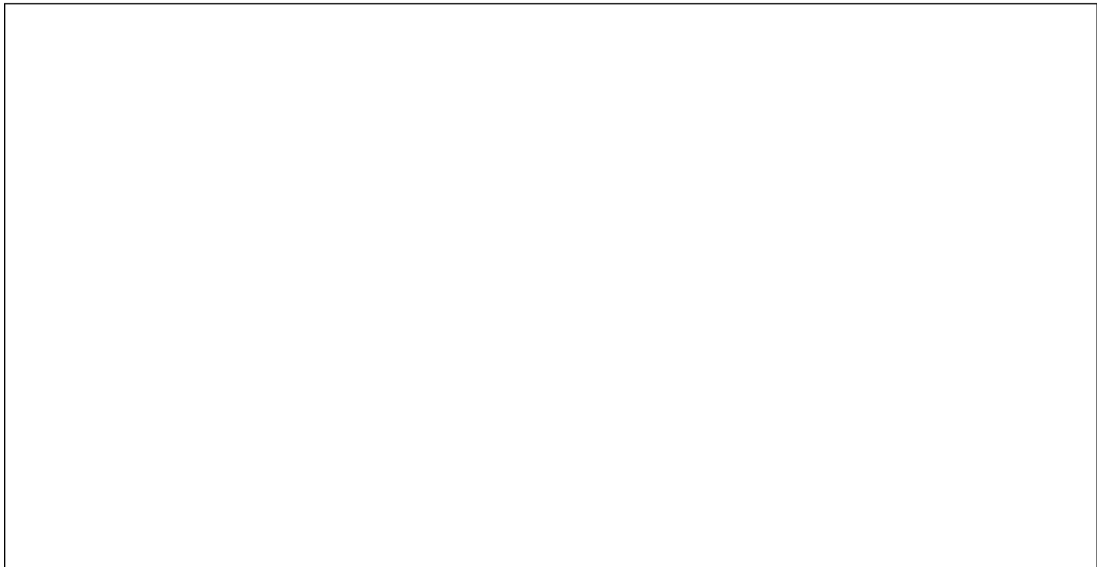
Planta del Segundo Nivel



Elevación:

Frontal

Lateral



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS:





TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

FICHA TÉCNICA DE EVALUACIÓN

1. DATOS GENERALES

Fecha: 17/11/2021
 Propietario: Miflin, Lino Santamaría - 26
 N° de habitantes: 5 hab.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Distrito	Provincia	Departamento
Dirección:	<u>Carr. Rancho Panao. CP Tambillo/Uman/Pachitea / Huánuco</u>	

¿Recibió asesoría técnica al momento de construir su vivienda? Si () No ()

Fecha de Construcción: 1953
 N° de pisos: 2 pisos

2. ASPECTOS TÉCNICOS

Parámetros del suelo				
Roca Dura ()	Rígidos ()	Intermedios ()	Flexibles (<input checked="" type="checkbox"/>)	Excepción ()

Características del Bloque de Tapial				Observaciones
Largo:	<u>1.60m</u>	Ancho:	<u>0.45m</u>	Altura: <u>0.60m</u>
Materiales:				

Fundación	Piedra y barro	Concreto	Otros	Norma E-080
Cimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.60x0.40 m como mínimo
Sobrecimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.20 m. min NTN

Muros	Piedra y barro	Concreto	Otros	Norma E-080
Espesor de muros	<u>0.45m</u>			
Alturas de muros	H > 3m (<input checked="" type="checkbox"/>)	H < 3m ()		H ≤ 3m
Longitud de muro	L > 4m (<input checked="" type="checkbox"/>)	L < 4m ()		L ≤ 10xem
Unión de esquinas	No existe ()	Existe (<input checked="" type="checkbox"/>)		Debe existir
Contrafuertes	No Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)	Tiene ()		Tiene
Arriostre horizontal	No Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)	Tiene ()		Tiene
Densidad de muros	Mayor en X o Y (<input checked="" type="checkbox"/>)	Similar en X o Y ()		Similar
Muros reforzados	No Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)	Tiene ()		Debe Existir

Vanos	Piedra y barro	Concreto	Otros	Norma E-080
Dinteles en ventanas	No Tiene ()	Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)		Poseer
Dinteles en puertas	No Tiene ()	Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)		Poseer
Longitud de empotramiento	L < 4m (<input checked="" type="checkbox"/>)	L ≥ 4m ()	<u>0.50m</u>	0.40 m. min
Ventanas	No centrada ()	Centrada (<input checked="" type="checkbox"/>)		Centrada
Puertas	No centrada ()	Centrada (<input checked="" type="checkbox"/>)		Centrada
Distancia de esquina a vano	dv < 0.90m (<input checked="" type="checkbox"/>)	dv > 0.90m ()	<u>0.70m</u>	≥ 3xem o min 0.90 m.
Suma de longitud de vanos	Σ > 1/3 L (<input checked="" type="checkbox"/>)	Σ < 1/3 L ()	<u>4.90m</u>	Máx. < 1/3 L
Ancho de vano	AV > 1.20m ()	AV < 1.20m (<input checked="" type="checkbox"/>)	<u>0.90m</u>	Máx. ≤ 1.20m.

Techo	Madera	Materiales Caña	Otros	Norma E-080
Vigas	<input checked="" type="checkbox"/>			Materiales livianas
Correas	<input checked="" type="checkbox"/>			Materiales livianas
Viga collar	No Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)	Tiene ()		Poseer
Cubierta	P. Calamina ()	Teja Andina (<input checked="" type="checkbox"/>)		Materiales livianas
Aleros	L < 0.40m ()	L ≥ 0.40m (<input checked="" type="checkbox"/>)	<u>0.50m</u>	Poseer 0.40 m. min
Pendiente de techo	∅ < 15%	15% < ∅ < 15% (<input checked="" type="checkbox"/>)	<u>15%</u>	15% -30%

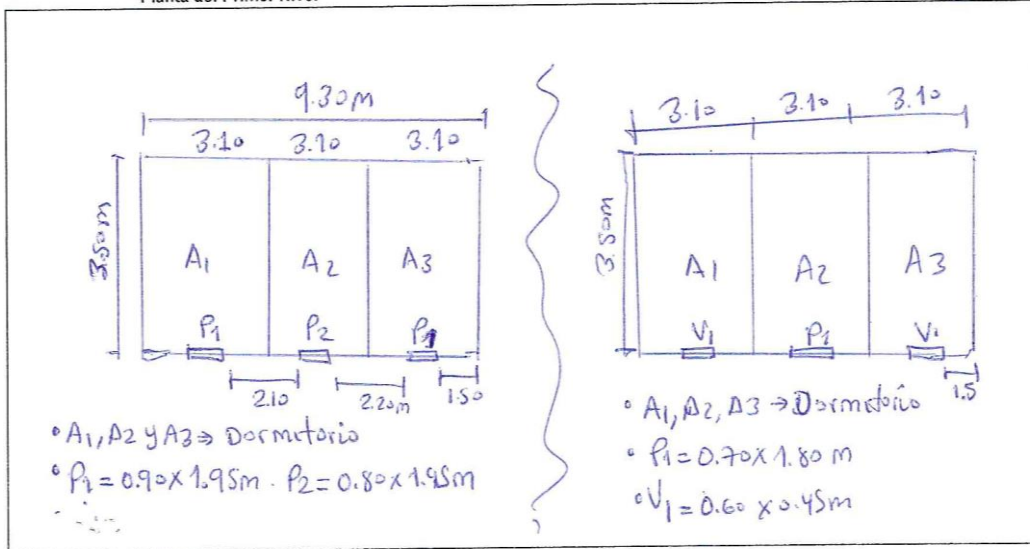
Juntas sísmicas de construcción		
Lado izquierda	No Tiene ()	Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)
Lado derecha	No Tiene ()	Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)
Lado posterior	No Tiene ()	Tiene (<input checked="" type="checkbox"/>)

3. BOSQUEJO DE LA VIVIENDA 26

PLANTA:

Planta del Primer Nivel

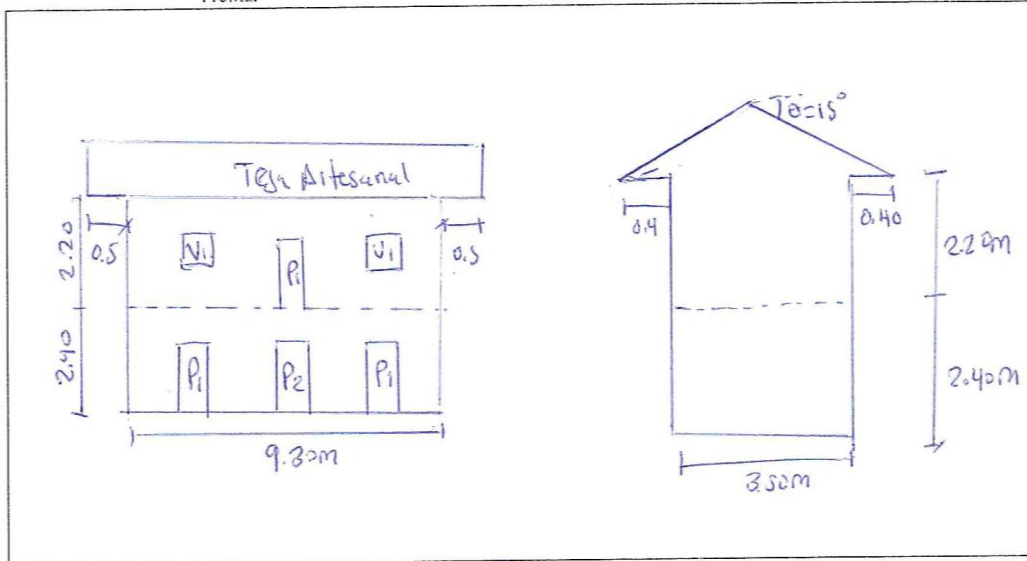
Planta del Segundo Nivel



Elevación:

Frontal

Lateral



OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS:

- La vivienda presenta fisuras en las muros (e=5cm).
- Las vigas de madera en estado de deterioro debido a la filtración de agua.
- La mano de obra es totalmente deficiente.

Anexo N°05. Instrumento de recolección de datos (ficha de observación)



TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"



FICHA DE OBSERVACIÓN

1. DATOS GENERALES

Fecha :

N° de vivienda:

Observador:

Ubicación geográfica		
Distrito	Provincia	Departamento
Dirección:		

2. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Aspectos de Ubicación		Suelo de Cimentación	
Vivienda sobre suelo de relleno natural	<input type="text"/>	Limo	<input type="text"/>
Vivienda en quebrada	<input type="text"/>	Arcilla	<input type="text"/>
Vivienda en pendiente	<input type="text"/>	Relleno	<input type="text"/>
Vivienda con nivel freático superficial	<input type="text"/>	Arena	<input type="text"/>
Vivienda sobre terreno árido	<input type="text"/>	Arena Arcillosa	<input type="text"/>
Vivienda sobre terreno plano	<input type="text"/>	Grava	<input type="text"/>
Otros:	<input type="text"/>	Otros	<input type="text"/>

Estructuración		Factores Degradantes	
Juntas de construcción mal ubicadas	<input type="text"/>	Eflorencia en Muros	<input type="text"/>
Falta de arriostamiento en los muros	<input type="text"/>	Humedad	<input type="text"/>
Desnivel de pisos con colindantes	<input type="text"/>	Precipitaciones	<input type="text"/>
Cercos no aislados de la estructura	<input type="text"/>	Muros Agrietados	<input type="text"/>
Unión entre elementos de cubierta y muros	<input type="text"/>	Desprendimiento del Material de los muros	<input type="text"/>
Otros:	<input type="text"/>	Otros:	<input type="text"/>

Daños en Muros		Daños en Techos	
Humedecimiento	<input type="text"/>	Fisuras en Vigas	<input type="text"/>
Disgregación en los bloques	<input type="text"/>	Hundimiento de la Viga Principal	<input type="text"/>
Fisuras	<input type="text"/>	Mala distribución de Cargas	<input type="text"/>
Desplome	<input type="text"/>	Sin viga solera	<input type="text"/>
Otros:	<input type="text"/>		<input type="text"/>

Mano de Obra		Materiales deficiente	
Muy mala	<input type="text"/>	Piedras de canto rodado	<input type="text"/>
Mala	<input type="text"/>	Piedras naturales	<input type="text"/>
Regular	<input type="text"/>	Madera apollada	<input type="text"/>
Buena	<input type="text"/>	Teja artesanal	<input type="text"/>
Otro:	<input type="text"/>	Calamina deteriorada	<input type="text"/>
		Otros	<input type="text"/>

3. PANEL FOTOGRÁFICA

FICHA DE OBSERVACIÓN

1. DATOS GENERALES

Fecha :

N° de vivienda:

Observador:

Ubicación geográfica

Distrito	Provincia	Departamento
Dirección: Carr. Rancho-Panao CP Tambillo / Umayu / Pachitea / Hco		

2. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Aspectos de Ubicación Vivienda sobre suelo de relleno natural <input type="checkbox"/> Vivienda en quebrada <input type="checkbox"/> Vivienda en pendiente <input checked="" type="checkbox"/> Vivienda con nivel freático superficial <input type="checkbox"/> Vivienda sobre terreno árido <input type="checkbox"/> Vivienda sobre terreno plano <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>	Suelo de Cimentación Limo <input type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Relleno <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Arena Arcillosa <input type="checkbox"/> Grava <input type="checkbox"/> Otros <input type="text"/>
Estructuración Juntas de construcción mal ubicadas <input type="checkbox"/> Falta de arriostramiento en los muros <input checked="" type="checkbox"/> Desnivel de pisos con colindantes <input type="checkbox"/> Cercos no aislados de la estructura <input type="checkbox"/> Unión entre elementos de cubierta y muros <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>	Factores Degradantes Eflorescencia en Muros <input type="checkbox"/> Humedad <input type="checkbox"/> Precipitaciones <input type="checkbox"/> Muros Agrietados <input checked="" type="checkbox"/> Desprendimiento del Material de los muros <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>
Daños en Muros Humedecimiento <input type="checkbox"/> Disgregación en los bloques <input type="checkbox"/> Fisuras <input checked="" type="checkbox"/> Desplome <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>	Daños en Techos Fisuras en Vigas <input type="checkbox"/> Hundimiento de la Viga Principal <input checked="" type="checkbox"/> Mala distribución de Cargas <input type="checkbox"/> Sin viga solera <input type="checkbox"/> Otros: <input type="text"/>
Mano de Obra Muy mala <input checked="" type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Otro: <input type="text"/>	Materiales deficiente Piedras de canlo rodado <input type="checkbox"/> Piedras naturales <input type="checkbox"/> Madera apollillada <input checked="" type="checkbox"/> Teja artesanal <input type="checkbox"/> Calamina deteriorada <input type="checkbox"/> Otros <input type="text"/>

3. PANEL FOTOGRÁFICA



Anexo N°06. Tablas de fichas de evaluación

TABLA - DATOS GENERALES											
Fecha	hora	N° de Vivienda	Propietario	N° de Habitantes	Ubicación según Microzonificación sísmica	Ubicación	Asesoría Técnica		Año de construcción	Antigüedad (Años)	N° Pisos
							Sí	No			
15/11/2021	07:00:00	1	Nemecio, Estela Calderón	8	1	Carretera Rancho-Panao	-	1	1981	40	1
15/11/2021	08:00:00	2	Lagrima, Espinoza Mendoza	5	1	Carretera Rancho-Panao	-	1	1976	45	1
15/11/2021	09:00:00	3	Sósimo, Arostegui Gargate	2	1	Carretera Rancho-Panao	-	1	1981	40	2
15/11/2021	10:00:00	4	Delfín, Ramírez Natividad	4	1	Av. Leoncio Prado	-	1	2009	12	2
15/11/2021	11:00:00	5	Dora, Inocencia Gargate	3	1	Calle 02	-	1	2018	3	1
15/11/2021	12:00:00	6	Yossy, Gargate Morales	5	1	Calle 02	-	1	2017	4	1
15/11/2021	13:00:00	7	Grober, Simón Rueda	4	1	Av. Leoncio Prado	-	1	1978	43	2
15/11/2021	14:00:00	8	Cornelio, Rivera Portalatino	5	1	Av. Leoncio Prado	-	1	1966	55	2
15/11/2021	15:00:00	9	Rosel, Gabriel Espinoza	8	1	Calle 03	-	1	2005	16	2
15/11/2021	16:00:00	10	Dilmer, Espíritu Vasquez	7	1	Calle los Jardines	-	1	2004	17	2
16/11/2021	07:00:00	11	Nilo, Natividad Gargate	5	1	Av. S/N	-	1	2006	15	2
16/11/2021	08:00:00	12	Julia, Espíritu Vasquez	5	1	Av. S/N	-	1	1967	54	2
16/11/2021	09:00:00	13	Elmer, Huamán Espíritu	3	1	Calle los Jardines	-	1	1991	30	2
16/11/2021	10:00:00	14	Josefina, Natividad Laurencio	3	1	Av. S/N	-	1	1985	36	2
16/11/2021	11:00:00	15	Paico, Aranda Vasquez	12	1	Calle los Jardines	-	1	2006	15	2
16/11/2021	12:00:00	16	Octavia, Santamaría Eugenio	6	2	Calle los Jardines	-	1	1975	46	3
16/11/2021	13:00:00	17	Oscar, Tineo Arostegui	2	2	Acceso al estadio	-	1	1981	40	2
16/11/2021	14:00:00	18	Guzmán, Natividad Rodríguez	4	2	Av. Leoncio Prado	-	1	2015	6	2
16/11/2021	15:00:00	19	Silveriano, Calderón Ventura	2	2	Av. Leoncio Prado	-	1	2006	15	2
16/11/2021	16:00:00	20	Elsa, Inocencio Palomino	1	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1986	35	1
17/11/2021	07:00:00	21	Juan, Vaquero Carrión	2	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	2011	10	2
17/11/2021	08:00:00	22	Clara, Salvador Morales	2	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	2011	10	1
17/11/2021	09:00:00	23	Pedro, Tolentino Natividad	2	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1974	47	1
17/11/2021	10:00:00	24	Severo, Alminco Arostegui	7	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1996	25	1
17/11/2021	11:00:00	25	José, Huamán Tineo	4	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1968	53	2
17/11/2021	12:00:00	26	Mifin, Lino Sumarán	5	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1953	68	2
17/11/2021	13:00:00	27	Nelia, Inocencio Morales	6	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1966	55	2
17/11/2021	14:00:00	28	Manuel, Durán Gómez	3	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1976	45	2
17/11/2021	15:00:00	29	Ilda, Encarnación Evaristo	4	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	2004	17	2
17/11/2021	16:00:00	30	Alicia, Estela Natividad	4	2	Carretera Rancho-Panao	-	1	1966	55	2

TABLA - DATOS GENERALES																	
N° de Vivienda	Bloque de Tapial			Cimiento corrido		Sobrecimiento		Dimensiones de Vivienda (m)						Puertas		Ventanas	
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Altura 1er Nivel (m)	Altura 2do Nivel (m)	Long. Frontal	Long. Lateral	L1	L2	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)
1	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	3.00	-	11.00	4.50			0.90	2.10	-	-
2	1.60	0.45	0.60	0.45	0.40	-	-	2.10	-	4.50	3.20			1.10	1.90	0.70	0.50
3	1.65	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.50	2.30	6.50	3.50			0.80	1.90	-	-
4	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	3.00	2.50	8.00	5.00			0.90	2.00	0.80	0.80
5	1.60	0.45	0.60	0.50	0.35	-	-	2.20	-	7.00	3.60			0.80	1.80	1.00	0.80
6	1.75	0.45	0.60	0.50	0.40	-	-	2.20	-	4.30	4.00			0.80	1.90	0.90	0.70
7	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	2.50	2.50	10.00	5.00			1.00	2.10	0.90	0.80
8	1.65	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	2.80	2.80	10.00	5.00			1.00	2.00	0.90	0.60
9	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	3.00	2.30	10.00	9.00			0.90	1.90	0.70	0.50
10	1.60	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.00	2.00	10.00	3.90			0.90	1.80	1.00	0.50
11	1.60	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.10	2.10	11.00	4.50			0.90	1.90	0.70	0.50
12	1.75	0.45	0.60	0.50	0.40	-	-	3.00	3.00	12.00	7.00			1.00	1.95	-	-
13	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.40	2.40	6.00	4.00			1.10	2.10	-	-
14	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.40	5.00	7.20			0.90	1.80	-	-
15	1.60	0.40	0.60	0.40	0.40	0.40	0.30	2.20	2.20	9.00	11.00			0.90	1.90	0.80	0.80
16	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	0.45	0.20	2.20	2.20	12.55	5.00			0.80	1.95	0.50	0.50
17	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.20	2.20	6.00	4.00			0.90	1.85	0.40	0.40
18	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.50	2.50	8.10	3.50			0.90	2.00	1.00	0.60
19	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.40	5.30	3.00			0.80	2.00	0.70	0.45
20	1.65	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.50	-	4.50	3.50			0.80	2.10	0.70	0.50
21	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.50	2.00	5.00	3.50			0.80	1.85	-	-
22	1.60	0.40	0.60	0.50	0.40	-	-	2.50	-	8.50	3.30			0.90	1.85	0.40	0.40
23	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	2.10	-	9.00	3.20			0.90	1.90	-	-
24	1.60	0.40	0.60	0.40	0.25	-	-	2.10	-	6.30	3.60			0.90	1.90	-	-
25	1.65	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.15	2.15	4.00	14.90			0.90	1.90	0.70	0.50
26	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.20	9.30	3.50			0.90	1.95	0.60	0.45
27	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.60	2.10	7.00	4.00			1.00	1.95	0.75	0.40
28	1.60	0.45	0.60	0.45	0.15	-	-	2.00	2.00	7.00	3.60			0.90	1.80	0.70	0.50
29	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.10	2.10	6.50	4.00			0.90	1.80	0.60	0.50
30	1.75	0.45	0.60	0.50	0.20	-	-	2.70	2.30	10.00	4.50			0.80	2.00	-	-

TABLAS- DATOS GENERALES																							
N° deVivienda	Fundación		Muros								Vanos							Techos					
	Piedra y Barro	Concreto	Altura de muros (m)	Longitud de muros (m)	Unión de esquinas	Contrafuertes	Ariostre horizontal	Densidad de muros Mayor en X o Y	Densidad de muros similar en X o Y	Muros reforzados	Dinteles en ventanas	Dinteles en puertas	Longitud de empotramiento (m)	Vanos centrados	Vanos no centrados	Distancia menor de esquina a vano (m)	Suma de longitud de vanos (m)	Ancho mayor de vano (m)	Cubierta de Calamina (und)	Cubierta de Teja Artesanal (und)	Aleros (m)	Pendiente (%)	
1	1	-	3.00	11.00	1	-	-	1	-	-	-	1	1	0.40	-	1	1.00	1.80	0.90	-	1	0.50	15%
2	1	-	2.10	4.50	1	-	-	1	-	-	1	1	0.40	-	1	1.00	1.80	1.10	-	1	0.40	15%	
3	1	-	4.80	6.50	1	-	-	1	-	-	-	1	0.60	-	1	1.00	3.20	0.80	1	-	0.45	15%	
4	1	-	5.50	8.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.60	-	1	0.50	6.50	0.90	1	-	0.45	15%	
5	1	-	2.20	7.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.40	-	1	1.25	2.80	1.00	1	-	0.40	15%	
6	1	-	2.20	4.30	1	-	-	-	1	-	1	1	0.50	1	-	1.70	1.70	0.90	1	-	0.40	15%	
7	1	-	5.00	10.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.70	-	1	1.00	10.10	0.90	-	1	0.40	15%	
8	1	-	5.60	10.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.70	-	1	1.00	9.70	1.00	1	-	0.40	15%	
9	1	-	5.30	10.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.70	-	1	1.90	5.90	0.90	1	-	0.40	15%	
10	1	-	4.00	10.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	0.80	6.40	1.00	1	-	0.60	15%	
11	1	-	4.20	11.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	0.70	4.30	0.90	-	1	0.40	15%	
12	1	-	6.00	12.00	1	-	-	1	-	-	-	1	0.70	1	-	0.70	5.70	1.00	-	1	0.45	15%	
13	1	-	4.80	6.00	1	-	-	-	1	-	-	1	0.50	1	-	1.00	2.00	1.10	1	-	0.45	15%	
14	1	-	4.80	5.00	1	-	-	-	1	-	-	1	0.50	-	1	0.75	2.00	0.90	-	1	0.45	15%	
15	1	-	4.40	9.00	1	-	-	-	1	-	1	1	0.50	1	-	0.85	12.00	0.90	1	-	0.70	15%	
16	1	-	4.40	12.55	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	0.80	4.80	0.90	1	-	0.45	15%	
17	1	-	4.40	6.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	0.50	2.40	0.90	-	1	0.60	15%	
18	1	-	5.00	8.10	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	0.40	6.80	1.10	1	-	0.50	15%	
19	1	-	4.80	5.30	1	-	-	-	1	-	1	1	0.50	-	1	0.50	2.40	0.90	1	-	0.40	15%	
20	1	-	2.50	4.50	1	-	-	-	1	-	1	1	0.40	-	1	1.50	1.70	0.80	1	-	0.45	15%	
21	1	-	4.50	5.00	1	-	-	1	-	-	-	1	0.40	-	1	1.50	1.50	0.80	1	-	0.40	15%	
22	1	-	2.50	8.50	1	-	-	1	-	-	1	1	0.40	1	-	0.80	1.70	0.90	-	1	0.40	15%	
23	1	-	2.10	9.00	1	-	-	1	-	-	-	1	0.40	1	-	0.50	1.80	0.90	-	1	0.40	15%	
24	1	-	2.10	6.30	1	-	-	1	-	-	-	1	0.40	1	-	0.60	1.80	0.90	1	-	0.40	15%	
25	1	-	4.30	4.00	1	-	-	-	1	-	1	1	0.50	1	-	0.50	0.82	1.10	-	1	0.45	15%	
26	1	-	4.85	9.30	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	1	-	0.70	4.90	0.90	-	1	0.50	15%	
27	1	-	4.70	7.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	1.00	4.40	1.00	-	1	0.45	15%	
28	1	-	4.00	7.00	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	-	1	1.00	3.15	0.90	-	1	0.40	15%	
29	1	-	4.20	6.50	1	-	-	1	-	-	1	1	0.50	1	-	1.20	2.70	0.90	1	-	0.45	15%	
30	1	-	5.00	10.00	1	-	-	1	1	-	-	1	0.60	1	-	0.80	2.50	0.90	-	1	0.40	15%	

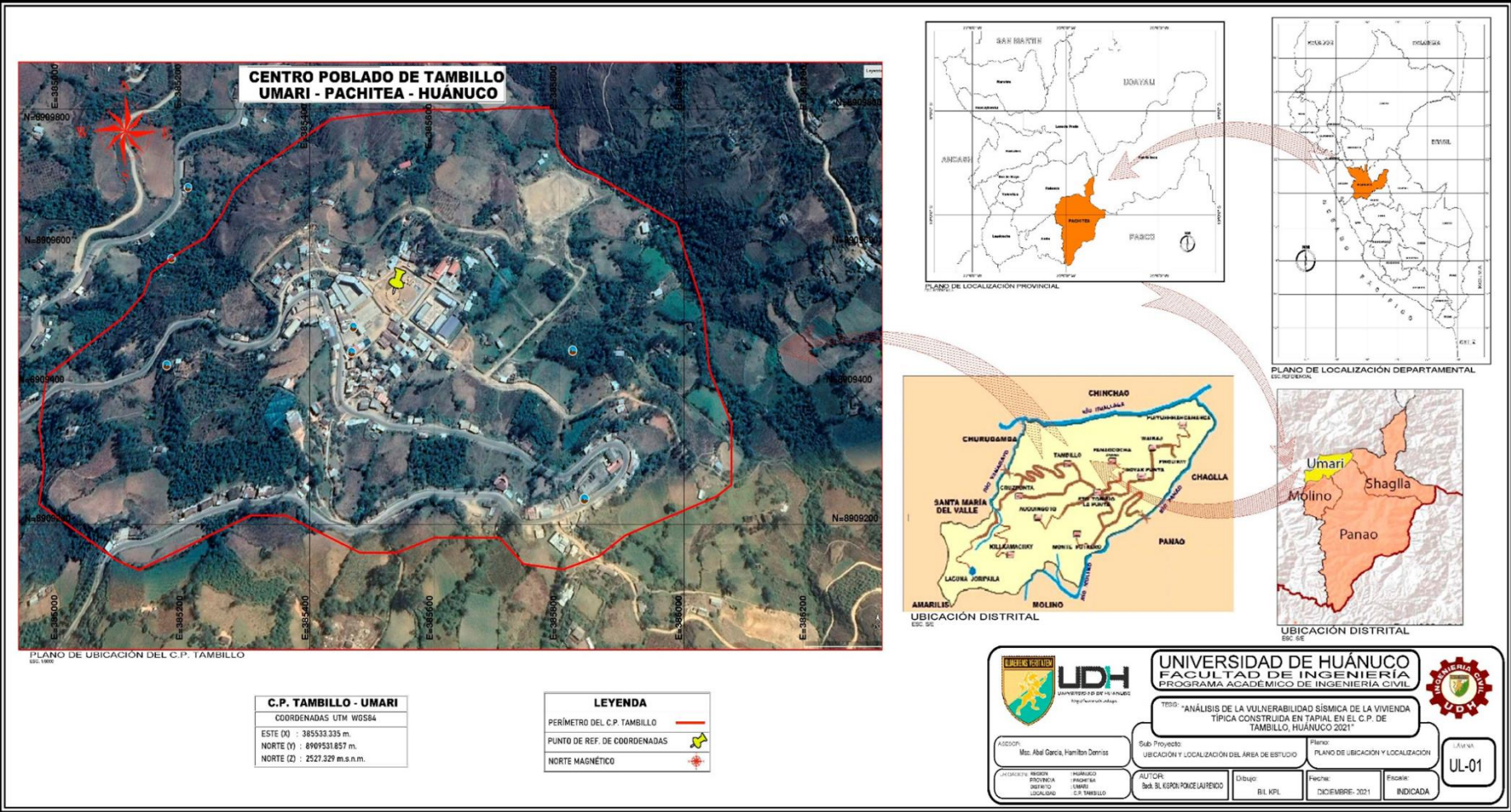
Anexo N°08. Tabla general de vivienda típica en tapial del C.P. de Tambillo

TABLA GENERAL DE VIVIENDA TÍPICA DE TAPIAL DEL C.P. DE TAMBILLO																		
N° de Vivienda	Bloque de Tapial			Cimiento corrido		Sobrecimiento		Dimensiones de Vivienda (m)						Puertas		Ventanas		Clasificación de viviendas
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Altura 1er Nivel (m)	Altura 2do Nivel (m)	Long. Frontal	Long. Lateral	L1	L2	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	
1	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	3.00	-	11.00	4.50			0.90	2.10	-	-	Rectangular
2	1.60	0.45	0.60	0.45	0.40	-	-	2.10	-	4.50	3.20			1.10	1.90	0.70	0.50	Rectangular
3	1.65	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.50	2.30	6.50	3.50			0.80	1.90	-	-	Rectangular
4	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	3.00	2.50	8.00	5.00			0.90	2.00	0.80	0.80	Rectangular
5	1.60	0.45	0.60	0.50	0.35	-	-	2.20	-	7.00	3.60			0.80	1.80	1.00	0.80	Rectangular
6	1.75	0.45	0.60	0.50	0.40	-	-	2.20	-	4.30	4.00			0.80	1.90	0.90	0.70	Rectangular
7	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	2.50	2.50	10.00	5.00			1.00	2.10	0.90	0.80	Rectangular
8	1.65	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	2.80	2.80	10.00	5.00			1.00	2.00	0.90	0.60	Rectangular
9	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	3.00	2.30	10.00	9.00			0.90	1.90	0.70	0.50	Forma en "L"
10	1.60	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.00	2.00	10.00	3.90			0.90	1.80	1.00	0.50	Rectangular
11	1.60	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.10	2.10	11.00	4.50			0.90	1.90	0.70	0.50	Rectangular
12	1.75	0.45	0.60	0.50	0.40	-	-	3.00	3.00	12.00	7.00			1.00	1.95	-	-	Forma en "C"
13	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.40	2.40	6.00	4.00			1.10	2.10	-	-	Rectangular
14	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.40	5.00	7.20			0.90	1.80	-	-	Forma en "C"
15	1.60	0.40	0.60	0.40	0.40	0.40	0.30	2.20	2.20	9.00	11.00			0.90	1.90	0.80	0.80	Forma en "L"
16	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	0.45	0.20	2.20	2.20	12.55	5.00			0.80	1.95	0.50	0.50	Rectangular
17	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.20	2.20	6.00	4.00			0.90	1.85	0.40	0.40	Rectangular
18	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.50	2.50	8.10	3.50			0.90	2.00	1.00	0.60	Rectangular
19	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.40	5.30	3.00			0.80	2.00	0.70	0.45	Rectangular
20	1.65	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.50	-	4.50	3.50			0.80	2.10	0.70	0.50	Rectangular
21	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.50	2.00	5.00	3.50			0.80	1.85	-	-	Rectangular
22	1.60	0.40	0.60	0.50	0.40	-	-	2.50	-	8.50	3.30			0.90	1.85	0.40	0.40	Forma en "C"
23	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	2.10	-	9.00	3.20			0.90	1.90	-	-	Forma en "C"
24	1.60	0.40	0.60	0.40	0.25	-	-	2.10	-	6.30	3.60			0.90	1.90	-	-	Rectangular
25	1.65	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.15	2.15	4.00	14.90			0.90	1.90	0.70	0.50	Forma en "L"
26	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.20	9.30	3.50			0.90	1.95	0.60	0.45	Rectangular
27	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.60	2.10	7.00	4.00			1.00	1.95	0.75	0.40	Rectangular
28	1.60	0.45	0.60	0.45	0.15	-	-	2.00	2.00	7.00	3.60			0.90	1.80	0.70	0.50	Rectangular
29	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.10	2.10	6.50	4.00			0.90	1.80	0.60	0.50	Rectangular
30	1.75	0.45	0.60	0.50	0.20	-	-	2.70	2.30	10.00	4.50			0.80	2.00	-	-	Rectangular

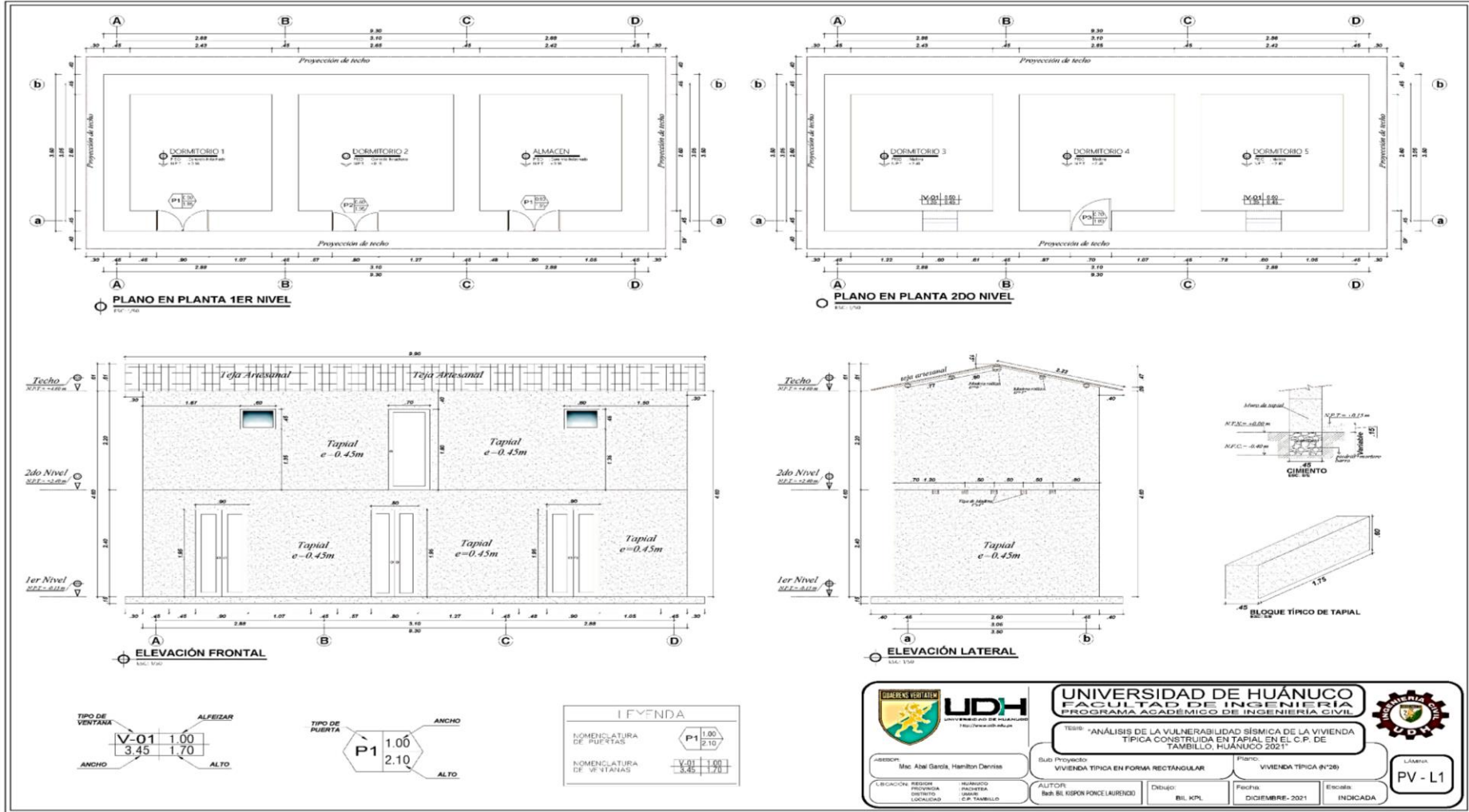
Anexo N°09. Tabla de subclasificación de vivienda típica para análisis estructural (vivienda en forma rectangular, N°26)

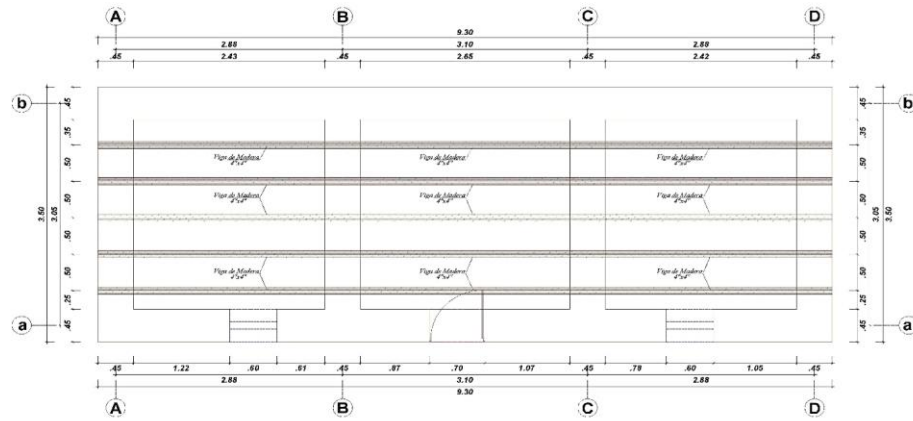
TABLAS DE SUB CLASIFICACIÓN DE VIVIENDA TÍPICA PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL, (VIVIENDA RECTANGULAR N°26)																		
N° de Vivienda	Bloque de Tapial			Cimiento corrido		Sobrecimiento		Dimensiones de Vivienda (m)					Puertas		Ventanas		Vivienda típica	
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Altura 1er Nivel (m)	Altura 2do Nivel (m)	Long. Frontal	Long. Lateral	Área (m ²)	L2	Ancho (m)	Alto (m)	Ancho (m)		Alto (m)
1	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	3.00	-	11.00	4.50	50		0.90	2.10	-	-	Rectangular
2	1.60	0.45	0.60	0.45	0.40	-	-	2.10	-	4.50	3.20	14		1.10	1.90	0.70	0.50	Rectangular
3	1.65	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.50	2.30	6.50	3.50	23		0.80	1.90	-	-	Rectangular
4	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	3.00	2.50	8.00	5.00	40		0.90	2.00	0.80	0.80	Rectangular
5	1.60	0.45	0.60	0.50	0.35	-	-	2.20	-	7.00	3.60	25		0.80	1.80	1.00	0.80	Rectangular
6	1.75	0.45	0.60	0.50	0.40	-	-	2.20	-	4.30	4.00	17		0.80	1.90	0.90	0.70	Rectangular
7	1.60	0.45	0.60	0.50	0.30	-	-	2.50	2.50	10.00	5.00	50		1.00	2.10	0.90	0.80	Rectangular
8	1.65	0.45	0.60	0.45	0.30	-	-	2.80	2.80	10.00	5.00	50		1.00	2.00	0.90	0.60	Rectangular
10	1.60	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.00	2.00	10.00	3.90	39		0.90	1.80	1.00	0.50	Rectangular
11	1.60	0.45	0.60	0.45	0.35	-	-	2.10	2.10	11.00	4.50	50		0.90	1.90	0.70	0.50	Rectangular
13	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.40	2.40	6.00	4.00	24		1.10	2.10	-	-	Rectangular
16	1.60	0.45	0.60	0.45	0.30	0.45	0.20	2.20	2.20	12.55	5.00	63		0.80	1.95	0.50	0.50	Rectangular
17	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.20	2.20	6.00	4.00	24		0.90	1.85	0.40	0.40	Rectangular
18	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.50	2.50	8.10	3.50	28		0.90	2.00	1.00	0.60	Rectangular
19	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.40	5.30	3.00	16		0.80	2.00	0.70	0.45	Rectangular
20	1.65	0.40	0.60	0.40	0.30	-	-	2.50	-	4.50	3.50	16		0.80	2.10	0.70	0.50	Rectangular
21	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.50	2.00	5.00	3.50	18		0.80	1.85	-	-	Rectangular
24	1.60	0.40	0.60	0.40	0.25	-	-	2.10	-	6.30	3.60	23		0.90	1.90	-	-	Rectangular
26	1.60	0.45	0.60	0.45	0.25	-	-	2.40	2.20	9.30	3.50	33		0.90	1.95	0.60	0.45	Rectangular
27	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.60	2.10	7.00	4.00	28		1.00	1.95	0.75	0.40	Rectangular
28	1.60	0.45	0.60	0.45	0.15	-	-	2.00	2.00	7.00	3.60	25		0.90	1.80	0.70	0.50	Rectangular
29	1.60	0.45	0.60	0.45	0.20	-	-	2.10	2.10	6.50	4.00	26		0.90	1.80	0.60	0.50	Rectangular
30	1.75	0.45	0.60	0.50	0.20	-	-	2.70	2.30	10.00	4.50	45		0.80	2.00	-	-	Rectangular

Anexo N°10. Plano de Ubicación y Localización del área de estudio (UL-01)



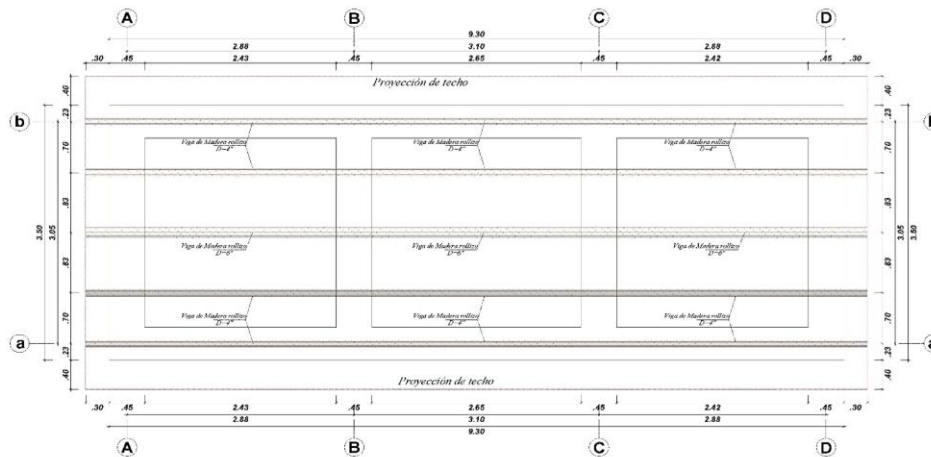
Anexo N°12. Plano de vivienda típica en forma rectangular (Vivienda N°26, para análisis estructural) PV-L1 y PV-L2





PLANO - VIGAS DE MADERA EN 2DO NIVEL

Esc: 1/50



PLANO - VIGAS DE MADERA EN TECHO

Esc: 1/50



<p>UDH UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO http://www.udh.edu.pe</p>	<p>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL</p>		
	<p>TEMA: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPAL EN EL C. P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"</p>		
<p>ASESOR: Msc. Abel García, Hamilton Dennis</p>	<p>Sub Proyecto: VIVIENDA TÍPICA EN FORMA RECTÁNGULAR</p>	<p>Plano: VIVIENDA TÍPICA (N°26)</p>	<p>LÁMINA PV - L2</p>
<p>UBICACIÓN: REGION: HUÁNUCO PROVINCIA: PACHITEA DISTRITO: UMAS LOCALIDAD: C. P. TAMBILLO</p>	<p>AUTOR: BIL KPL</p>	<p>Dibujó: BIL KPL</p>	<p>Fecha: DICIEMBRE- 2021</p>
		<p>Escala: INDICADA</p>	

Anexo N°13. Estudio de Mecánica de Suelos

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS




ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C. P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO - 2021"

HUÁNUCO - PERÚ
2021

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder, Espinoza Poma
GERENTE GENERAL

DATOS DEL CLIENTE		CONTROL DE CALIDAD	DATOS DE LA MUESTRA	
Ubicación:	C.P. TAMBILLO	ESTRATIGRAFIA	N° de muestra:	M-1, M-2y M-3
Propietario:			Fecha de ensayo:	05/12/2019
Solicitante:	Bach. BIL K. PONCE LAURENCIO	DETALLE: CALICATA PARA CIMENTACION	Clase de Material:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad
Lugar:	C.P. TAMBILLO		Técnico:	
Calicata:	C-2		Ing. Responsable:	Ing. Hilder, Espinoza Poma


PROF. (Cm)	SIMBOLO	DESCRIPCION	MUESTRA			ESTRATO	IMAGEN
			N°	TIPO	PROF (m)		
10	Pt	Turba y otros	-	-	0.10	E-1	
20	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=34.27% , LP=22.87%, IP=11.40%	1	Mab	0.60	E-2	
30							
40							
50							
60							
70	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=40.31% , LP=28.54%, IP=11.77%	2	Mab	1.10	E-3	
80							
90							
100							
110							
120	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad; LL=36.18% , LP=18.78%, IP=17.40%, Presencia de Nivel Freático a 2.20m	3	Mab	1.30	E-4	
130							
140							
150							
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
310							
320							
330							
340							
350							
360							
370							
380							
390							
400							
410							
420							
430							
440							
450							
460							
470							
480							
490							
500							

RECOMENDACIONES: El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto: TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

Mab : muestra alterada en bolsa Mis : muestra en shelly
Mib : muestra inalterada en bolsa Dn : densidad natural

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.
Hilder Espinoza Poma
GERENTE GENERAL

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.		TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"					
DATOS DEL CLIENTE		CONTROL DE CALIDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Ubicación:	C.P. TAMBILLO	ESTRATIGRAFIA	N° de muestra:		M-1, M-2, M-3 y M-4		
Propietario:			Fecha de ensayo:		05/12/2019		
Solicitante:	Bach. BILK. PONCE LAURENCIO	DETALLE: CALICATA PARA CIMENTACION	Clase de Material:		Limo inorgánico de baja plasticidad		
Lugar:	C.P. TAMBILLO		Técnico:				
Calicata:	C-3		Ing. Responsable:		Ing. Hilder, Espinoza Poma		
PERFIL ESTRATIGRAFICO							
PROF. (Cm)	SIMBOLO	DESCRIPCION	MUESTRA			ESTRATO	IMAGEN
			N°	TIPO	PROF (m)		
10	PT	Turba y otros	-	-	0.10	E-1	
20	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=33.67%, LP=30.61%, IP=3.06%	1	Mab	0.30	E-2	
30							
40							
50	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=35.74, LP=32.85, IP=2.89	2	Mab	0.70	E-3	
60							
70							
80							
90	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad, LL=35.80%, LP=33.46%, IP=2.34	3	Mab	1.30	E-4	
100							
110							
120							
130							
140							
150	SC	Arena arcillosa con grava, LL=39.50%, LP=31.92%, IP=7.58%	4	Mab	0.70	E-5	
160							
170							
180							
190							
200							
210							
220							
230							
240							
250							
260							
270							
280							
290							
300							
310							
320							
330							
340							
350							
360							
370							
380							
390							
400							
410							
420							
430							
440							
450							
460							
470							
480							
490							
500							

RECOMENDACIONES: El presente informe solo es válido para el área en estudio del proyecto: TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

Mab : muestra alterada en bolsa Ms : muestra en Shelby
 Mb : muestra inalterada en bolsa Dn : densidad natural

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CAPACIDAD ADMISIBLE

N° Calicata	Prof (m) Ref Plataforma	Cu Diseño (Kg/cm ²)	CIVIENTO			FACT. MEYERHOF					
			B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	tc	qd (kg/cm ²)	Fs	qa (kg/cm ²)
1	-0.60	0.500	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.78	3	0.93
2	-0.60	0.383	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.13	3	0.71
	-3.00	0.337	0.6	1.5	3.0	5.14	1.08	1	1.87	3	0.62
3	-0.60	0.447	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.48	3	0.83

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

 Hilder Espinosa Poma
 GERENTE GENERAL

4.4 PARÁMETROS PARA EL DISEÑO SISMO RESISTENTE

Según la Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismo Resistente, la zona de estudio se encuentra ubicada en la Zona. Del mapa de Zonificación Sísmica del Perú.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Ilustración 03: FACTOR DE ZONA.



FUENTE: NTP E-030

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
HUACAYBAMBA		HUACAYBAMBA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHANCHABAMBA		
		COCHA BAMBAMBA		
		PUNTA		
LEONCIO FRALDO		PLATA RUIR	2	TODOS LOS DISTRITOS
		JOSÉ CRESPO Y CASTILLO		
		MARIANO CÁMERO		
		BEAULÍN		
		QUINTEL ALONJA		
		POBLES		
		FELIPE LUJANICO		
		HERNÁNDO VALDIVIA		
		CASTILLO GRANDE		
		PUCAYACU		
SANTO DOMINGO DE ANCA				
MARIÓN		HUACACHICO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHOLON		
		SAN BUENAVENTURA		
		LA MORAGA		
PUERTO INCA		PUERTO INCA	2	TODOS LOS DISTRITOS
		COCHO DEL POZUELO		
		HONORIA		
		YUPAYCHIS		
YAROWILCA		CHUMBILLO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CAJALIC		
		CHACHABAMBA		
		CHERILY		
		JACAS CHICO		
		DEIAS		
		PANFAMARICA		
CHORRAL				
PACHITEA		PANCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		CHACLLA		
		MOLINO		
HUÁNUCO		LAMATI	2	TODOS LOS DISTRITOS
		JUMBO		
		QUYNA		
		COLIBIS		
		CONCHA MARCA		
		HUACAR		
		SAN FRANCISCO		
		SAN RAFAEL		
		TOMAY KICHWA		

**Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"**

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

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

4.2 RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

A continuación, se indican el resumen de las Condiciones de Cimentación para los 3 puntos de Exploración realizados en campo.

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO	
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN		
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"	
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)	VST:	1
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS	
Estrato de apoyo en la cimentación:	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021
Parámetros de Diseño de la Cimentación		
Profundidad de Cimentación (m):	-0.60	
Presión admisible (kg/cm²):	0.93	
Factor de seguridad por Corte (Estático, Dinámico)		
Para Carga Estática:	3.00	
Para Solicitaciones Máximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50	
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:		
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)		
Zona Sísmica:	Z2	
Tipo de perfil del suelo:	S3	
Factor de suelo (S):	1.4	
Periodo TP (s):	1.0	
Periodo TL (s):	1.6	
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	
Problemas Especiales de Cimentación		
Licuefacción:	No presenta	
Colapso:	No presenta	
Expansión:	No presenta	
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

 Hilder, Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL



TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO - 2021"

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO	
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN		
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"	
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)		VST: 2
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS	
Estrato de apoyo en la cimentación:	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021
Parámetros de Diseño de la Cimentación		
Profundidad de Cimentación (m):	-0.60	
Presión admisible (kg/cm2):	0.71	
Factor de seguridad por Corte (Estático, Dinámico)		
Para Carga Estática:	3.00	
Para Solicitaciones Máximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50	
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:		
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)		
Zona Sísmica:	Z2	
Tipo de perfil del suelo:	S3	
Factor de suelo (S):	1.4	
Periodo TP (s):	1.0	
Periodo TL (s):	1.6	
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	
Problemas Especiales de Cimentación		
Licuefacción:	No presenta	
Colapso:	No presenta	
Expansión:	No presenta	
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas	

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

 Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL



TESIS: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO - 2021"

SOLICITANTE:	Bach. BIL KISPON, PONCE LAURENCIO		
ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
TESIS:	"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"		
RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (CORTE VELETA EN CAMPO)			VST: 3
Profesional Responsable (PR):	Hilder, Espinoza Poma	Ing. Civil CIP: 205537	
Tipo de Cimentación:	CIMENTO CORRIDAS		
Estrato de apoyo en la cimentación:	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad	
Profundidad de la Napa Freática:	NP	Fecha: 10/12/2021	
Parámetros de Diseño de la Cimentación			
Profundidad de Cimentación (m):	-3.00		
Presión admisible (kg/cm ²):	0.83		
Factor de seguridad por Corte (Eslático, Dinámico)			
Para Carga Estática:	3.00		
Para Solicitaciones Maximas de Sismo o viento (La que resulte mas desfavorable)	2.50		
Asentamiento Diferencial Máximo aceptable:			
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)			
Zona Sísmica:	Z2		
Tipo de perfil del suelo:	S3		
Factor de suelo (S):	1.4		
Periodo TP (s):	1.0		
Periodo TL (s):	1.6		
Agresividad del Suelo a la Cimentación:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		
Problemas Especiales de Cimentación			
Liquación:	No presenta		
Colapso:	No presenta		
Expansión:	No presenta		
Indicaciones Adicionales:	Los Valores no superan las concentraciones máximas		

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

 Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL

30

RUC: 20573040229	CORREO ELECTRÓNICO: Hilder_espinoza@hotmail.com
------------------	---

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los trabajos ejecutados nos han permitido concluir en lo siguiente:

- ❖ El Estudio se realiza de acuerdo a las Normas E-050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los ensayos siguen los procedimientos del ASTM, del SUCS y el ASSHTO.
- ❖ Que a partir de los cálculos realizados para determinar la capacidad de carga admisible, se propone considerar para la cimentación de la edificación, los siguientes Parámetros:
 - Tipo de cimentación: Cimentaciones corridas (E.070 Cap. III CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE TAPIAL REFORZADO y Cap. IV, Art. 17 47).
 - La Norma E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA -2017, Recomienda las dimensiones mínimas de 0.60 m. de ancho y profundidad de los cimientos.
- ❖ En la calicata C-1 y C-3 se hizo la exploración a 3.00 m. de profundidad, para verificar su capacidad portante del terreno, en estas Calicatas no se encontró Nivel Freático. y según SUCS nos clasifica como: Limo inorgánica de baja plasticidad (ML).
Ya que habiendo observado la estratigrafía del terreno In situ, se realizó el ensayo de Veleta de Campo a una profundidad de 0.60 m. y al verificar los resultados se observa que el suelo aumenta su capacidad admisible a más profundidad, por lo que se considera como válido dicho ensayo.
- ❖ En la calicata C-2 se hizo la exploración a 3.00 m. de profundidad, para verificar su (qa), en esta Calicata se encontró Nivel Freático a -2.20 m. y según SUCS nos clasifica como: Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL).
Ya que habiendo observado la estratigrafía del terreno In situ, se realizó el ensayo de Veleta de Campo a una profundidad de 0.60 m. y 3.00 m.
- ❖ La capacidad portante calculada para el análisis estructural de la vivienda típica de tapial en la zona de estudio, es la siguiente:

N° Calicata	Prof (m) Ref Plataforma	Cu Diseño (Kg/cm2)	CIMENTO			FACT. MEYERHOF					
			B (m)	L (m)	Df (m)	Nc	Sc	Ic	qd (kg/cm2)	Fs	qa (kg/cm2)
1	-0.60	0.500	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	2.78	3	0.93
	5.14					1.08	1	2.13	3	0.71	
2	-0.60	0.383	0.6	1.5	0.6	5.14	1.08	1	1.87	3	0.62
	5.14					1.08	1	2.48	3	0.83	
3	-3.00	0.337	0.6	1.5	3.0	5.14	1.08	1	2.48	3	0.83
	5.14					1.08	1	2.48	3	0.83	

- ❖ Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismo resistente.
- ❖ Se recomienda que en el área de estudio (Calicata C-02), no se usará la capacidad portante de la superficie, porque en el terreno existe presencia de Nivel Freático a una profundidad de -2.20m. Se sugiere mejorar el terreno.
- ❖ El Presente informe solo es válido para el área en estudio de la Tesis: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA TÍPICA CONSTRUIDA EN TAPIAL EN EL C.P. DE TAMBILLO, HUÁNUCO 2021"

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.
Hilder Espinoza Poma
GERENTE GENERAL

1.2 IMÁGENES DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO, LÍMITE LIQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO, (LABORATORIO)



Imagen 06: Embolsado de muestras con bolsa film, con la finalidad de mantener la humedad en su estado natural.



Imagen 07: Vistas del proceso de cuarteo

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

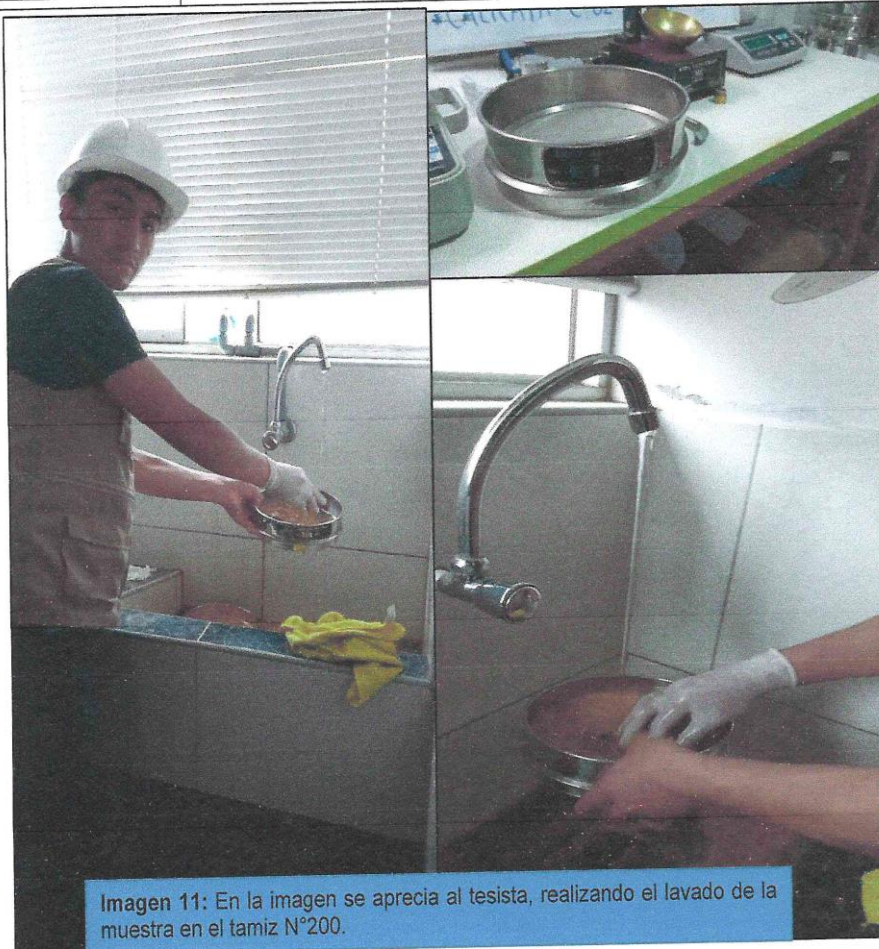


Imagen 11: En la imagen se aprecia al tesista, realizando el lavado de la muestra en el tamiz N°200.

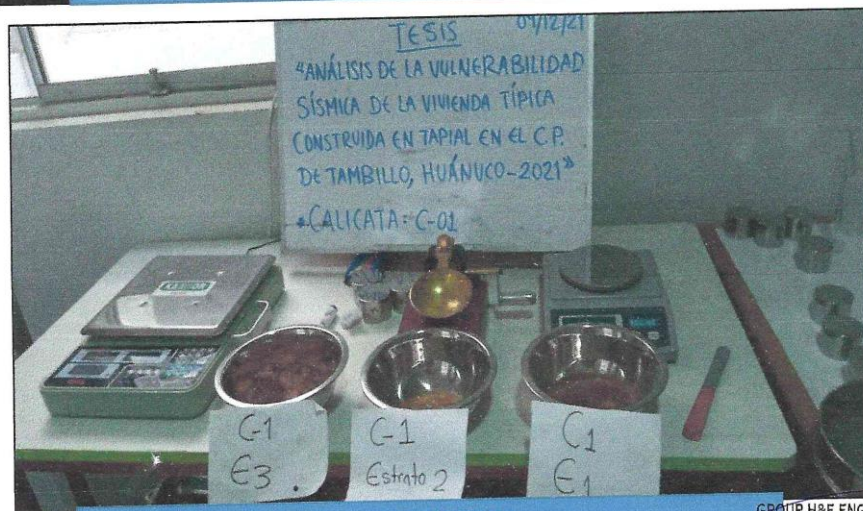


Imagen 12: Se aprecian las muestras lavadas

GROUP H&E ENGINEERS S.R.

Hilder Espinoza Pom
 GERENTE GENERAL



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GROUP H&E ENGINEERS S.R.L.

Hilder Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL

Imagen 41. Se realiza el ensayo de veleta de campo a una profundidad de 0.60 m. y la cual nos determinó el Torque; 30 N.M.



Imagen 54. Pesado del suelo, Luego de lavarlo.

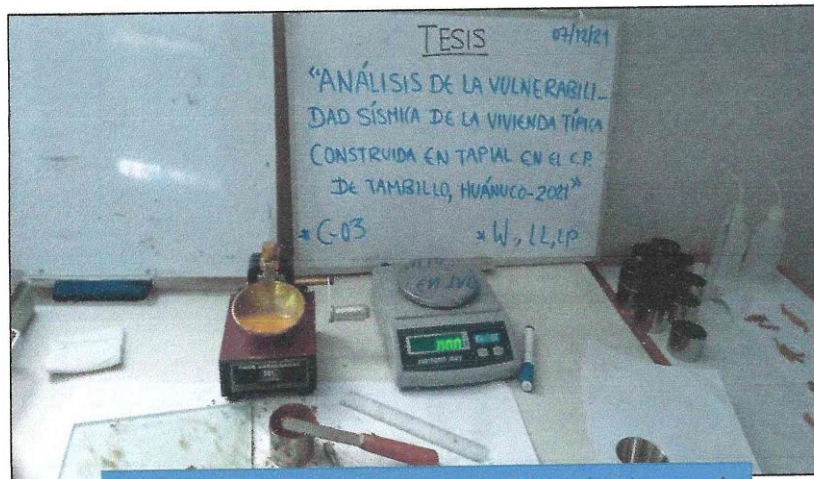
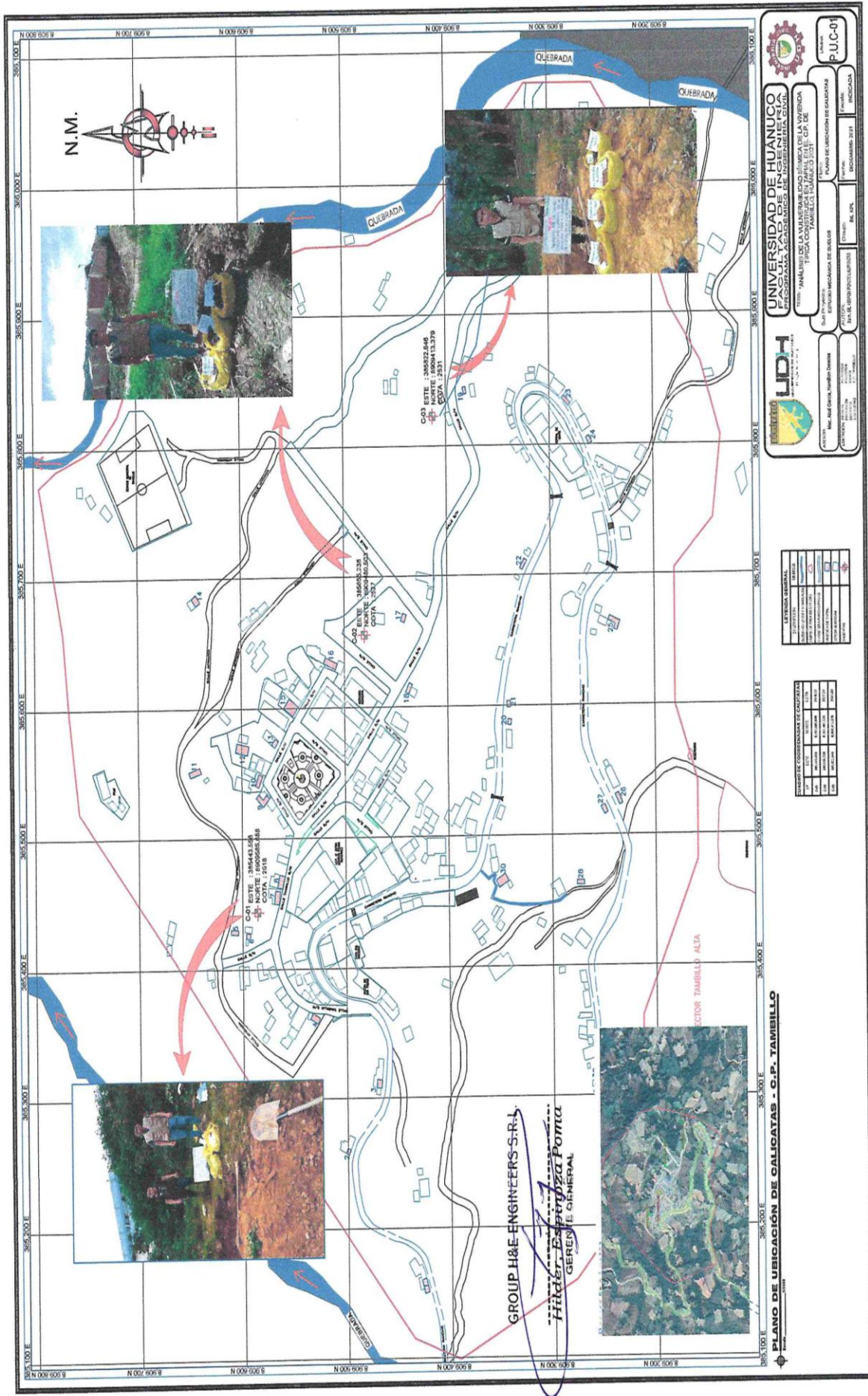


Imagen 55. En la imagen se observa el suelo húmedo sobre copa de Casagrande, con la finalidad de desarrollar el límite de consistencia.



GROUP H&E ENGINEERS S-R-L
Hitter Espinoza Poma
 GERENTE GENERAL

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 TITULO: ANALISIS DE LA VENTAJA DEL USO DE LA VENTURA TIPICA COMUNITARIA DE HUANUCO, C.P. DE

UDH
 UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: MSc. ANDRÉS HUAYAN
 ESTUDIANTE: ANDRÉS HUAYAN
 TÍTULO: ANÁLISIS DE LA VENTAJA DEL USO DE LA VENTURA TIPICA COMUNITARIA DE HUANUCO, C.P. DE

FECHA DE ENTREGA: 2021
 FECHA DE DEFENSA: 2021

INSTITUCIÓN: INGENIERIA CIVIL
 TÍTULO: ANÁLISIS DE LA VENTAJA DEL USO DE LA VENTURA TIPICA COMUNITARIA DE HUANUCO, C.P. DE

LEYENDA GENERAL

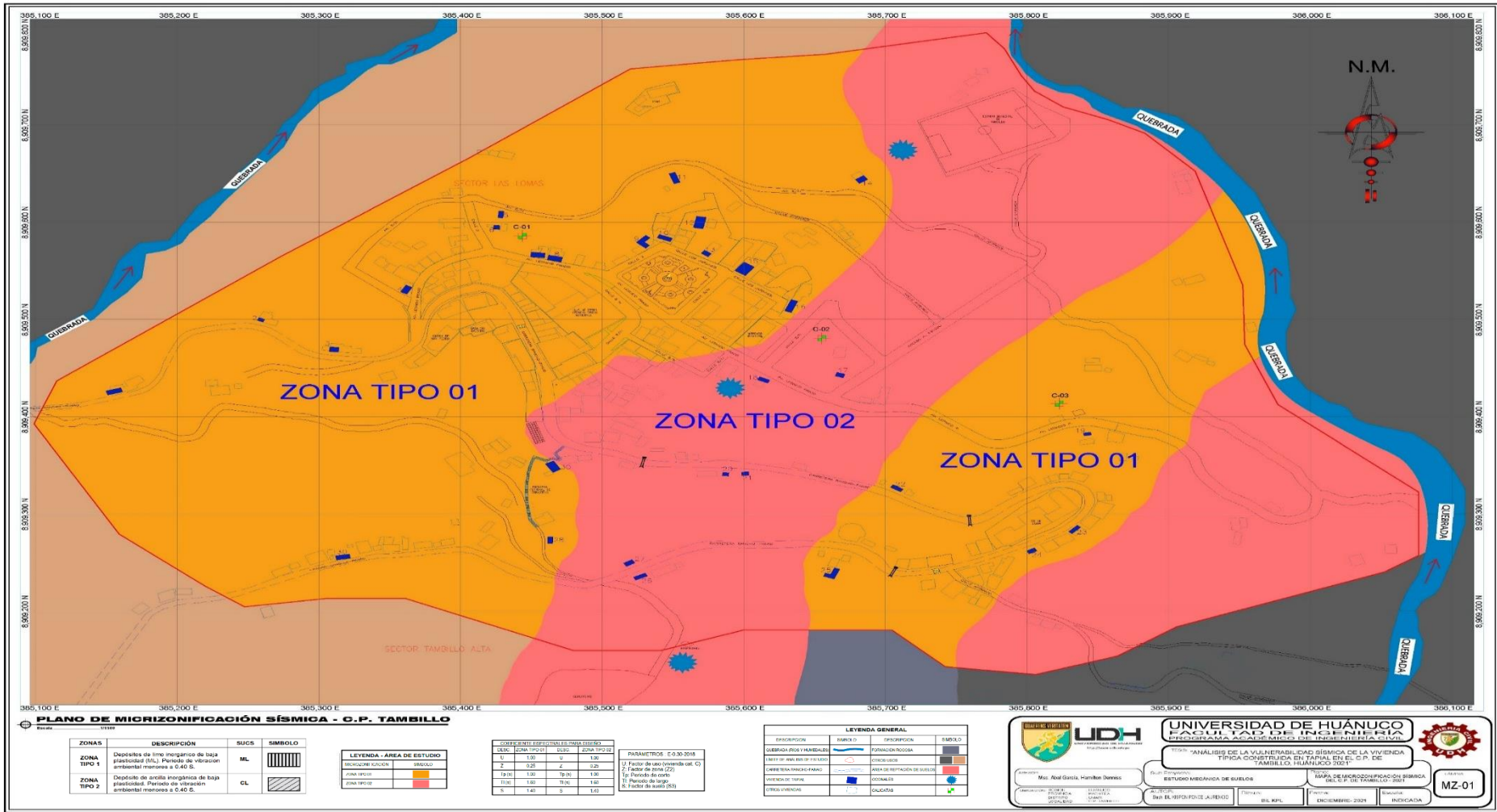
LINEA ROJA	FRONTERA DE PROYECTO
LINEA AZUL	QUEBRADA
LINEA VERDE	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NARANJA	TERRENO DE PROYECTO
LINEA GRIS	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NEGRO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA ROJO OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA ROJO CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA VERDE OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA VERDE CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NARANJA OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NARANJA CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA GRIS OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA GRIS CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NEGRO OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NEGRO CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA ROJO OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA ROJO CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA VERDE OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA VERDE CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NARANJA OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NARANJA CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA GRIS OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA GRIS CLARO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NEGRO OSCURO	TERRENO DE PROYECTO
LINEA NEGRO CLARO	TERRENO DE PROYECTO

TABLA DE COORDENADAS Y ALTURAS

NO.	COORDENADA X (E)	COORDENADA Y (N)	ALTURA (M)
1	385.500	8.995.000	1000
2	385.500	8.995.000	1000
3	385.500	8.995.000	1000
4	385.500	8.995.000	1000
5	385.500	8.995.000	1000
6	385.500	8.995.000	1000
7	385.500	8.995.000	1000
8	385.500	8.995.000	1000
9	385.500	8.995.000	1000
10	385.500	8.995.000	1000
11	385.500	8.995.000	1000
12	385.500	8.995.000	1000
13	385.500	8.995.000	1000
14	385.500	8.995.000	1000
15	385.500	8.995.000	1000
16	385.500	8.995.000	1000
17	385.500	8.995.000	1000
18	385.500	8.995.000	1000
19	385.500	8.995.000	1000
20	385.500	8.995.000	1000
21	385.500	8.995.000	1000
22	385.500	8.995.000	1000
23	385.500	8.995.000	1000
24	385.500	8.995.000	1000
25	385.500	8.995.000	1000
26	385.500	8.995.000	1000
27	385.500	8.995.000	1000
28	385.500	8.995.000	1000
29	385.500	8.995.000	1000
30	385.500	8.995.000	1000
31	385.500	8.995.000	1000
32	385.500	8.995.000	1000
33	385.500	8.995.000	1000
34	385.500	8.995.000	1000
35	385.500	8.995.000	1000
36	385.500	8.995.000	1000
37	385.500	8.995.000	1000
38	385.500	8.995.000	1000
39	385.500	8.995.000	1000
40	385.500	8.995.000	1000
41	385.500	8.995.000	1000
42	385.500	8.995.000	1000
43	385.500	8.995.000	1000
44	385.500	8.995.000	1000
45	385.500	8.995.000	1000
46	385.500	8.995.000	1000
47	385.500	8.995.000	1000
48	385.500	8.995.000	1000
49	385.500	8.995.000	1000
50	385.500	8.995.000	1000

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS - C.P. TAMBILLO

Anexo N°14. Plano de microzonificación sísmica del C.P. de Tambillo (MZ-01)



Anexo N°15. Panel fotográfico



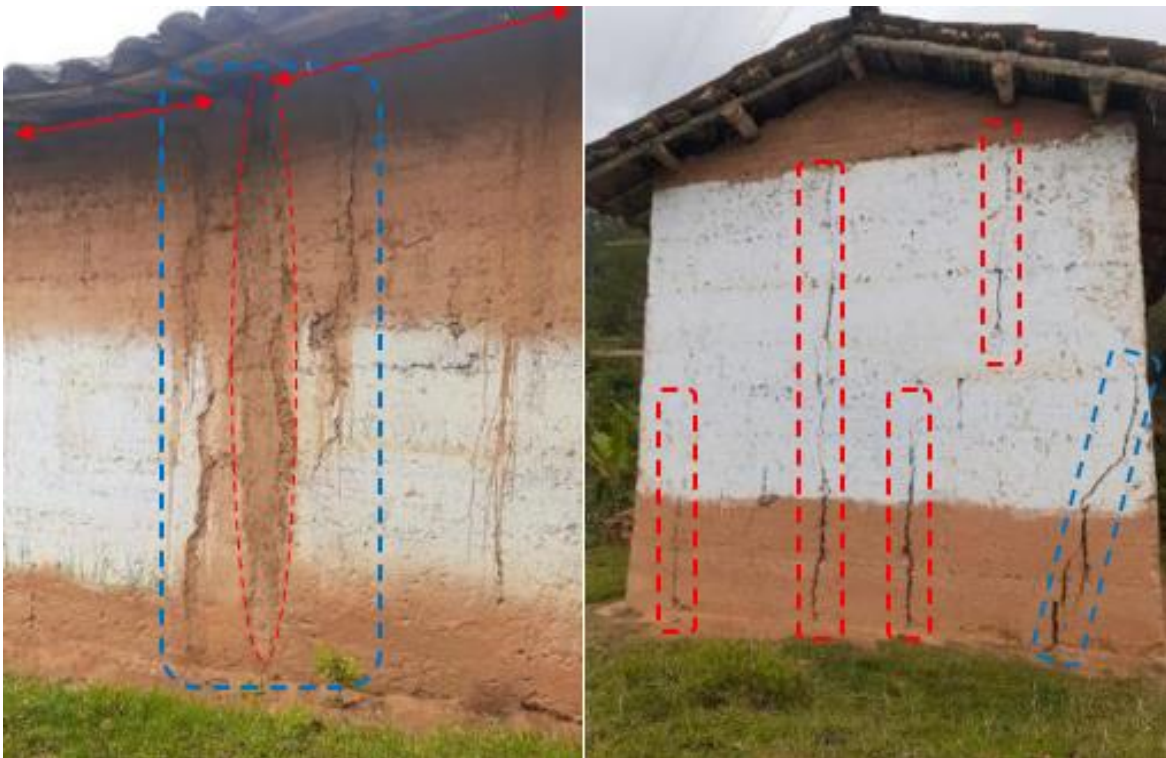
FOTOGRAFÍA N°01: Se aprecia disgregación de las unidades de tapial, principalmente este tipo de daños se observó en todas las viviendas evaluadas, ya que todos ellos no tienen una adecuada protección en sus muros.



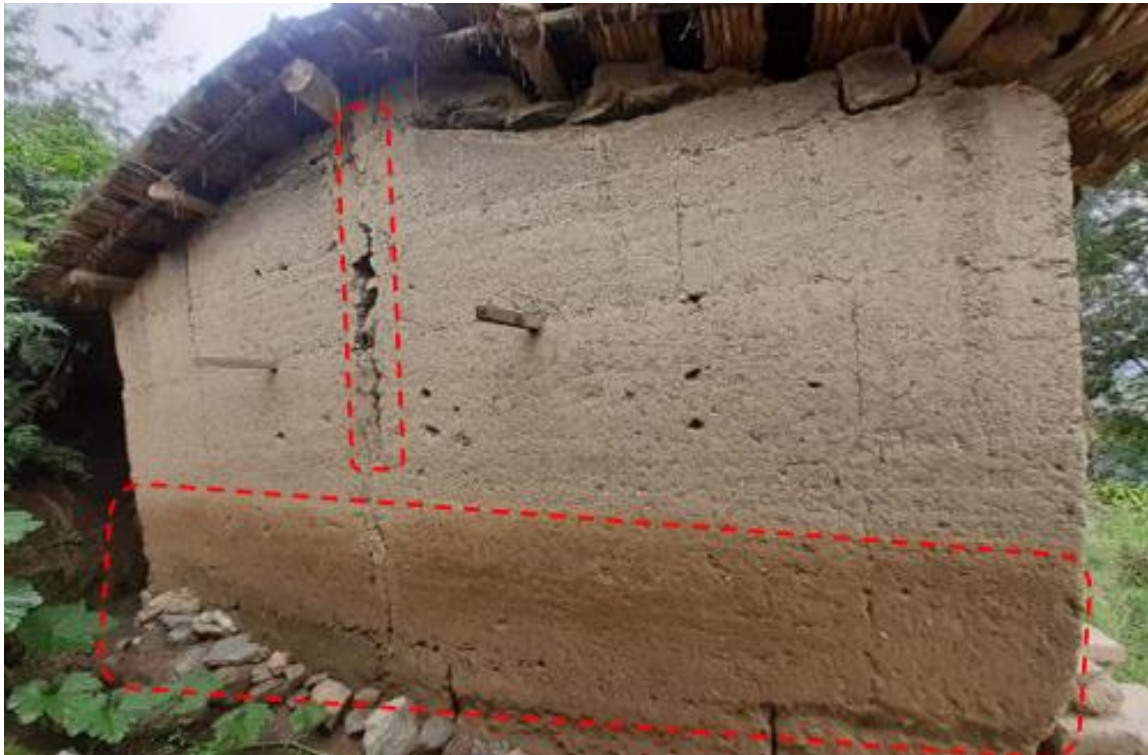
FOTOGRAFÍA N°02: Se observa la disgregación de las unidades de tapial, presencia de grietas en los muros, las coberturas en estado de deterioro y las vigas de maderas apolilladas. Todo ello debido a la antigüedad y otros agentes externos.



FOTOGRAFÍA N°03: Se observa eflorescencia en muros que son por efectos de humedad al no contar con sobrecimientos y recubrimientos. Asimismo, esta vivienda no tiene una adecuada junta sísmica.



FOTOGRAFÍA N°04: Presencia de grietas verticales en la zona central y diagonales en las esquinas, debido al asentamiento del suelo.



FOTOGRAFÍA N°05: Se observa agrietamiento vertical en los muros de e = 4", y la humedad que llega hasta a 1 m. de altura. Que son factores degradantes para los elementos estructurales de la vivienda de tapial (muros).



FOTOGRAFÍA N°06: Se aprecia hundimiento de la viga principal, tejas artesanales en estado de deterioro y la mano de obra fue deficiente.



FOTOGRAFÍA N°07: Se observa la calicata C-01. La cual se realizó con la finalidad de verificar el perfil estratigráfico In-Situ. Y asimismo extraer muestras para ensayo en laboratorio de mecánica de suelos.



FOTOGRAFÍA N°08: Se observa la calicata C-02. La cual se realizó con la finalidad de verificar el perfil estratigráfico In-Situ. Y asimismo extraer muestras para ensayo en laboratorio de mecánica de suelos.



FOTOGRAFÍA N°09: Se observa la calicata C-03. La cual se realizó con la finalidad de verificar el perfil estratigráfico In-Situ. Y asimismo extraer muestras para ensayo en laboratorio de mecánica de suelos.



FOTOGRAFÍA N°10: Se observa los equipos, instrumentos y todos los implementos necesarios para el desarrollo de ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.

Anexo N°16. Vulnerabilidad Sísmica Método de Benedetti y Petrini

Anexo 16.01. Descripción de cada parámetro del método del índice de vulnerabilidad para edificaciones de tapial (adaptación del Índice de vulnerabilidad para mampostería).

A la hora de clasificar cada parámetro de la técnica como "A", "B", "C" o "D", se tuvieron en cuenta la metodología original, las directrices ofrecidas en el R.N.E., las investigaciones anteriores y las visitas sobre el terreno o las visitas al campo.

- **Parámetro 1- Tipo y organización del sistema resistente.**

Los componentes verticales de una estructura determinada se califican en función de su organización. El comportamiento en "cajon" de la construcción depende de la existencia y eficacia de la conexión entre los muros ortogonales.

Además, la aplicación de la norma de diseño sismorresistente para la construcción del edificio y la implicación de un experto cualificado tienen la máxima prioridad.

Por lo tanto, el primer parámetro estará determinado por los criterios que se enumeran a continuación:

- A) Edificios con muros que cumplen los requisitos de la Norma E.080, Tipo de Construcción.
- B) Estructuras de tapial, que utilizan componentes de arriostramiento horizontales y verticales, pero sin orientación profesional.
- C) Las estructuras de tapial, que carecen de componentes de arriostramiento en los cuatro lados y, sin embargo, tienen una distribución y regularidad de muros aceptable, independientemente de cualquier orientación técnica, son un buen ejemplo de ello.
- D) Estructuras de Tapial que carecen de una distribución de muros adecuada, de orientación técnica y de componentes de arriostramiento en las cuatro caras.

- **Parámetro 2. Calidad del sistema resistente.**

Para garantizar el comportamiento efectivo de la "caja" de la construcción, esta métrica se utiliza para identificar el tipo de mampostería más común distinguiendo cualitativamente sus cualidades de resistencia.

eficacia del comportamiento de "cajon" de la estructura. Se utilizan dos criterios para determinar a cuál de las cuatro categorías pertenece una estructura determinada: En primer lugar, el tipo y la forma de las piezas constitutivas de la mampostería. En segundo lugar, la consistencia en el tamaño y la forma de los bloques del muro en toda su superficie.

- A) Las tres (03) propiedades del sistema resistivo son las siguientes:
o Paredes uniformes, de tamaño uniforme, construidas con piezas de tamaño uniforme.
Es suficiente el enclavamiento (amarre) entre los componentes del muro.
Suelo para proyectos de construcción que contenga materia orgánica como paja, virutas de madera, etc.
- B) Contrariamente a la hipótesis, el sistema resistente no demuestra más que una de las características de la clase A.
- C) El sistema resistente no presenta las dos características definitorias de la clase A, lo que nos lleva a la conclusión.
- D) Está claro que el sistema resistente no presenta ninguna de las características de un sistema de clase A.

• **Parámetro 3.- Resistencia convencional.**

Tenemos que hacer algunos cálculos básicos que son cruciales en términos del panorama general. Es factible evaluar la resistencia a la carga horizontal de un edificio con un alto grado de precisión si suponemos que la estructura se comportará de forma ortogonal y cerrada (una caja).

- A) $y \geq 1$
- B) $0.70 \leq y < 1$
- C) $0.40 \leq y < 0.70$
- D) $y \leq 0.40$

Calculo requerido:

- N: Número de pisos
- At: Área total de la cubierta en (m²)
- Ax, y: Área total de los muros resistentes en las direcciones X e Y en (m²).
- Sólo en el caso de los muros inclinados con un ángulo superior a cero se debe multiplicar el área por (cosa)² el ángulo x se toma con respecto a la dirección.
- Resistencia al corte (en kilonewtons por metro cuadrado) por tipo de mampostería (ton/m² '2) Para calcular el valor tk del muro cuando se emplean varios materiales directos, se calcula una media ponderada dividiendo la resistencia al corte de cada material por su proporción en el área del muro, Ai.

Ecuación:

$$tk = \frac{\sum ti \cdot Ai}{\sum Ai}$$

- h: Altura media de los pisos en (m)
- Pm: Peso específico de la mampostería en (ton/m³)
- Ps: Peso por unidad de área del diafragma en (ton/m²)

- **Parámetro 4. Posición del edificio y cimentación.**

El efecto del suelo y de la cimentación sobre el comportamiento sísmico de la estructura puede evaluarse con este parámetro mediante una simple evaluación visual. Para ello se tiene en cuenta la consistencia y la pendiente del suelo, la probable colocación de la cimentación a distintas cotas, la existencia de un empuje desequilibrado debido a un terraplén, la presencia de humedad, sales, etc.

- A) No se encuentra en una pendiente pronunciada, no hay presencia de humedad ni de sales, y el edificio está cimentado de acuerdo con la norma E.080 de tierra armada.
- B) Norma E.080 para cimientos de tierra reforzada los edificios sobre este tipo de cimientos no pueden estar situados en pendientes muy pronunciadas y deben tener en cuenta la presencia de humedad y sales.
- C) Una estructura erigida en un entorno salino, húmedo y en pendiente sin el beneficio de un plan formal o la orientación de un experto.
- D) Las sales, la humedad y una pendiente pronunciada estaban presentes cuando se creó el edificio, y no había un plan oficial ni asesoramiento de expertos. estado de conservación deteriorado.

- **Parámetro 5. Diafragma horizontal.**

Para garantizar que los componentes resistentes verticales de las estructuras de mampostería, albañilería u hormigón armado funcionen como se pretende, la calidad del diafragma es crucial. Si el diafragma funciona según lo previsto, la fuerza sísmica se dispersará en cada nivel de forma proporcional a los componentes resistentes.

- A) Un edificio cuyo diafragma consiste en una fina losa de material ligero apoyada en gruesas vigas de hormigón armado.
- B) Una estructura robusta con un tejado hecho de vigas y cubiertas de madera.
- C) Una estructura de madera desflecada con un techo hecho de vigas y entarimado.
- D) En el caso de, una estructura sin diafragma. Tablas y entarimados en mal estado.

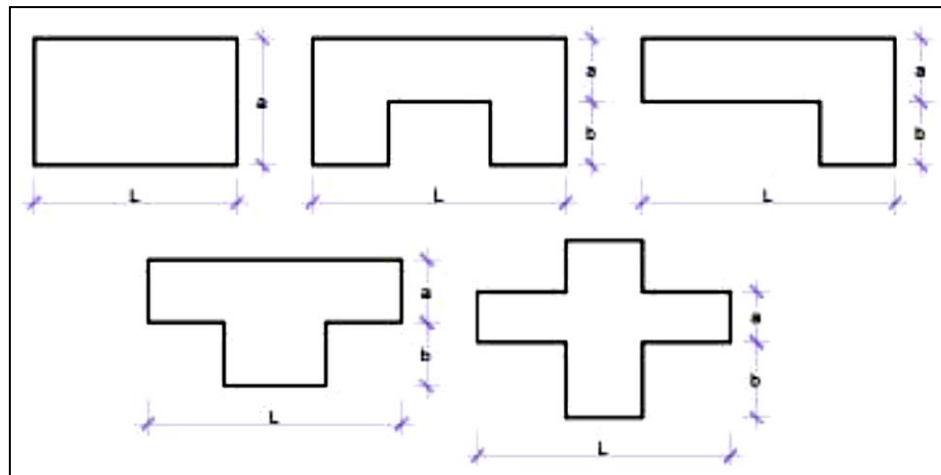
- **Parámetro 6. Configuración en planta.**

Los edificios con distintas plantas tienen distintos grados de resistencia a los terremotos. La relación $B1=a/L$ entre los planos laterales más

cortos y más largos de una estructura rectangular es importante. También es importante tener en cuenta las imperfecciones del cuerpo principal mediante la fórmula $B^2 = b/L$. En la figura 4.12 se muestra el significado de los dos números que hay que comunicar; siempre se tiene en cuenta el peor escenario.

Figura 81

Configuración en planta de algunas estructuras según la metodología de Iv



Fuente: Cantaro F. (2012)

- A) Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B) Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C) Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D) Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$

- **Parámetro 7. Configuración en elevación.**

Se reporta la variación de masa en porcentaje $\pm \Delta M/M$ entre dos pisos sucesivos, siendo M la masa del piso más bajo y utilizando el signo (+) si se trata de aumento o el (-) si se trata de disminución de masa hacia lo alto del edificio. La anterior relación puede ser sustituida por la variación de áreas respectivas $\pm \Delta A/A$, evaluando en cualquiera de los dos casos el más desfavorable.

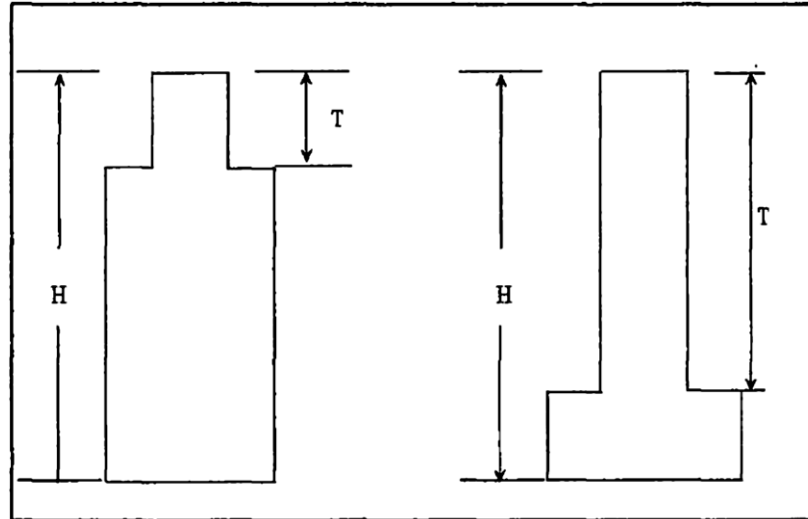
- A) Edificio con: $\pm \Delta A/A \leq 10\%$
- B) Edificio con: $10\% < \pm \Delta A/A < 20\%$
- C) Edificio con: $20\% < \pm \Delta A/A < 50\%$. Presenta discontinuidad en los sistemas resistentes.
- D) Edificio con: $\pm \Delta A/A \geq 50\%$. Presenta irregularidades de piso blando.

Por lo tanto, en la evaluación de este parámetro (H) se utilizan las alturas mínimas (obtenida de H-T) y máxima (obtenida de H+T) del edificio.

El valor del parámetro se calcula mediante la figura 3.14, en la que RL es la relación de las dos alturas o la altura media del edificio.
A modo de recordatorio, la fórmula de RL es la siguiente $RL = (H - T) / H$.

Figura 82

Configuración en elevación de la estructura



Fuente: Cantaro F. (2012)

- A) Si $RL > 0.66$
- B) Si $0.33 < RL \leq 0.66$
- C) Si $RL \leq 0.33$. Presenta irregularidades en el sistema resistente vertical.

- **Parámetro 8. Distancia máxima entre muros o columnas.**

Para esta métrica, se tiene en cuenta la existencia de paredes maestras interceptadas por paredes transversales a distancias excesivas entre ellas. Presentamos siempre la evaluación del factor L/S en el peor de los casos, donde L es la distancia entre muros transversales y S es el grosor del muro maestro. Cuando esta métrica crece, muestra que la susceptibilidad sísmica del edificio ha cambiado como resultado de la eliminación de las barreras interiores secundarias. Este es un efecto secundario habitual de la ampliación o renovación de estructuras antiguas, normalmente debido a la reutilización de niveles no utilizados anteriormente.

Se emplean datos estadísticos, en los que se utiliza una conexión entre la superficie del piso y el factor L/S , para determinar este valor cuando no se dispone de suficiente información para hacerlo.

- A) Edificio con $L/S < 4.7$
- B) Edificio con $4.7 \leq L/S < 5.6$
- C) Edificio con $5.6 \leq L/S < 7.8$

D) Edificio con LIS ≥ 7.8

- **Parámetro 9.- Tipo de cubierta.**

La resistencia de la cubierta a los terremotos se tiene en cuenta para las estructuras de adobe, mampostería y hormigón armado.

- A) Cubierta fuerte y segura fijada en los lugares adecuados a las paredes con materiales ligeros, pero bien unidos.
- B) La cubierta es inestable, de material ligero y en buena forma.
- C) Una cubierta inestable y vieja, hecha con materiales endebles.
- D) En cuanto al mal estado de la cubierta, sería la muestra. Estructura con una cubierta nivelada.

- **Parámetro 10. Elementos no estructurales.**

Este factor tiene en cuenta el peligro potencial que suponen los elementos no estructurales, como las cornisas y los parapetos. Las dos primeras categorías de adobe y mampostería no se diferencian, ya que se trata de una característica secundaria utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad.

- A) Un edificio sin partes no estructurales que no estén debidamente vinculadas al sistema de resistencia.
- B) Un edificio con un sistema resistente de balcones y parapetos interconectados.
- C) Edificio con balcones o parapetos con conexiones inadecuadas del sistema de resistencia. Avería de los componentes relacionada con la edad.
- D) Edificios que tienen depósitos de agua u otros elementos del tejado que no están bien sujetos constituyen la condición. Parapetos mal construidos u otros elementos pesados que puedan caer en un terremoto. Los balcones del edificio se añadieron en una fecha posterior al resto de la construcción y no están bien unidos a ella.

- **Parámetro 11. Estado de conservación.**

Este criterio califica visualmente la existencia de problemas internos en la estructura, posibles anomalías debidas a errores en el proceso de construcción y la antigüedad de las estructuras:

- A) No hay signos visibles de daños en el edificio, lo cual es un punto a favor (demuestra el punto).
- B) El edificio no tiene fisuras visibles, aunque algunas de sus partes están empezando a deteriorarse.
- C) El edificio está agrietado y, por lo demás, estructuralmente comprometido.
- D) Muros con una degradación significativa de sus componentes, como muestran las fracturas causadas por fallos de flexión, momento y corte.

Anexo 16.02: Tabla de cálculo de Parámetro 3 del Índice de Vulnerabilidad

N° de Vivienda	Configuración en planta	Ax: Longitud en "X" (m)	Ay: Longitud en "Y" (m)	At (m ²)	h: Altura promedio (m)	N (pisos)	Pm (T/m ³)	Ps (T/m ²)	Pt (T/m ²)	C	αK (T/m)	1) A=min (AX; AY)	1) B=max (AX; AY)	2) $\alpha = A/At$	3) $q = (pt/m^2)$	4) $y = B/A$	5) "C"	5) $\alpha = "C"/C$	6) Parámetro 3: CLASE
1	Rectangular	11.00	4.50	49.50	3.00	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.50	11.00	0.09	1.73	2.44	0.11	0.57	C
2	Rectangular	4.50	3.20	14.40	2.10	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.20	4.50	0.22	2.06	1.41	0.20	1.02	A
3	Rectangular	6.50	4.95	32.18	2.40	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.95	6.50	0.15	1.58	1.31	0.13	0.64	B
4	Rectangular	8.00	5.00	40.00	2.75	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	5.00	8.00	0.13	1.65	1.60	0.11	0.53	C
5	Rectangular	7.00	3.60	25.20	2.20	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.60	7.00	0.14	1.71	1.94	0.16	0.81	B
6	Rectangular	4.30	4.00	17.20	2.20	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	4.30	0.23	1.95	1.08	0.23	1.15	A
7	Rectangular	10.00	5.00	50.00	2.50	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	5.00	10.00	0.10	1.39	2.00	0.10	0.48	C
8	Rectangular	10.00	5.00	50.00	2.80	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	5.00	10.00	0.10	1.55	2.00	0.09	0.45	C
9	en "L"	10.00	9.00	90.00	2.65	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	9.00	10.00	0.10	1.05	1.11	0.13	0.66	B
10	Rectangular	10.00	3.90	39.00	2.00	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.90	10.00	0.10	1.32	2.56	0.09	0.46	C
11	Rectangular	11.00	4.50	49.50	2.10	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.50	11.00	0.09	1.22	2.44	0.09	0.46	C
12	en "C"	12.00	7.00	84.00	3.00	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	7.00	12.00	0.08	1.26	1.71	0.10	0.48	C
13	Rectangular	6.00	4.00	24.00	2.40	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	6.00	0.17	1.84	1.50	0.12	0.59	C
14	en "C"	5.00	7.20	36.00	2.40	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	5.00	7.20	0.14	1.50	1.44	0.12	0.61	B
15	en "L"	9.00	11.00	99.00	2.20	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	9.00	11.00	0.09	0.84	1.22	0.14	0.69	B
16	Rectangular	12.55	5.00	62.75	2.20	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	5.00	12.55	0.08	1.15	2.51	0.09	0.44	C
17	Rectangular	6.00	4.00	24.00	2.20	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	6.00	0.17	1.69	1.50	0.12	0.62	B
18	Rectangular	8.10	3.50	28.35	2.50	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.50	8.10	0.12	1.88	2.31	0.09	0.44	C
19	Rectangular	5.30	3.00	15.90	2.40	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.00	5.30	0.19	2.30	1.77	0.11	0.54	C
20	Rectangular	4.50	3.50	15.75	2.50	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.50	4.50	0.22	2.33	1.29	0.19	0.96	B
21	Rectangular	5.00	3.50	17.50	2.25	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.50	5.00	0.20	2.01	1.43	0.13	0.64	B
22	en "C"	8.50	3.30	28.05	2.50	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.30	8.50	0.12	1.93	2.58	0.12	0.61	B
23	en "C"	9.00	3.20	28.80	2.10	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.20	9.00	0.11	1.64	2.81	0.13	0.64	B
24	Rectangular	6.30	3.60	22.68	2.10	1.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.60	6.30	0.16	1.69	1.75	0.18	0.89	B
25	en "L"	4.00	14.90	59.60	2.15	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	14.90	0.07	1.27	3.73	0.07	0.33	D
26	Rectangular	9.30	3.50	32.55	2.43	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.50	9.30	0.11	1.76	2.66	0.08	0.40	C
27	Rectangular	7.00	4.00	28.00	2.35	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	7.00	0.14	1.70	1.75	0.11	0.55	C
28	Rectangular	7.00	3.60	25.20	2.00	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	3.60	7.00	0.14	1.55	1.94	0.11	0.56	C
29	Rectangular	6.50	4.00	26.00	2.10	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.00	6.50	0.15	1.57	1.63	0.12	0.61	B
30	Rectangular	10.00	4.50	45.00	2.50	2.00	1.80	0.04	0.00	0.20	1.00	4.50	10.00	0.10	1.49	2.22	0.09	0.45	C

Anexo 16.03: Tabla de cálculo de Parámetro 6, 7 y 8 del Índice de Vulnerabilidad

N° de Vivienda	Conf. En Planta	a (m)	b (m)	L (m)	$\beta_1=a/L$	$\beta_2=b/L$	Parametro 6	H	T	RL	Parametro 7	L	S	L/S	Parámetro 8
1	Rectangular	4.50	-	11.00	0.41	-	C	3.00	3.00	1.00	A	10.55	0.45	23.44	D
2	Rectangular	3.20	-	4.50	0.71	-	B	2.10	2.10	1.00	A	4.05	0.45	9.00	D
3	Rectangular	4.95	-	6.50	0.76	-	B	4.80	2.30	0.52	B	6.05	0.45	13.44	D
4	Rectangular	5.00	-	8.00	0.63	-	B	5.50	3.00	0.45	B	7.55	0.45	16.78	D
5	Rectangular	3.60	-	7.00	0.51	-	C	2.20	2.20	1.00	A	6.55	0.45	14.56	D
6	Rectangular	4.00	-	4.30	0.93	-	A	2.20	2.20	1.00	A	3.85	0.45	8.56	D
7	Rectangular	5.00	-	10.00	0.50	-	C	5.00	2.50	0.50	B	9.55	0.45	21.22	D
8	Rectangular	5.00	-	10.00	0.50	-	C	5.60	2.80	0.50	B	9.55	0.45	21.22	D
9	Forma en "L"	4.00	5.00	10.00	0.40	0.5	D	5.30	3.00	0.43	B	9.55	0.45	21.22	D
10	Rectangular	3.90	-	10.00	0.39	-	D	4.00	2.00	0.50	B	9.60	0.40	24.00	D
11	Rectangular	4.50	-	11.00	0.41	-	C	4.20	2.10	0.50	B	10.55	0.45	23.44	D
12	Forma en "C"	5.00	2.00	12.00	0.42	0.17	C	6.00	3.00	0.50	B	11.55	0.45	25.67	D
13	Rectangular	4.00	-	6.00	0.67	-	B	4.80	2.40	0.50	B	5.55	0.45	12.33	D
14	Forma en "C"	2.55	2.50	5.00	0.51	0.50	D	4.80	2.40	0.50	B	4.55	0.45	10.11	D
15	Forma en "L"	3.00	3.50	11.00	0.27	0.32	D	4.40	2.20	0.50	B	8.60	0.40	21.50	D
16	Rectangular	5.00	-	12.55	0.40	-	C	4.40	2.20	0.50	B	12.10	0.45	26.89	D
17	Rectangular	4.00	-	6.00	0.67	-	B	4.40	2.20	0.50	B	5.55	0.45	12.33	D
18	Rectangular	3.50	-	8.10	0.43	-	C	5.00	2.50	0.50	B	7.65	0.45	17.00	D
19	Rectangular	3.00	-	5.30	0.57	-	C	4.80	2.40	0.50	B	4.85	0.45	10.78	D
20	Rectangular	3.50	-	4.50	0.78	-	B	2.50	2.50	1.00	A	4.10	0.40	10.25	D
21	Rectangular	3.50	-	5.00	0.70	-	B	4.50	2.50	0.44	B	4.55	0.45	10.11	D
22	Forma en "C"	1.80	1.50	8.50	0.21	0.18	D	2.50	2.50	1.00	A	8.10	0.40	20.25	D
23	Forma en "C"	2.20	1.00	9.00	0.24	0.11	D	2.10	2.10	1.00	A	8.55	0.45	19.00	D
24	Rectangular	3.60	-	6.30	0.57	-	C	2.10	2.10	1.00	A	5.90	0.40	14.75	D
25	Forma en "L"	4.00	4.00	10.90	0.37	0.37	D	4.30	2.15	0.50	B	3.55	0.45	7.89	D
26	Rectangular	3.50	-	9.30	0.38	-	D	4.85	2.40	0.51	B	8.85	0.45	19.67	D
27	Rectangular	4.00	-	7.00	0.57	-	C	4.70	2.60	0.45	B	6.55	0.45	14.56	D
28	Rectangular	3.60	-	7.00	0.51	-	C	4.00	2.00	0.50	B	6.55	0.45	14.56	D
29	Rectangular	4.00	-	6.50	0.62	-	B	4.20	2.10	0.50	B	6.05	0.45	13.44	D
30	Rectangular	4.50	-	10.00	0.45	-	C	5.00	2.70	0.46	B	9.55	0.45	21.22	D

Anexo 16.04: Tabla de cálculo de Índice de Vulnerabilidad Normalizado

Ubicación según Microzonificación sísmica	N° de Vivienda	Ubicación	Configuración en Planta	Área en Planta (m2)	Altura Promedio (m)	Parámetros											Iv	Iv normalizado
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	1	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	49.50	3.00	C	B	C	C	D	C	A	D	D	A	D	236.25	61.76
1	2	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	14.40	2.10	C	B	A	D	B	B	A	D	D	A	D	163.75	42.81
1	3	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	32.18	2.40	C	B	B	C	C	B	B	D	C	C	C	182.50	47.71
1	4	Av. Leoncio Prado	Rectangular	40.00	2.75	C	B	C	B	C	B	B	D	A	C	C	157.50	41.18
1	5	Calle 02	Rectangular	25.20	2.20	D	C	B	C	B	C	A	D	B	A	C	146.25	38.24
1	6	Calle 02	Rectangular	17.20	2.20	D	C	A	C	D	A	A	D	B	A	C	166.25	43.46
1	7	Av. Leoncio Prado	Rectangular	50.00	2.50	C	B	C	C	D	C	B	D	D	C	C	227.50	59.48
1	8	Av. Leoncio Prado	Rectangular	50.00	2.80	C	B	C	C	C	C	B	D	D	C	B	177.50	46.41
1	9	Calle 03	Forma en "L"	90.00	2.65	C	C	B	B	C	D	B	D	B	B	B	111.25	29.08
1	10	Calle los Jardines	Rectangular	39.00	2.00	C	B	C	B	B	D	B	D	C	C	B	142.50	37.25
1	11	Av. S/N	Rectangular	49.50	2.10	C	B	C	C	D	C	B	D	C	C	D	227.50	59.48
1	12	Av. S/N	Forma en "C"	84.00	3.00	C	C	C	C	B	C	B	D	D	C	D	212.50	55.56
1	13	Calle los Jardines	Rectangular	24.00	2.40	D	B	C	D	D	B	B	D	C	C	D	257.50	67.32
1	14	Av. S/N	Forma en "C"	36.00	2.40	D	C	B	C	D	D	B	D	D	C	D	257.50	67.32
1	15	Calle los Jardines	Forma en "L"	99.00	2.20	B	C	B	B	B	D	B	D	A	B	A	66.25	17.32
2	16	Calle los Jardines	Rectangular	62.74	2.20	C	B	C	C	D	C	B	D	C	C	D	227.50	59.48
2	17	Acceso al estadio	Rectangular	24.00	2.20	B	B	B	D	B	B	B	D	D	C	C	147.50	38.56
2	18	Av. Leoncio Prado	Rectangular	28.35	2.50	C	B	C	B	B	C	B	D	A	B	A	96.25	25.16
2	19	Av. Leoncio Prado	Rectangular	15.90	2.40	C	B	C	D	D	C	B	D	C	C	C	222.50	58.17
2	20	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	15.75	2.50	D	C	B	D	D	B	A	D	C	A	D	221.25	57.84
2	21	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	17.50	2.25	D	B	B	D	D	B	B	D	C	C	C	207.50	54.25
2	22	Carretera Rancho-Panao	Forma en "C"	28.05	2.50	D	C	B	C	D	D	A	D	D	A	D	246.25	64.38
2	23	Carretera Rancho-Panao	Forma en "C"	28.80	2.10	D	C	B	C	D	D	A	D	D	A	C	226.25	59.15
2	24	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	22.68	2.10	D	B	B	C	D	C	A	D	C	A	D	211.25	55.23
2	25	Carretera Rancho-Panao	Forma en "L"	59.60	2.15	C	C	D	C	B	D	B	D	C	C	C	212.50	55.56
2	26	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	32.55	2.43	D	C	C	C	B	D	B	D	D	C	C	227.50	59.48
2	27	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	28.00	2.35	D	B	C	D	D	C	B	D	D	C	D	287.50	75.16
2	28	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	25.20	2.00	D	B	C	D	D	C	B	D	D	C	D	287.50	75.16
2	29	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	26.00	2.10	B	B	B	B	C	B	B	D	B	C	B	77.50	20.26
1	30	Carretera Rancho-Panao	Rectangular	45.00	2.50	D	C	C	D	D	C	B	D	D	C	D	292.50	76.47

Anexo 16.05: Tabla general de Nivel de Vulnerabilidad

Ubicación según Microzonificación sísmica	N° de Vivienda	Configuración en Planta	Parámetros											Iv	Iv normalizado	Nivel de Vulnerabilidad
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	1	Rectangular	C	B	C	C	D	C	A	D	D	A	D	236.25	61.76	Alto
1	2	Rectangular	C	B	A	D	B	B	A	D	D	A	D	163.75	42.81	Alto
1	3	Rectangular	C	B	B	C	C	B	B	D	C	C	C	182.50	47.71	Alto
1	4	Rectangular	C	B	C	B	C	B	B	D	A	C	C	157.50	41.18	Alto
1	5	Rectangular	D	C	B	C	B	C	A	D	B	A	C	146.25	38.24	Medio
1	6	Rectangular	D	C	A	C	D	A	A	D	B	A	C	166.25	43.46	Alto
1	7	Rectangular	C	B	C	C	D	C	B	D	D	C	C	227.50	59.48	Alto
1	8	Rectangular	C	B	C	C	C	C	B	D	D	C	B	177.50	46.41	Alto
1	9	Forma en "L"	C	C	B	B	C	D	B	D	B	B	B	111.25	29.08	Medio
1	10	Rectangular	C	B	C	B	B	D	B	D	C	C	B	142.50	37.25	Medio
1	11	Rectangular	C	B	C	C	D	C	B	D	C	C	D	227.50	59.48	Alto
1	12	Forma en "C"	C	C	C	C	B	C	B	D	D	C	D	212.50	55.56	Alto
1	13	Rectangular	D	B	C	D	D	B	B	D	C	C	D	257.50	67.32	Alto
1	14	Forma en "C"	D	C	B	C	D	D	B	D	D	C	D	257.50	67.32	Alto
1	15	Forma en "L"	B	C	B	B	B	D	B	D	A	B	A	66.25	17.32	Bajo
2	16	Rectangular	C	B	C	C	D	C	B	D	C	C	D	227.50	59.48	Alto
2	17	Rectangular	B	B	B	D	B	B	B	D	D	C	C	147.50	38.56	Medio
2	18	Rectangular	C	B	C	B	B	C	B	D	A	B	A	96.25	25.16	Medio
2	19	Rectangular	C	B	C	D	D	C	B	D	C	C	C	222.50	58.17	Alto
2	20	Rectangular	D	C	B	D	D	B	A	D	C	A	D	221.25	57.84	Alto
2	21	Rectangular	D	B	B	D	D	B	B	D	C	C	C	207.50	54.25	Alto
2	22	Forma en "C"	D	C	B	C	D	D	A	D	D	A	D	246.25	64.38	Alto
2	23	Forma en "C"	D	C	B	C	D	D	A	D	D	A	C	226.25	59.15	Alto
2	24	Rectangular	D	B	B	C	D	C	A	D	C	A	D	211.25	55.23	Alto
2	25	Forma en "L"	C	C	D	C	B	D	B	D	C	C	C	212.50	55.56	Alto
2	26	Rectangular	D	C	C	C	B	D	B	D	D	C	C	227.50	59.48	Alto
2	27	Rectangular	D	B	C	D	D	C	B	D	D	C	D	287.50	75.16	Alto
2	28	Rectangular	D	B	C	D	D	C	B	D	D	C	D	287.50	75.16	Alto
2	29	Rectangular	B	B	B	B	C	B	B	D	B	C	B	77.50	20.26	Medio
1	30	Rectangular	D	C	C	D	D	C	B	D	D	C	D	292.50	76.47	Alto