



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Evaluación de Vulnerabilidad Estructural y Propuesta de Diseño
Sismorresistente de Viviendas de Albañilería Confinada en el
Sector Central del Distrito de El Porvenir – Trujillo”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Alva Arteaga, Rayner Antonio (ORCID: 0000-0002-6275-6597)

García Chinchay, José Odarmix (ORCID: 0000-0001-6445-179X)

ASESOR:

Ing. Sánchez Pinedo, Luis Manuel (ORCID: 0000-0002-4598-9145)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A vuestros padres por todo el apoyo brindado,
pero sobre todo por ser ese motor y motivo
para lograr esta importante meta para
nuestra vida profesional.

A Daneli, por el apoyo incondicional.

A vuestros hermanos por todas
las alegrías y momentos vividos.

Agradecimiento

A Dios por ser nuestra fortaleza y guía
para nuestra formación humanitaria,
a nuestros docentes por ser parte
importante de nuestra formación profesional.

A nuestros asesores, Luis, Alan y
Marlon que han desarrollado un papel
muy importante en nuestra formación
profesional, mas ahora dada la
coyuntura que actualmente vivimos.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	1
Abstract	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y Operacionalización	21
3.3. Población muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS	24
4.1. Evaluación del índice de vulnerabilidad	24
4.1.1. Evaluación de parámetros según su clase.....	25
4.1.2. Grado de vulnerabilidad estructural	35
4.1.3. Evaluación del parámetro predominante	37
4.2. Diseño arquitectónico	39
4.2.1. Entorno urbano.....	39
4.2.2. Descripción arquitectónica	40
4.2.3. Criterios arquitectónicos para el diseño.....	40
4.3. Análisis sismorresistente	43
4.3.1. Generalidades	43
4.3.2. Estructuración y Predimensionamiento	44
4.3.2.4.1. Espesor efectivo del muro.....	46
4.3.2.4.2. Esfuerzo axial máximo	46
4.3.2.4.3. Densidad de muro	47
4.3.2.5.1. Vigas solera.....	49

4.3.2.5.2. Elementos de confinamiento vertical	49
4.3.3. Metrado de cargas y peso total de la estructura	50
4.3.4. Modelamiento estructural.....	50
4.3.4.1.1. Factor de zonificación	51
4.3.4.1.2. Condiciones geotécnicas	52
4.3.4.1.3. Parámetros de sitio	52
4.3.4.1.4. Factor de amplificación sísmica.....	52
4.3.4.1.5. Factor de importancia.....	52
4.3.4.1.6. Sistema estructural.....	52
4.3.5. Análisis dinámico.....	54
4.4. Diseño y análisis estructural.....	59
4.4.1. Diseño de muro de albañilería	59
4.4.2. Diseño de losa aligerada.....	67
4.4.3. Diseño de placas.....	70
4.4.4. Diseño de cimentación	71
V. DISCUSIÓN	74
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS	84

Índice de tablas

Tabla 1	Parámetro y escala matemática de vulnerabilidad estructural	24
Tabla 2	Rango del grado de vulnerabilidad estructural.....	24
Tabla 3	Contabilidad de clases por parámetro de cada vivienda	40
Tabla 4	Valor predominante de cada parámetro en función al peso y clase de todas las viviendas.	41
Tabla 5	Identificación de las características del suelo considerado	46
Tabla 6	Esfuerzo axial que aporta cada muro confinado	49
Tabla 7.	Factores sísmicos y de resistencia	50
Tabla 8.	Densidad de muros en dirección XX.....	50
Tabla 9.	Densidad de muros en dirección YY.....	51
Tabla 10.	Metrado de cargas.....	52
Tabla 11	Densidad de muros en dirección YY.....	56
Tabla 12	Valores del (T vs C) y (T vs Sa) para cada periodo	57
Tabla 13	Periodos y masas participativas de los modos de vibración	59
Tabla 14.	Periodos fundamentales de vibración que gobiernan en XX.....	59
Tabla 15.	Periodos fundamentales de vibración que gobiernan en YY	59
Tabla 16.	Derivas máximas y ratio de torsión en planta en dirección XX.....	60
Tabla 17.	Derivas máximas y ratio de torsión en planta en dirección YY.....	60
Tabla 18.	Fuerza cortante estático vs dinámico	61
Tabla 19.	Expresiones para el diseño de muros de albañilería.....	63
Tabla 20.	Carga axial, cortantes y momentos por sismo moderado en dirección XX	63
Tabla 21.	Carga axial, cortantes y momentos por sismo moderado en dirección YY.	64
Tabla 22.	Diseño de muros por figuración - sismo moderado en dirección “XX” y “YY”.	65
Tabla 23.	Resistencia total al corte del edificio vs cortante generado por sismo severo.....	66
Tabla 24.	Verificación de la resistencia al corte de cada muro “XX” y “YY”.	66
Tabla 25.	Factores de reducción y características del material.	67
Tabla 26.	Carga vertical aplicada directamente al muro	67
Tabla 27.	Esfuerzos en la columna de confinamiento.....	68
Tabla 28.	Sección requerida y refuerzo en los elementos de confinamiento vertical.	69
Tabla 29.	Refuerzo en los elementos de confinamiento horizontal.	70
Tabla 30.	Metrado de cargas para el análisis y diseño del aligerado	71
Tabla 31.	Metrado de cargas para el análisis y diseño del aligerado.....	72
Tabla 32.	Tabla 32. Datos generales empleados en el diseño	75
Tabla 33.	Diseño del acero.	75

Índice de gráficos

Gráfico 1: Resultados del parámetro: conformación de sistema resistente.....	26
Gráfico 2: Resultados del parámetro: importancia de sistema resistente según su clase	27
Gráfico 3: Resultados del parámetro resistencia habitual según su clase	29
Gráfico 4: Resultados del parámetro ubicación de la edificación y cimentación según su clase	30
Gráfico 5: Resultados del parámetro forma de diafragma horizontal según su clase.	31
Gráfico 6: Resultados del parámetro estructuración en planta según su clase	33
Gráfico 7: Resultados del parámetro espaciamiento entre muros y/o columnas según su clase	35
Gráfico 8: Resultados del parámetro espaciamiento entre muros y/o columnas según su clase	36
Gráfico 9: Resultados del parámetro espaciamiento entre muros y/o columnas según su clase	37
Gráfico 10: Resultados del parámetro espaciamiento entre muros y/o columnas según su clase	38
Gráfico 11: Grado de vulnerabilidad de cada vivienda evaluada	38
Gráfico 12: Cantidad de viviendas según la vulnerabilidad existente en el sector central 2, Distrito de El Porvenir	39
Gráfico 13: Porcentaje de vulnerabilidad existente en las viviendas en el sector central 2, Distrito de El Porvenir	39
Gráfico 14: Parámetro predominante del grado de vulnerabilidad de las viviendas del sector central 2 del Distrito de El Porvenir – Trujillo	41

Índice de figuras

Figura 1 Viviendas de la albañilería de la zona de estudio.	27
Figura 2 Entorno urbano de la zona en estudio.	39
Figura 3: Corte arquitectónico C-C y elevación principal.	45
Figura 4: Corte arquitectónico A-A.	45
Figura 5: Corte arquitectónico B-B.	45
Figura 6: Distribución típica del primer nivel.	46
Figura 7: Estructuración en planta.	49
Figura 8: Modelo espectral de la estructura.	55
Figura 9: Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración	60
Figura 10: Sección típica de losas aligeradas.	72
Figura 11: Análisis y diagrama de momentos últimos.	73
Figura 12: Presiones sobre el terreno de apoyo producto de las cargas de gravedad (CM + CV).....	78

Resumen

En la actualidad dado el crecimiento de la población y ante la necesidad de una vivienda por diversos factores, se prefiere muchas veces construir, ampliar y/o remodelar la edificación, sin embargo, no se toman las consideraciones necesarias respecto al tema estructural y se hace caso omiso a las características físicas de la edificación, suelo, entorno y diseño para los cuales estuvo predestinado; teniendo así edificaciones con un alto grado de vulnerabilidad estructural frente a un sismo. El presente informe está enfocado a la evaluación de vulnerabilidad estructural y una propuesta de diseño sismorresistente para viviendas de albañilería confinada en el sector central 2 del Distrito de El Porvenir-Trujillo, mediante la metodología del grado de vulnerabilidad estructural de Benedetti-Petrini. Dicho método, consiste en la evaluación de once parámetros los cuales tienen un valor y relevancia para su calificación. Además, se plantea un diseño arquitectónico el cual fue elaborado mediante criterios urbanísticos de la zona de estudio para posteriormente analizarlo y estructurarlo mediante los programas de diseño tales como Etabs y Safe. Los resultados obtenidos fueron a través de la evaluación de 40 viviendas y el análisis pseudotridimensional de la arquitectura planteada el mismo que se diseñó con criterios estructurales solicitados por las normas E0.30 y E0.70. De la zona en estudio se determinó que el 73% de las viviendas presenta un grado de vulnerabilidad estructural alta y el 27% de ellas un grado de vulnerabilidad media. Así mismo se identificó el parámetro predominante que amplifica la vulnerabilidad estructural de las viviendas, es debido a la resistencia habitual, presentando un 34.03% más de importancia debido a la baja densidad que poseen los muros resistentes.

Palabras clave: Vulnerabilidad, albañilería y sismo.

Abstract

Currently, given the growth of the population and given the need for housing due to various factors, it is often preferred to build, expand and / or remodel the building, however, the necessary considerations regarding the structural issue are not taken and case is paid. Disregard the physical characteristics of the building, soil, environment and design for which it was predestined; thus, having buildings with a high degree of structural vulnerability to an earthquake.

This report is focused on the assessment of structural vulnerability and a seismic resistant design proposal for masonry houses confined in the central sector 2 of the El Porvenir District of the city of Trujillo, using the Benedetti-Petrini vulnerability index method. This method consists of the evaluation of eleven parameters which have a value and relevance for their qualification, which will later be indicators of the degree of vulnerability to a seismic event. In addition, an architectural design is proposed which was elaborated using urban criteria of the study area to later analyze and structure it through design programs such as Etabs and Safe.

The results obtained were through the evaluation of 40 dwellings and the pseudo-three-dimensional analysis of the proposed architecture, which was designed with structural criteria requested by standards E0.30 and E0.70; It was determined that 73% of the houses have a high degree of vulnerability and 27% of them have a medium degree of vulnerability. Likewise, it was established that the predominant parameter in the degree of vulnerability of the dwellings is the usual resistance, represented by 34.03% of all the parameters evaluated, because this parameter is a function of the resistance, mass per level and ductility that they provide the bearing walls as well as seismic parameters, such as: seismic zoning, importance and soil profile.

Keywords: Vulnerability, masonry and earthquake.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el Perú, carece de información estadística sobre los estudios de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales de la costa (INEI, 2013), las cuales han sido construidas sin el mando técnico ni control de calidad de sus materiales; esto ocurre debido al constante aumento desordenado de la población generando así un nuevo incremento de edificaciones, de las cuales, en la zona costera, el sistema predominante es la albañilería confinada. Asimismo, el Perú, al igual que Chile, México o Japón están expuestos a recibir grandes movimientos telúricos ya que están ubicadas en una zona con alto nivel de actividad sísmica, esta concentración de sismos se debe a que ambos países se encuentran dentro del Cinturón del Fuego del Pacífico característica que se debe a la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana mediante un proceso denominado subducción. (PREDES, 2016)

Actualmente los sismos más importantes que han sucedido en la costa peruana fueron: en la ciudad de Chimbote a 44 kilómetros al suroeste el 31 de mayo de 1970, en la ciudad Lima el 03 de octubre de 1974 y el último sismo registrado ocurrió a 60 kilómetros del mar al oeste de la ciudad de Pisco el 15 de agosto de 2007, sismo que tuvo una magnitud de 7.9 Mw, consecuencia que obtuvo 596 muertos y 434614 damnificados siendo 139521 viviendas dañadas por el sismo, de las cuales los departamentos más afectados fueron Ica, Lima, Huancavelica, Ayacucho y Junín, según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2011). Por consiguiente, los sismos de gran intensidad afectarán nuevamente las ciudades costeras de acuerdo a las investigaciones hechas por el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2018).

El sismo de Ica ocurrido el 15 de agosto de 2007, se rescata que los daños que recibieron las viviendas de dicho departamento fue causado no solo por el movimiento telúrico, así como indica el reporte de INDECI (2011, p.79); sino que también aquellas viviendas que colapsaron no obtuvieron un buen diseño sísmico estructural, por construirse en suelos blandos y por falta de adecuadas técnicas constructivas. Éstas fallas estructurales que se presentaron posteriormente se relacionan directamente a la falta de dirección técnica en la construcción de múltiples viviendas, quedando expuestas a las consecuencias de una de las falacias

más comunes y repetidas de la manera en que se edifica en nuestro país, conocida como autoconstrucción, práctica que ha generado en una mala costumbre al edificar debido a que nunca han pasado por un proceso administrativo y/o técnico para la obtención de una licencia de edificación y tampoco son construidas bajo el mando de un profesional.

Por ello, el hábito de la autoconstrucción en nuestro país, lugar con alta actividad sísmica, supone buscar alternativas de solución que permitan disminuir la fragilidad y fallas estructurales de las edificaciones construidas y futuras; esto con el fin de evitar colapsos ante la llegada de cualquier sismo. De tal forma este estudio se enfocará en la práctica de una metodología que permitirá tener un adecuado diseño estructural con criterio sísmico para viviendas futuras de mampostería confinada de la zona en estudio, lugar caracterizado por encontrarse en una zona 4 donde la aceleración máxima del suelo toma el 45% de la gravedad, con una probabilidad del 10% de que pueda suceder un sismo severo en el rango de 50 años, cuyo sismo abarca 475 años de un periodo de retorno, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2018).

En el ámbito local respecto a lo expuesto con anterioridad y asociando íntimamente a la evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones informales en el sector 2 del distrito de El Porvenir; sucede que la población en la ciudad de Trujillo aumentó con el pasar de los años y ante la falta de un planeamiento urbano actual hubo un crecimiento muy desordenado. De tal forma, que las poblaciones con menores recursos económicos tienden a edificar sus viviendas con presupuestos muy reducidos sin tomar en cuenta una dirección técnica profesional para el diseño y ejecución, tampoco cumplen con el control de calidad de los materiales utilizados en sus viviendas. Lo que conlleva en su gran mayoría tener construcciones con alto rango de vulnerabilidad sísmica, provocando el riesgo a las personas que habitan en ella.

Debido a lo mencionado, en esta investigación surge la necesidad de conocer mediante una evaluación de vulnerabilidad sísmica el estado de las edificaciones autoconstruidas del barrio 2 del distrito de El Porvenir. Para determinar el nivel de

vulnerabilidad, existen varios métodos aplicables a diferentes condiciones en las que se encuentran las viviendas; de tal forma que en esta investigación de análisis se ha optado por el método cualitativo italiano conocido como índices de vulnerabilidad sísmica de Benedetti - Petrini, el cual consta de once parámetros enfocados a la realidad de la zona en estudio y es aplicable a edificaciones de albañilería confinada.

El interés de realizar esta investigación radica en conocer y tener mayor acercamiento a la realidad estructural que existe en las edificaciones autoconstruidas de la zona en estudio que permitirá a la vez realizar un sistema o prototipo estructural para construcciones futuras bajo el mando técnico de las normas peruanas en base a viviendas típicas de albañilería confinada. Asimismo, los resultados de la presente investigación servirán para que las autoridades de turno o población tomen las medidas de mitigación correspondiente.

Después de identificar la realidad problemática que afrontamos, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo evaluar la vulnerabilidad estructural y diseñar un prototipo sismorresistente de viviendas de albañilería confinada en el sector central 2 del distrito de El Porvenir-Trujillo?

El presente estudio nos conlleva a que el método de Benedetti-Petrini determinara el grado de vulnerabilidad estructural y la necesidad de diseñar un prototipo sismorresistente de viviendas de albañilería confinada en el sector central 2 del distrito de El Porvenir-Trujillo.

Es por ello que, frente a esta problemática, la hipótesis de la investigación a presentar; aun es implícita y se verificará con los datos finales del grado de vulnerabilidad estructural que presentan las viviendas en estudio.

Esta investigación se justifica por las siguientes razones:

Justificación Teórica; este estudio se realiza con el propósito de ampliar conocimientos existentes acerca de la evaluación de vulnerabilidad sísmica, cuyos resultados podrán sistematizarse como propuesta para realizar un diseño

estructural de albañilería confinada con criterio sísmico ya que esto mejoraría el comportamiento estructural de las edificaciones futuras.

Justificación Metodológica; el presente estudio es no experimental y descriptivo simple porque se emplea una metodología conocida como la de Benedetti-Petrini, la cual permite evaluar el índice o estado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas mediante once parámetros que básicamente están en relación con las características del sitio, arquitectura, estructuración, calidad de los materiales y procesos constructivos.

Justificación Técnico; en esta investigación se tiene en consideración los parámetros sísmicos ya que ayudan a identificar el peligro en la zona en estudio; para ello se hace un reconocimiento de la zonificación urbana, perfil de suelo, amplificación sísmica y el coeficiente de reducción de fuerza sísmica para el sistema de albañilería confinada. Asimismo, se emplea el programa informático Google earth, el software innovador AutoCAD, Excel, Etabs y Safe.

Justificación Social; este estudio tiene un enfoque de asegurar las construcciones futuras de albañilería confinada en el sector 2 del Distrito de El Porvenir-Trujillo, ante la llegada de cualquier evento sísmico de gran magnitud.

Finalmente, para dar solución a la problemática antes mencionada; esta investigación tiene el propósito de evaluar la vulnerabilidad estructural y propuesta de diseño sismorresistente de viviendas de albañilería confinada en el sector central 2 del distrito de El Porvenir-Trujillo. Lograremos este objetivo siguiendo una secuencia de objetivos específicos, las cuales son:

- Determinar el grado de la vulnerabilidad estructural mediante el método de Benedetti-Petrini.
- Determinar el parámetro predominante que amplifica el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas de albañilería confinada del sector central 2 Distrito de El Porvenir.

- Realizar el diseño del prototipo arquitectónico para futuras viviendas de albañilería confinada.
- Realizar el análisis sísmico y diseño estructural del prototipo arquitectónico para las futuras viviendas de albañilería confinada bajo el mando técnico de las normas vigentes.

II. MARCO TEÓRICO

Para alcanzar una mejor comprensión y entendimiento respecto al tema de investigación, existen diferentes fuentes como artículos y tesis de naturaleza internacional, nacional y local tratando de fundamentar el contexto argumentado con anterioridad, como el de:

Guardiola y Basset (2015), en su proyecto de investigación titulada “Escenarios del riesgo sísmico del distrito del Eixample de la ciudad de Valencia”, tuvieron como objetivo, examinar el riesgo para pronosticar los daños en edificios ante la llegada del sismo un significativo, misma que servirá como instrumento de planes para la actuación ante un evento. Para determinar la vulnerabilidad sísmica los autores usaron el método conocido como el índice de vulnerabilidad lo cual determinaron mediante su tipología estructural, estado de conservación, geometría y tiempo de construcción la muestra fue comprendida por las edificación más vulnerables de la zona en estudio; es por ello que los resultados obtenidos afirman que el índice de vulnerabilidad es íntimamente elevada, mientras que el riesgo sísmico a un es apreciable, no obstante en relación de pérdidas poblacionales, sino que también se generarían pérdidas económicas y materiales; por otro lado, las estructuras de uso residencial que necesitan ser reparadas principalmente son las de mampostería ya que para un evento inesperado con intensidades de 6,7 ó 7.5, el daño sería del 25, 57 y 82% para dichas estructuras.

Ramírez et al. (2020), realizó un proyecto de investigación denominada “Evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica a escala territorial en albañilería y viviendas de adobe mediante indicadores rápidos de vulnerabilidad; el caso de Tlajomulco, México”, cuyo objetivo fue proporcionar diferentes escenarios de daño sísmico a escala territorial al correlacionar la clase de vulnerabilidad y el nivel de daño esperado mediante la intensidad sísmica. La metodología fue organizada mediante el índice de vulnerabilidad usando nueve parámetros en lugar de once. La muestra fue comprendida por cuatro tipologías de viviendas, adobe, mampostería confinada, mampostería no reforzada y mal confinada. En los resultados se obtuvo que para una intensidad de VI, 2583 viviendas tienen una vulnerabilidad alta y muy alta la cual necesitaría un daño reparable importante; para una intensidad de VII, los daños

son mayores a 1600 viviendas de mampostería confinada, mampostería no reforzada y un colapso de 983 viviendas de adobe, mientras que para una intensidad de VIII se registra un daño importante de 12417 viviendas y con una pérdida de 2583 casas de adobe, mampostería mal confinados y sin refuerzo; así mismo se identificó que una intensidad igual o mayor a IX, probablemente colapsarían todos los viviendas de estudio.

Garcés (.2017), realizó una investigación denominada “Estudio de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos niveles de albañilería confinada en el barrio San Judas Tadeo II de la ciudad de Santiago de Cali”, cuyo fin fue construir los grados de fragilidad sísmica en las edificaciones de hasta dos niveles, operando los lineamientos establecidos en la Norma actual NSR 10, mitigando y salvaguardando vidas como bienes frente a cualquier intensidad moderada. El autor empleó un método cualitativo conocido como el índice de vulnerabilidad sísmica, lo cual está gobernado por once parámetros; así mismo la muestra fue comprendida por 30 edificaciones, principalmente de 1 y 2 pisos de la misma zona en estudio. En esta investigación el autor concluye que el 65.4% de las edificaciones en estudio muestran una vulnerabilidad alta mientras que un 14.23% de viviendas tienen una vulnerabilidad media, teniendo como vulnerabilidad baja un 20.38” de viviendas.

Campodónico (2017), en su tesis titulada “Evaluación de los problemas y configuraciones estructurales en edificaciones autoconstruidas en la comunidad urbana Autogestionaria de Huaycán, Ate, Lima, 2017”, cuyo logro fue determinar el estilo de configuración estructural y posición de edificaciones informales y existentes en la zona de estudio. La muestra fue comprendía por 36 edificaciones del lugar en estudio, así mismo se realizó una encuesta como recolección de datos. dicha evaluación permitió identificar que casi el 97% de viviendas son construidas con una arquitectura y estructura sencilla, esto significa que el dueño de propiedad no ha tenido un plan de diseño, por otro lado principal es que el 89% de la población encuestada considera que la estructura de su vivienda soportaría cualquier llegada sísmica, materialidad que dirige al propietario a seguir construyendo verticalmente sin el conocimiento de un análisis y diseño sísmico estructural; mientras que el 86% de edificaciones tuvieron una construcción informal, es decir sin el mando técnico

profesional. El autor concluye que las edificaciones tienen una configuración asimétrica en su estructura, con la presencia de esquinas entrantes y una irregularidad de discontinuidad en altura.

Alva (.2016), en su investigación denominada “Evaluación entre la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de edificaciones en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del Distrito de Independencia, Lima”; tuvo como finalidad fue hallar la relación existente del factor estructura de la vivienda y el grado de fragilidad sísmica de las propias edificaciones del lugar en estudio. El autor usó el método del grado de vulnerabilidad de Benedetti - Petrini, la cual califica mediante once parámetros relacionados a la realidad estructural de cada vivienda informal. La muestra fue comprendida por 40 viviendas de la zona en estudio. Como resultado el autor obtuvo que más del 50% de las edificaciones contemplan un índice de vulnerabilidad alto la cual necesitan de algún tipo de reparación estructural, por otro lado, casi el 82.5% de edificaciones presentan un nivel medio de vulnerabilidad, mientras se determinó que aproximadamente el 30% sería la representación de relación directa del factor estructural entre el grado de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones en laderas.

Chocce y Huacho (2015), realizaron una investigación para determinar las fallas, el nivel de vulnerabilidad, peligro como riesgo sísmico de las edificaciones de albañilería confinada en el distrito de Huayllay Grande - Angaraes - Huancavelica”, cuyo propósito fue identificar los niveles de vulnerabilidad, como el peligro y el riesgo sísmico que muestran las edificaciones en estudio. Su metodología de recolección fue mediante una ficha técnica en base a las principales características de ubicación, arquitectura, estructuración y el tipo de construcción de cada edificación. La muestra fue comprendida por 42 viviendas de la zona en estudio. Los autores determinaron un diagnóstico donde se explica que más del 10% de edificaciones poseen un bajo nivel de vulnerabilidad sísmica, mientras que aproximadamente el 88% y 2% de las estructuras poseen un nivel medio y alto de vulnerabilidad. Asimismo, detectaron que casi todas las viviendas diagnosticadas brindan un peligro sísmico medio, mientras que un 98% y 2% de las edificaciones estudiadas

poseen un riesgo significativo medio y alto a la vez, esto significa que ante la llegada de un sismo las fallas o daños se ocasionarían en los muros de albañilería.

Laucata (2013), quien realizó una investigación denominada "Evaluación de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo", con el fin de realizar un análisis de vulnerabilidad en edificaciones de mampostería confinada para luego proporcionar una solución ante el riesgo sísmico. Para conocer el riesgo sísmico, como método el autor identificó la forma de construcción, características y errores en la arquitectura de cada vivienda en estudio. La muestra fue comprendida por 30 viviendas de la misma zona mencionada. Se logró determinar que las edificaciones informales poseen un alto grado de riesgo sísmico producto de la vulnerabilidad en los procesos constructivos, configuración arquitectónica y control de materiales.

Contreras y Medina (2017), realizaron un estudio denominado "Evaluación de la fragilidad sísmica en edificaciones de albañilería confinada aplicando un estudio geotécnico y sísmico en la urb. La Rinconada del distrito de Trujillo - La Libertad", con el fin de evaluar la vulnerabilidad que presentan las edificaciones en estudio desde el enfoque geotécnico y sísmico. Los autores utilizaron una metodología simple que consiste en realizar levantamientos arquitectónicos actuales y realizar ensayos sobre el tipo de suelo, logrando identificar las circunstancias del terreno o zona en estudio, reconocer si hubo mando técnico en la construcción y tener conocimiento sobre el tipo y calidad de los materiales empleados en cada elemento resistente. En esta investigación la muestra fue comprendida por 30 viviendas de la misma zona en estudio. Los autores determinaron que la zona investigada tiene una desventaja en tener un alto nivel de vulnerabilidad debido a la forma de construcción de las edificaciones que en su mayoría son informales. Así mismo se determinó que el lugar de estudio presenta un suelo potencial para cualquier construcción; en conclusión, se identificó que las viviendas tenían un 73% de riesgo sísmico, causado principalmente por poca densidad de muros haciendo que la vivienda tenga un mal comportamiento estructural ante cualquier evento sísmico provocado por la misma naturaleza.

Chaves y Reátegui (2019) realizaron una investigación titulada “Identificación de fallas estructurales en edificaciones de albañilería confinada ante un evento sísmico en el Balneario de Buenos Aires Sur, Trujillo”, cuyo objetivo fue determinar la presencia de fallas estructurales en edificaciones confinadas ante los movimientos sísmicos. Los autores usaron una metodología de recolección simple mediante fichas técnicas relacionadas al ámbito real de la zona en estudio. La muestra fue conformada por 43 manzanas y 377 lotes. Los investigadores determinaron que más del total de edificaciones de este Balneario se verán afectadas ante la llegada de un sismo producto de la inadecuada resistencia de los muros confinados, de tal forma que el 73% de viviendas fallarían por falta de la junta de dilatación entre viviendas colindantes; mientras que el 77% de viviendas fallarían debido al mal arrostramiento de los tabiques en los voladizos. Sin embargo, de acuerdo a la falla por vibración brusca de rigidez lateral, el 28% se debe a forma asimétrica de los muros elevados, mientras que un 49% se debe a flexión del apoyo que sostiene a los tanques elevados. Sin embargo, se pudo aclarar que las fallas más significativas que se presentarán ante la llegada sísmica, las cuales son; fallas por falta de resistencia de los muros confinados, falla por golpeo entre estructuras vecinas, fallas producidas por tabiques en voladizos y falla brusca por vibración de rigidez.

Así como los diferentes artículos, revistas y tesis nos permiten entender mejor el enfoque al que está orientado este proyecto, a continuación, se definirán conceptos de información sobre las actividades que se realizarán, así nos facilitarán la comprensión de terminologías utilizadas en esta investigación. A pesar de ello, para definir la zona de estudio, se tuvo que visitar los distintos distritos considerando todos los aspectos ya enunciados. Puesto que el distrito seleccionado fue el Porvenir, por presentar una mayor vulnerabilidad frente a cualquier evento sísmico. Para tener mejor reconocimiento del tema de investigación a realizar es necesario definir teorías, así como:

Los sismos son oscilaciones o movimientos que ocurren sobre el manto terrestre, es decir son ondas liberadas desde el núcleo central de la tierra, producidas principalmente por súbita liberación de energía acumulada por el constante movimiento de las placas tectónicas. Es por ello que cuando las ondas sísmicas

llegan a la corteza terrestre, efectivamente pone en riesgo a zonas construidas o pobladas por el hombre, sin embargo, a estos fenómenos se les denomina como peligros o daños originados por la propia naturaleza. Si el sacudimiento es pequeño, a esto se denomina temblor y de forma local, pero si el movimiento es grande, a esto se le conoce como terremoto o macro sismo; mientras que un maremoto ocurre cuando el terremoto está localizado en el fondo del mar, producto que puede generar un Tsunami las que a su vez viajan a una velocidad mucho mayor a 900 Km/m. (Gómez, 2007, p. 11)

Por otro lado, las ondas Sísmicas Son producidas por la liberación de la energía acumulada en el interior de la tierra y según la velocidad que produce el sismo se generarán diversos tipos de ondas, como, por ejemplo; las ondas que se generan en el sitio de rotura que engloban las ondas P (primarias o dilatación), se les denomina ondas de cuerpo, estas a su vez producen desplazamientos en gran porción de moléculas que se trasladan en el mismo sentido de la onda de cuerpo. Mientras que las ondas secundarias u de corte (S), solo generan movimientos de partículas en sentido perpendicular al sentido de propagación de las ondas S. Por otro lado, existen las ondas de superficie, producidas por aquellas ondas que son reflejadas desde el interior de la tierra, dentro de esta se encuentran las ondas de Rayleigh (R) y Love (L); siendo las ondas Love gobernadas por el movimiento horizontal y transversal en el sentido de propagación; sin embargo, las ondas Rayleigh son aquellas que conducen movimientos circulares casi iguales a las olas del mar. Por ende, la extensión o amplitud de ondas tiende a decrecer parcialmente con la profundidad intermedia desde la superficie. (Zafra, 2018, p. 2-3)

Así mismo la superficie terrestre está compuesta principalmente por un conjunto de placas, mismas que están en constante movimiento producido por el crecimiento y decrecimiento del calor que se origina en el núcleo central de la tierra, calor que a su vez provoca grandes corrientes de convección, mismas que logran desplazar o separar las placas unos pequeños centímetros al año y que a su vez puede no tener gran importancia, pero los resultados son espantosos que hasta se pueden crear montañas, volcanes, y en millones de años logra desplazar o separar continentes enteros. Sin embargo las placas pueden moverse o separarse mediante tres

distintas formas; estas se pueden juntar o separar y hasta se pueden deslizar en sentidos opuestos; si dos placas logran separarse, pues nace un borde conocido como límite constructivo, misma que se ocasiona bajo el mar, es por ello que en despegue de las placas el magma líquido aumenta creando una cadena de volcanes; Pero si ambas placas tratan de juntarse, se producen dos significantes efectos; la primera ocurre cuando dos placas se juntan y son de masa continental generando una presión superficial la cual trata de elevar la superficie creando una montaña, sin embargo cuando existe un choque entre la placa oceánica versus una continental, siendo la oceánica la que se funde por su mayor densidad, se genera una serie denominada subducción, pues este efecto ocasiona un límite destructivo desencadenando terremotos. Si existe un deslizamiento de placas, pues literalmente se produce un límite conservativo, lo cual no es capaz de destruir la corteza, pero que en largo tiempo suelen generar grandes terremotos. (López y Cebria, 2015, p. 12)

Por ende, el efecto sísmico se produce cuando las placas son impulsadas por el calor interno de la tierra y además los terremotos están relacionados con la estructura interna del planeta, es así que la corteza terrestre está formada por una serie de placas rocosas. (Gci, 2016, p.4)

El riesgo sísmico, es considerado como la pérdida de resistencia estructural durante el tiempo de servicio que a su vez están expuestas a las actividades sísmicas permanentes. (Barbat, 1998). Así mismo esto contiene un aspecto que dependerá muchas veces del peligro y de la vulnerabilidad que puede tener una estructura. Además, se sabe que existirá riesgo si tenemos en cuenta los tres aspectos secundarios, así como: la amenaza sísmica; que está dada por fenómenos naturales (terremotos, maremotos, etc.), pues a este aspecto no lo podemos modificar, el segundo aspecto es de exposición tipo social ya que puede tener una solución de reubicación puesto que esto es un problema político social y económico, por último, aspecto se tiene el nivel de vulnerabilidad, la cual es definida como una fragilidad que tiene la vivienda a que sea afectada por el sismo. (Sergio, 2001, p.70-71)

Según (RNE, 2018), la amenaza sísmica es la probabilidad del 10% de que pueda suceder un sísmico en un intervalo de tiempo de 50 años. Así mismo (San Bartolomé, 1998), menciona que, ante un sismo leve, la estructura, no debe presentar ningún daño, en el caso de sismos moderados pueden presentarse fallas en los sistemas no estructurales y en un sismo raro pueden ocurrir daños en elementos estructurales, pero nunca se aceptara el colapso, es decir no afectará a la seguridad del edificio.

Así mismo (RNE, 2016), menciona que la estructura no debe colapsar, es más, debe ser capaz de resistir todo tipo de sollicitación para la cual fue diseñada. Esto significa que deben tener buen comportamiento ante un movimiento o sismo moderado para estructuras de albañilería, mientras que, en el caso de estructuras esenciales, estas deberán tener buen comportamiento ante un sismo raro, es decir deben permanecer en función sin tener interrupciones, todo ello con el propósito de salvaguardar vidas humanas.

Sin embargo, el daño estructural es una modificación que puede tener una estructura, afectando a la capacidad que tiene cada material o elemento resistente, sometido a soportar cargas permanentes o laterales. En este caso el daño de las estructuras depende íntimamente de la magnitud del sismo, estilo local del suelo, formas constructivas y el tiempo de servicio que presta la construcción. Esto significa que los daños no se pueden evidenciar, pero que podría poner en riesgo la seguridad de la edificación y las vidas humanas. (Méndez, 2017, p. 23)

La falla Estructural, Básicamente está referida al colapso de la estructura, es decir la sollicitación de fuerza permanente o de sismo produce un efecto que supera la resistencia estructural del edificio, sin embargo, este término también está asociada a otras condiciones como por ejemplo la pérdida de resistencia de un elemento estructural quedando sin capacidad para su función a la cual fue diseñada o construida, misma que es denominada como deformación irrecuperable. (Carrión y Machala, 2019, p. 18). Para evitar estas fallas estructurales, el Reglamento Técnico Sismorresistente E.030, establece una filosofía donde especifica que las estructuras

deben ser diseñadas para tener fallas reparables o controladas evitando tragedias y daños producidos por el colapso estructural.

Las patologías Generadas por Daños Estructurales, Son aquellas que se presentan en el instante y/o después de la incidencia externa producida por una fuerza que trata de interrumpir a la estructura. Los perjuicios pueden ser generados de forma natural, como la de un sismo, derrumbe, inundación, etc. Sin embargo, los daños estructurales y no estructurales muchas veces son producidos por el exceso de carga (sobrecarga), es decir la edificación recibe cargas superiores a la fuerza con la que fue diseñada inicialmente. La mayoría de daños son de la manera inevitable, sin embargo, se pueden reducir para evitar algún desastre; ya que predecir o impedir un evento natural es muy difícil. Es por ello que se deben aplicar conocimientos que ayuden a construir estructuras poco vulnerables, evitando las deficiencias en el diseño, controlando la calidad de materiales a la hora de construir, establecer un sitio apropiado para la estructura y lo más importante es aplicar el criterio común. (Moran, 2017, p. 10).

Albañilería Confinada, es una práctica constructiva empleada comúnmente para edificaciones de hasta cinco niveles o menores a quince metros de altura. Es una técnica caracterizada principalmente por tener muros portantes a base de ladrillo cocido, elementos de confinamiento horizontal y vertical (vigas y columnas), con techo aligerado. La técnica constructiva consiste en armar un marco rígido, es decir el muro de ladrillo cocido está configurado de una forma dentada de casi 5 cm, misma que se sujeta mediante mechas quedando confinado con los elementos de confinamiento horizontal, vertical y losa aligerada. Estos elementos de confinamiento (vigas y columnas) están contruidos a base de concreto armado lo cual logran tener ductilidad y resistencia a la deformación, manera que convierte al muro ladrillo en muro portante y no portante. El muro portante es lo que caracteriza a la albañilería confinada ya que es el encargado de resistir las solicitaciones sísmicas u otros, mientras que el muro no portante se diseña para resistir su propio peso (tabiquería). (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p. 20)

La vulnerabilidad Sísmica está referida a la disposición interna de una estructura o de sus elementos a ser susceptibles a sufrir daño o pérdida de su funcionalidad ante cualquier evento sísmico. Se puede determinar teniendo en cuenta los aspectos de; año de construcción, número de niveles, presencia de irregularidades (planta y elevación), tipo de construcción y materiales, control de calidad y errores. (Fernández, 2017, p. 4). Mientras que el desastre es una ocurrencia propia de la naturaleza que genera alteración intensa a la población, donde existen pérdidas de bienes y servicios, misma que pueden ser generadas por actividades bruscas del hombre, es decir, existen pérdidas humanas, materiales y/o colapsos de casas ocasionadas por eventos o fenómenos de la propia naturaleza, así como los terremotos, inundaciones, deslizamientos o derrumbes de la tierra, y otros; además un desastre es producido por tres razones como, por ejemplo; si la gente vive en zonas cercanas a volcanes, si se produce un evento natural o causado por el hombre, o si además el fenómeno está provocando muchos daños especialmente en lugares donde no se ha tomado ninguna medida de prevención. (Bravo, 2017, p. 5-6)

Según Benedetti-Petrini (1984), el índice de vulnerabilidad sísmica es una metodóloga que recoge información preliminar acerca de los daños o patologías más comunes producidas sobre el sistema estructural de las viviendas existentes, dicho método recoge información mediante once parámetros los cuales están enfocados al estado actual de la estructura. Cada parámetro es evaluado mediante cuatro clases (K_iA , K_iB , K_iC , K_iD) lo cual contemplan un valor que radica desde 0 a 45 y 0.25 a 1.50 como peso de calificación " W_i " (Anexo 5). Mientras que el nivel numérico del grado de vulnerabilidad se prolonga desde 0 a 382.5 como mínimo y máximo respectivamente, es decir si el valor del índice se aproxima al máximo la estructura será más vulnerable. A continuación, se describe el procedimiento y forma de evaluación de cada parámetro, así como:

- Conformación del sistema resistente; es uno de los parámetros que evalúa a los elementos que conforman a un muro de albañilería confinada de la forma correcta, es decir evalúa la forma de conexión entre los elementos de

confinamiento (muro, viga y columna), así mismo aplica los lineamientos de diseño conforme rige la normativa vigente. (Hurtado O y León M., 2008)

- Importancia del sistema sismorresistente; es un parámetro que determina el estilo y forma de construcción que tienen los muros de albañilería confinada junto al tipo y calidad del material resistente, es decir busca el comportamiento que presentan los muros resistentes ante la sollicitación sísmica. (Hurtado O y León M, 2008)
- Resistencia habitual; este parámetro evalúa la relación que existe entre las resistencias actuantes, es decir se verifica mediante la división del cortante que aportan los muros construidos “VR” entre el cortante sollicitado por la fuerza lateral del sismo “VS”. (Alva, J. 2016)
- Ubicación de la edificación y cimentación; este caso evalúa la interacción del suelo con la estructura de una forma directa, es decir se toma en consideración el perfil de suelo de fundación y la pendiente sobre la cual está construida la edificación. Alva (2016)
- Forma del diafragma horizontal; este parámetro evalúa la forma y calidad de construcción que tiene el diafragma para garantizar el comportamiento y/o desplazamiento permitido que presentan todos los elementos resistentes de confinamiento vertical (muro de albañilería y columnas de confinamiento). Alva (2016)
- Estructuración en planta; este factor evalúa la forma de irregularidad en planta de manera visual y la cantidad de niveles construidos ya que esto ayudaría a identificar la relevancia existente del comportamiento estructural ante la respuesta sísmica, es decir este parámetro se determina mediante dos factores de relación, el primero es dado por la longitud menor entre el mayor para estructuras regulares, mientras que el segundo se evalúa mediante la razón de longitud de la protuberancia entre el lado mayor para estructuras irregulares reconocidas de la forma visual. Alva (2016)
- Estructuración en elevación; este parámetro está gobernado por una simple relación o modificación de porcentajes de masas en planta (ΔM) o entre la razón del área total construida del primer nivel con el segundo piso, es decir la calificación se realiza eventualmente entre los dos primeros niveles. Si la masa

o área construida del primer nivel es inferior al segundo se usará un signo negativo (-), caso contrario se asignará un signo positivo (+). Alva (2016, p.20)

- Espaciamiento desfavorable entre muros y/o columnas; este parámetro evalúa a todos los muros resistentes y transversales lo cual se han construido mediante una separación máxima de muro a muro. Esto se determina mediante la relación conocida del espesor del muro “e” entre la separación máxima “L” del muro resistente, así mismo cabe recalcar que esta relación se determina físicamente en el muro más desfavorable. Alva (2016, p. 21)
- Estilo de cubierta; este parámetro evalúa la capacidad o resistencia que aporta la cubierta ante la respuesta sísmica construida directamente sobre el último nivel de la estructura. (Benedetti-Petrini, 1984)
- Elementos secundarios y/o no estructurales; su enfoque de evaluación de este parámetro está directamente relacionado con todos los elementos mal construidos que a la vez pueden causar daño humano o estructural físicamente ante cualquier evento sísmico de menor magnitud, estos elementos pueden ser, parapetos, balcones, ubicación y/o tanque elevado, etc. Alva (2016, p. 22)
- Estado de preservación; este parámetro evalúa la condición actual de la estructura resistente mediante la observación directa mantenido el criterio lógico y profesional como normativo, es decir se determina la abundancia de diferentes tipos de patologías las cuales causan debilidad a la estructura resistente. Alva (2016, p. 23)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación:

Para aclarar mejor el tipo de investigación del proyecto a realizar, se dividirá en cuatro aspectos.

Hernández, Fernández y Batista (2014), menciona que nuestra investigación contiene un enfoque CUANTITATIVO porque se ha basado en la realidad objetiva sin dar un punto de vista, debido a que se ha modelado lo obtenido en campo tal y como es, sin manipular las variables de estudio con el fin de establecer un reporte de resultados.

Así mismo Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que esta investigación se caracteriza por ser del nivel DESCRIPTIVO, debido a que se recolecta información de manera independiente, la cual busca definir, caracterizar y analizar los resultados obtenidos en el proceso de investigación hasta poder tener una idea concisa y coherente de nuestro planteamiento.

Según Hernández, Fernández y Batista (2014), menciona que esta investigación que se agencio desarrollar se efectúa para una finalidad BASICA; porque aborda conocimientos con el único propósito de conocer la situación actual de estudio para poder plantear alternativas de solución.

Según la Temporalidad; Hernández, Fernández y Batista (2014), menciona que este proyecto se caracteriza por tener una temporalidad del tipo TRANSVERSAL; ya que se ha tendido una muestra y una medición en un tiempo determinado, meses del 2020, de la zona en estudio, con fines de poder llegar a una alternativa de solución.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación que se identificó para este estudio es:

NO experimental – Descriptivo – Simple

Según Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que llegamos a esto porque son estudios que se realizan sin manipular las variables de estudio, es decir solo se emplea la observación directa, la situación existente para luego evaluar los datos obtenidos y posteriormente obtener resultados que permitan dar alternativas de solución al problema, tratando de dar un apoyo a la población. Para lo cual se tendrá en cuenta el siguiente esquema:

M ————— O

M: Representa el Lugar donde se realizará el estudio del proyecto de investigación, en este caso el sector 2 del distrito de El Porvenir.

O: Representa los datos obtenidos del proyecto a partir de 11 parámetros enfocados en la calidad estructural que componen a la vivienda, la resistencia estructural, las irregularidades (planta y elevación) así como los elementos no estructurales.

3.2. Variables y Operacionalización

Las variables estudiadas en esta investigación, ambas contemplan una categoría independiente. Definición conceptual, definición operacional, indicadores y escala de medición, se aprecian en el anexo 3. Las variables de estudio son las siguientes:

Evaluación de la vulnerabilidad estructural y Diseño sismorresistente de viviendas de albañilería confinada.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población de estudio fue comprendida por las edificaciones existentes de albañilería confinada ubicadas en el sector central 2 del distrito de El Porvenir, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

Muestra: La muestra de esta investigación fue comprendida por 40 viviendas de albañilería confinada ubicadas en el sector central 2 del Distrito de El Porvenir, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad.

Muestreo: Se utilizó la técnica de muestreo simple aleatorio mediante el mecanismo de selección.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas; Para la recolección de datos en campo se utilizó la técnica de observación directa según su enfoque de la metodología establecido por Benedetti-Petrini y junto a una ficha técnica se especifica lo observado (Anexo N°5 y 6).

Instrumentos; se utilizó una guía de observación que servirá para analizar el grado de vulnerabilidad estructural que presentan las viviendas de albañilería confinada (Anexo 5).

3.5. Procedimientos

Para lograr con los alcances de este proyecto de investigación, en primera instancia se realizó el levantamiento de patologías mediante la observación directa de cada vivienda en estudio tal cual indica la metodología de Benedetti-Petrini mediante once parámetros (Anexo N°6), en seguida se evaluó cada parámetro de análisis lo cual permitieron determinar el grado de vulnerabilidad estructural de cada edificación. Posteriormente se realizó el diseño de un prototipo (distribución simple arquitectónica) enfocado a un terreno típico del sector en estudio lo cual se mantuvo una distribución uniforme al estilo común de una vivienda unifamiliar de dicha zona. Por último, se planteó una estructuración simétrica y diseño estructural del prototipo en base al sistema de albañilería confinada aplicando los criterios vigentes de la norma sismorresistente.

3.6. Método de análisis de datos

Para conocer el grado de vulnerabilidad estructural sobre la recolección de los datos obtenidos en campo se utilizó el programa Excel, lo cual ha permitido determinar la evaluación mediante los once parámetros descritos por la

metodología de Benedetti-Petrini. Así mismo se manipuló el Software de análisis lineal ETABS v16.2.1 y la norma vigente E.030-2018 como herramientas de análisis sísmico y diseño estructural del prototipo planteado. Por último, se utilizó el programa SAFE v16.2.1, misma que permitió realizar el análisis de la cimentación.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación estuvo amparada bajo los estatutos y normas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo. Los autores de esta investigación no pretenden lucrarse ni obtener ningún beneficio personal, sino que se realizó por el beneficio del sector central 2 del distrito de El Porvenir proponiendo una seguridad estructural para las viviendas futuras de albañilería confinada. Los investigadores se comprometieron en trabajar bajo la responsabilidad y sinceridad permanente al momento de obtener los resultados y sobre todo cuidar los lineamientos del medio ambiente en el momento de que el proyecto demande.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del índice de vulnerabilidad

Según Benedetti-Petrini (1984), para determinar el grado final de vulnerabilidad estructural propone una expresión que está relacionada físicamente a la debilidad del sistema estructural.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} (K_i * W_i)$$

Siendo “ K_i ” la clase de calificación, que depende de las solicitaciones requeridas para evaluar cada parámetro, y “ W_i ” es la importancia que se le asigna a cada parámetro mediante un peso de calificación que radica desde 0.25 a 1.50 (Tabla 1). De la expresión presentada, se deduce que el nivel de vulnerabilidad estructural se prolonga mediante una escala variable de importancia que va desde 0 a 382.50 como valor máximo (Tabla 2).

Tabla 1. Parámetro y escala matemática de vulnerabilidad estructural

ÍTEM	Parámetro	K_iA	K_iB	K_iC	K_iD	Peso(W_i)
01	Conformación del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
02	Importancia del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
03	Resistencia habitual	0	5	25	45	1.50
04	Ubicación de la edificación y cimentación	0	5	25	45	0.75
05	Forma del diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00
06	Estructuración en planta	0	5	25	45	0.50
07	Estructuración en elevación	0	5	25	45	1.00
08	Espaciamiento entre muros y/o columnas	0	5	25	45	0.25
09	Estilo de cubierta	0	15	25	45	1.00
10	Elementos secundarios y/o no estructurales	0	5	25	45	0.25
11	Estado de preservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Caballero (2007, p. 132).

Tabla 2. Rango del grado de vulnerabilidad estructural.

Grado de Vulnerabilidad	Nivel del grado de Vulnerabilidad estructural
Baja	0 a 98.63
Media	98.63 a 191.30
Alta	191.30 a 286.30
Muy alta	286.30 a 382.50

Fuente: Benedetti-Petrini (1998)

Las edificaciones contempladas dentro de la muestra de estudio, han sido seleccionadas en función a lo más representativo y típico de la zona, así mismo las viviendas evaluadas cumplen con todos los requerimientos de la investigación ya que el sistema estructural está construido mediante muros de ladrillo, mayormente de ladrillo Kink Kong artesanal.



Figura 1 Viviendas de la albañilería de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. Evaluación de parámetros según su clase

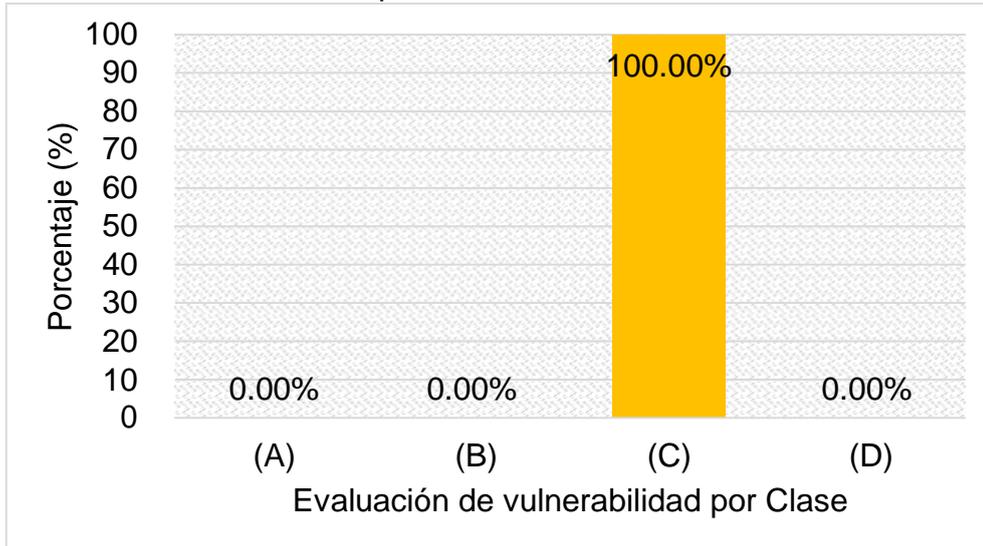
4.1.1.1. Conformación del sistema resistente

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.070, es decir se verifica que el elemento portante (muro) cumpla con las siguientes solicitudes:

- Muros portantes bien confinados.
- Muros portantes que nacen desde la cimentación.
- Muros portantes confinados con mechas o dentado.
- Muros portantes con espesor requerido por la norma.

En el Gráfico 1, se muestra que el total de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, están gobernadas por la clase C dado que no cumplen con dos solicitudes que son exigencias determinadas por el parámetro 1.

Gráfico 1. Resultados del parámetro: Conformación de sistema resistente



Fuente: Elaboración propia.

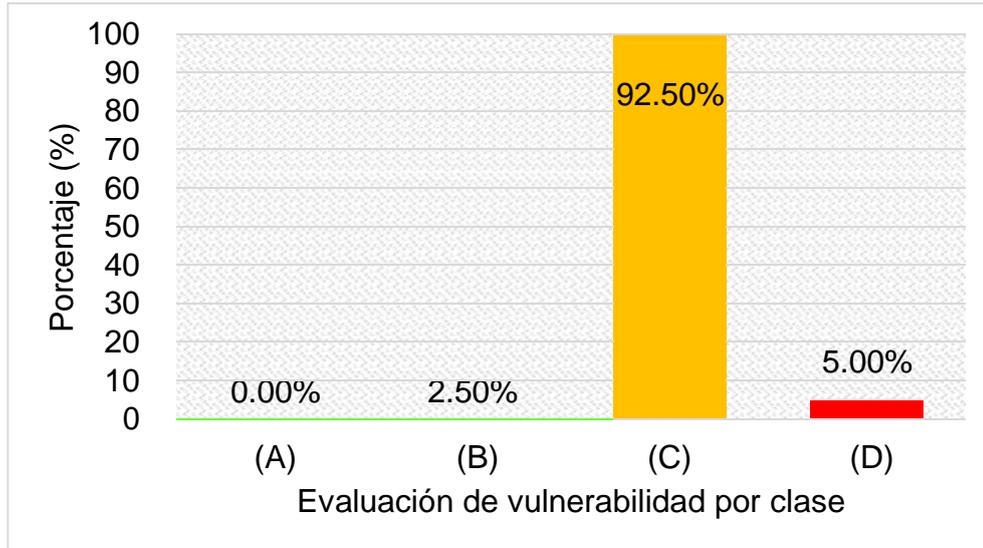
4.1.1.2. Importancia del sistema resistente

Este parámetro establece cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.070, es decir, se verifica que se cumplan las siguientes solicitudes:

- Muros portantes construidos con material de buena calidad.
- Muros portantes con un solo lineamiento vertical desde su base.
- Mortero de buena calidad con junta $j=1 - 1.5\text{cm}$.

En el Gráfico 2 se muestra que el 92.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, están gobernadas por la clase C dado que no cumplen con dos solicitudes que son exigencias determinadas en el parámetro 2.

Gráfico 2. Resultados del parámetro: Importancia del sistema resistente



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.3. Resistencia habitual

Este parámetro determina cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.030 (2018) y E.070, tales como el peso global del edificio, porcentaje mínimo normativo y esfuerzo al corte puro de la albañilería, teniendo así un factor de resistencia que se determina mediante las siguientes formulas:

$$W = \frac{(A_{mxx} + A_{myy})}{A_n} \cdot h_n \cdot \gamma_m + P_{alig.}$$

$$P_T = W \cdot A_n \cdot N^\circ$$

$$\beta = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$$

$$F_S = \frac{\delta}{\beta}$$

$$\delta = \left[\frac{V'_m}{C_{P1}} \right]$$

Dónde:

A_n : Área típica por nivel

A_{mxx} : Área resistente dirección x-x

A_{myy} : Área resistente dirección y-y

h_n : Altura de entrepiso

γ_m : Peso volumétrico de la albañilería

$P_{alig.}$: Peso unitario de losa aligerada

V'_m : Esfuerzo a corte puro de albañilería

Z: Zona sísmica

U: Importancia

C: Parámetro sísmico de ampliación

S: Perfil del suelo

R: Reducción de la fuerza sísmica

W: Peso unitario

P_T : Peso global del edificio

β : Porcentaje sísmico normativo

δ : Factor de propiedades resistentes de la estructura

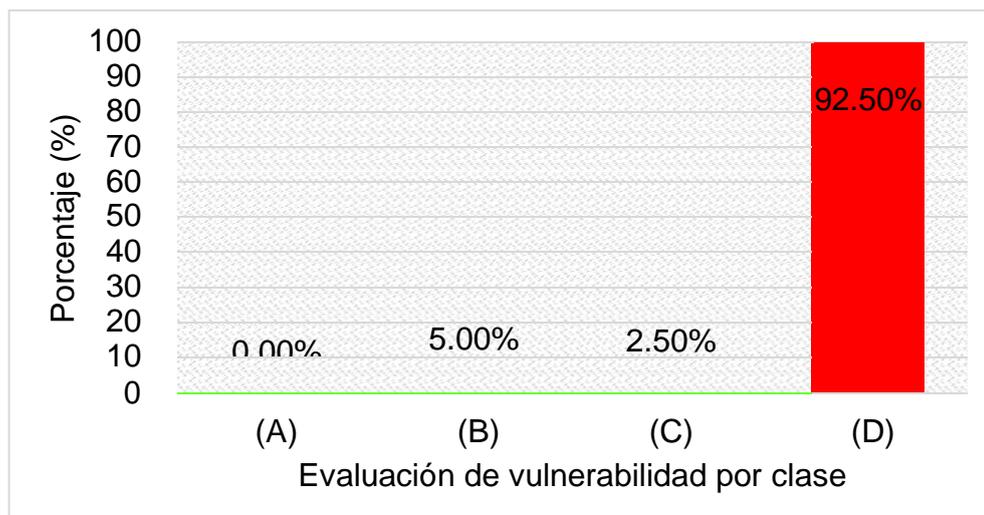
F_s : Factor de resistencia

De ello el factor de resistencia (F_s) debe estar entre los siguientes rangos:

- $F_s \geq 1.0$
- $0.60 \leq F_s \leq 1.0$
- $0.40 \leq F_s \leq 0.60$
- $F_s \leq 0.40$

En el Gráfico 3 se muestra que el 92.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, están gobernadas por la clase D debido a que la resistencia aportada por los muros, es inferior al cortante demandado.

Gráfico 3. Resultados del parámetro: Resistencia habitual



Fuente: Elaboración propia.

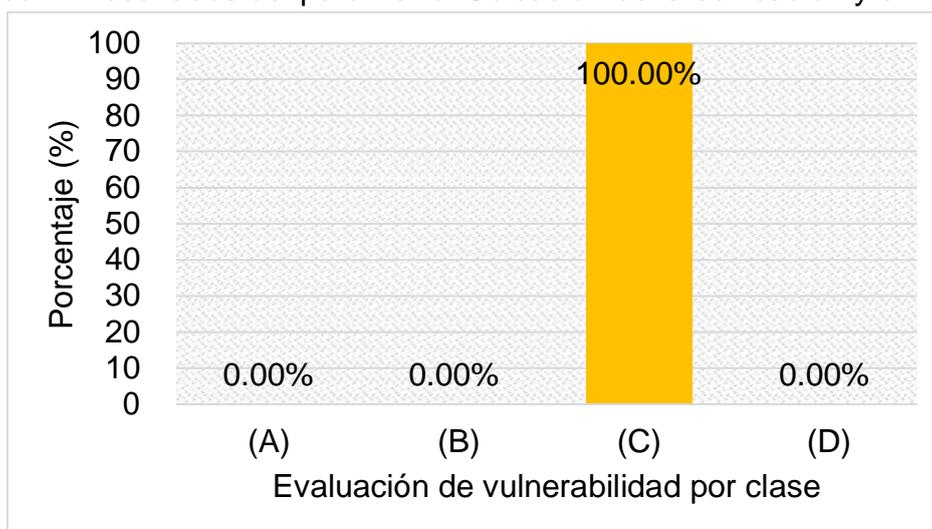
4.1.1.4. Ubicación de la edificación y cimentación

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.030 (2018) y E.070, de acuerdo a las características geotécnicas de la zona.

- Edificación sobre suelo estable S0 con $s < 10\%$
- Edificación sobre suelo estable S1 o S2 con $s < 10\% - 30\%$
- Edificación sobre suelo fino o grava arenosa S3 con $s < 30\% - 50\%$
- Edificación sobre suelo flexible.

En el Gráfico 4 se muestra que el 100% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, están gobernadas por la clase C debido a que las edificaciones están ubicadas sobre suelo arenoso S3 que es propio del entorno estudiado.

Gráfico 4. Resultados del parámetro: Ubicación de la edificación y cimentación



Fuente: Elaboración propia.

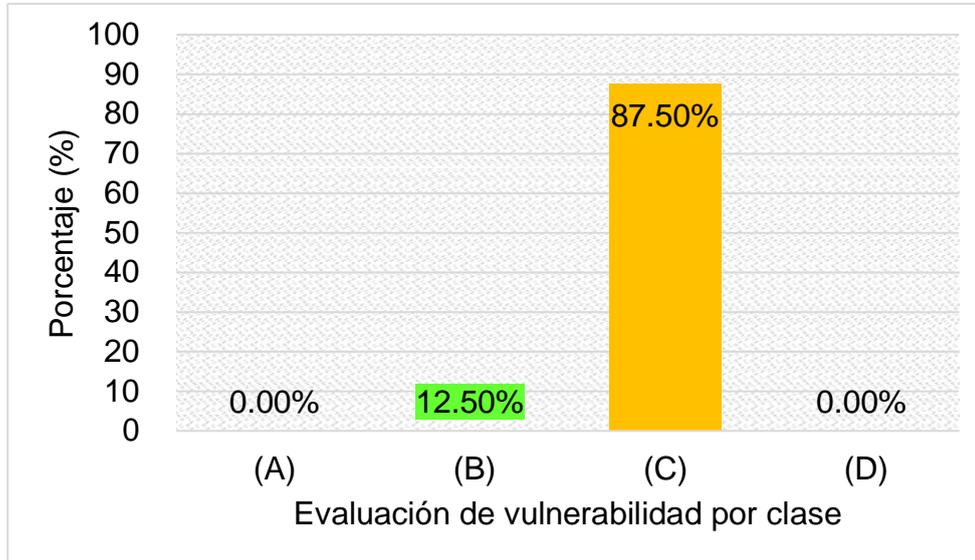
4.1.1.5. Forma de diafragma horizontal

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.030 (2018) y E.070, es decir deben cumplir con las siguientes solicitudes:

- Unión de muros confinados mediante un diafragma rígido.
- No debe existir aberturas bruscas en los muros portantes.
- Aberturas en planta deben ser inferiores al 30%.

En el Gráfico 5 se muestra que el 87.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, están gobernadas por la clase C debido a que las edificaciones no cumplen con dos solicitudes requeridas por la norma.

Gráfico 5. Resultados del parámetro: Forma de diafragma horizontal



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.6. Estructuración en planta

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo el criterio establecido por la norma E.070, es decir deben cumplir con la relación (FS1) que existe entre el lado mayor y menor de la construcción, así como la protuberancia y lado mayor (FS2).

$$F_{S1} = \frac{y}{X} \quad F_{S2} = \frac{b}{X}$$

Dónde:

F_{S1}: Está relacionada directamente con estructuras regulares en planta.

F_{S2}: Está asociada con estructuras irregulares en planta.

X: Longitud del lado menor.

b: Longitud de protuberancia.

y: Longitud del lado mayor.

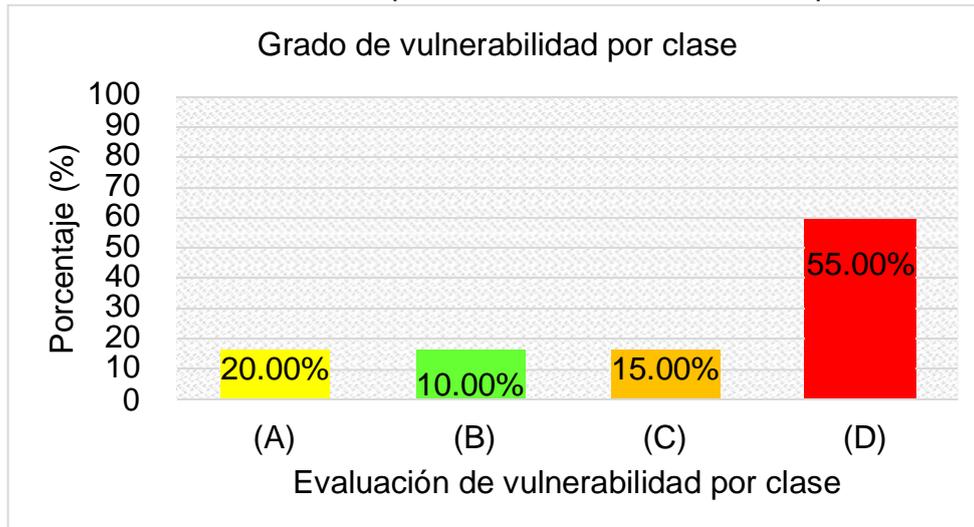
Los cuales deben encontrarse entre los siguientes rangos:

- A: $FS1 \geq 0.80$ o $FS2 \leq 0.10$
- B: $0.60 \leq FS1 < 0.80$ o $0.10 < FS2 \leq 0.20$

- C: $0.40 \leq FS1 < 0.60$ o $0.20 < FS2 \leq 0.30$
- D: $0.40 > FS1 < 0.30 < FS2$

En el Gráfico 6, se muestra que el 55% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, predomina la clase D debido a que las edificaciones están por debajo del rango 0.40.

Gráfico 6. Resultados del parámetro: Estructuración en planta



Fuente: Elaboración propia.

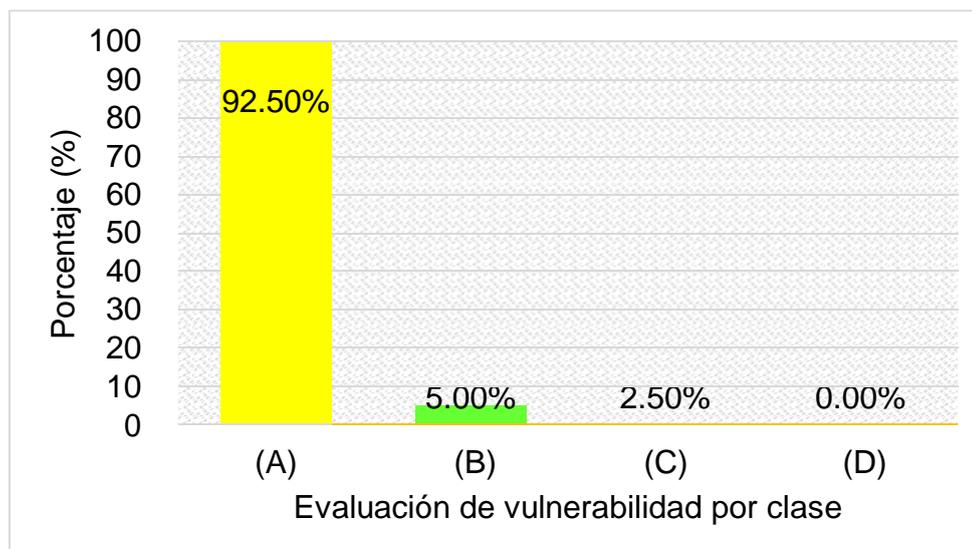
4.1.1.7. Estructuración en elevación

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado a razón de las masas o áreas techadas de cada vivienda expresadas en porcentaje, de manera que ésta variación se encuentre entre los siguientes valores:

- A: $\pm \Delta M$ o $\Delta A \leq 10\%$
- B: $10\% < \pm \Delta M$ o $\Delta A \leq 20\%$
- C: $20\% < \pm \Delta M$ o $\Delta A \leq 50\%$
- D: $50\% < \pm \Delta M$ o ΔA

En el Gráfico 7 se muestra que el 92.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, predomina la clase A, esto se debe a que la variación de las áreas techadas es menor del 10%.

Gráfico 7. Resultados del parámetro: Estructuración en elevación



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.8. Espaciamiento entre muros y/o columnas

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado la relación que existe entre el espaciamiento desfavorable de muro a muro y el espesor del muro de albañilería la cual está bajo los siguientes rangos.

$$r = \frac{e}{L}$$

Dónde:

e: Espesor del muro de albañilería

L: Espaciamiento más desfavorable muro-muro

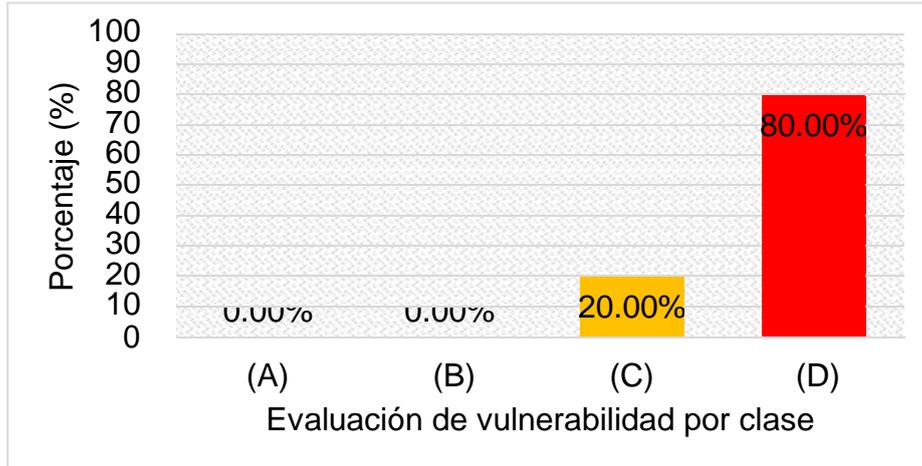
r: Relación de espaciamiento máximo de muros.

De lo cual ésta relación debe estar entre los siguientes rangos:

- A: $r \leq 15$
- B: $15 < r \leq 18$
- C: $18 < r \leq 25$
- D: $25 < r$

En el Gráfico 8 se muestra que el 80% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, predomina la clase D, esto se debe a que la relación (r) que existe entre muros y columnas es mayor que 25.

Gráfico 8. Resultados del parámetro: espaciamiento entre muros y/o columnas



Fuente: Elaboración propia.

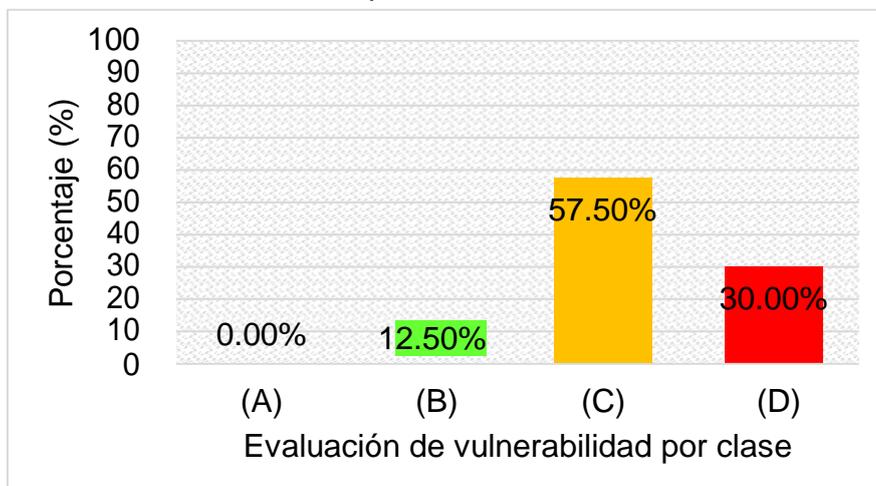
4.1.1.9. Estilo de cubierta

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado según el tipo de cubiertas y el confinamiento entre muro y columnas, bajo las siguientes solicitudes:

- Cubierta sujeta por tijerales u otro que evite el desprendimiento.
- Tijerales u otro están separados a una distancia equivalente.
- Unión perfecta entre la cubierta y el muro y columna.

En el Gráfico 9 se muestra que el 57.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, predomina la clase C, dado que no cumplen con dos solicitudes requeridas por la norma.

Gráfico 9. Resultados del parámetro: Estilo de cubierta



Fuente: Elaboración propia.

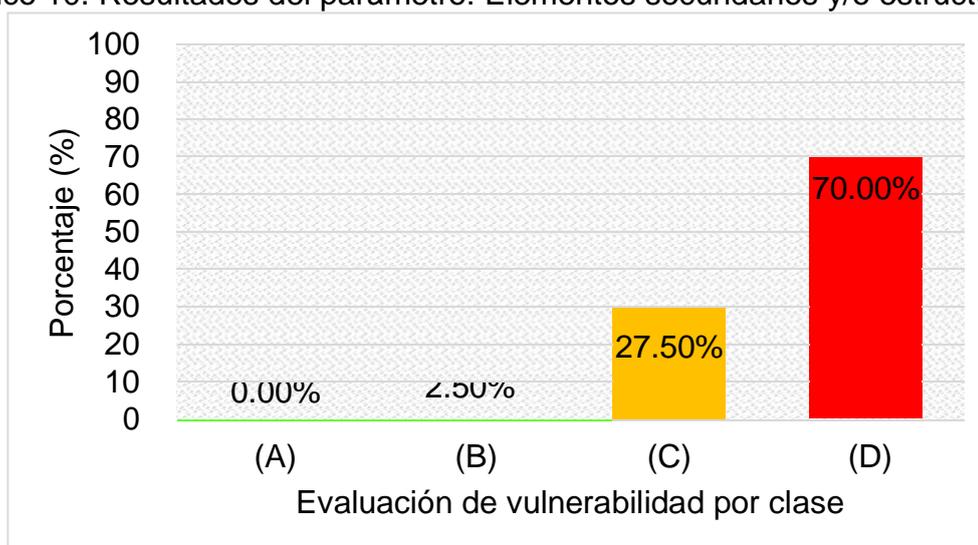
4.1.1.10. Elementos secundarios y/o estructurales

Este parámetro establece cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo las solicitudes requeridas por la norma E.070 las cuales son:

- Elementos secundarios correctamente aislados del muro portante.
- Elementos secundarios erróneamente aislados del muro portante.
- Abundante elemento secundario que afecta a la estructura.
- Construcción nueva erróneamente confinada.

En el Gráfico 10 se muestra que el 70.00% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, predomina la clase D, esto se debe a que los elementos secundarios no estructurales no se encuentran correctamente aislados.

Gráfico 10. Resultados del parámetro: Elementos secundarios y/o estructurales



Fuente: Elaboración propia.

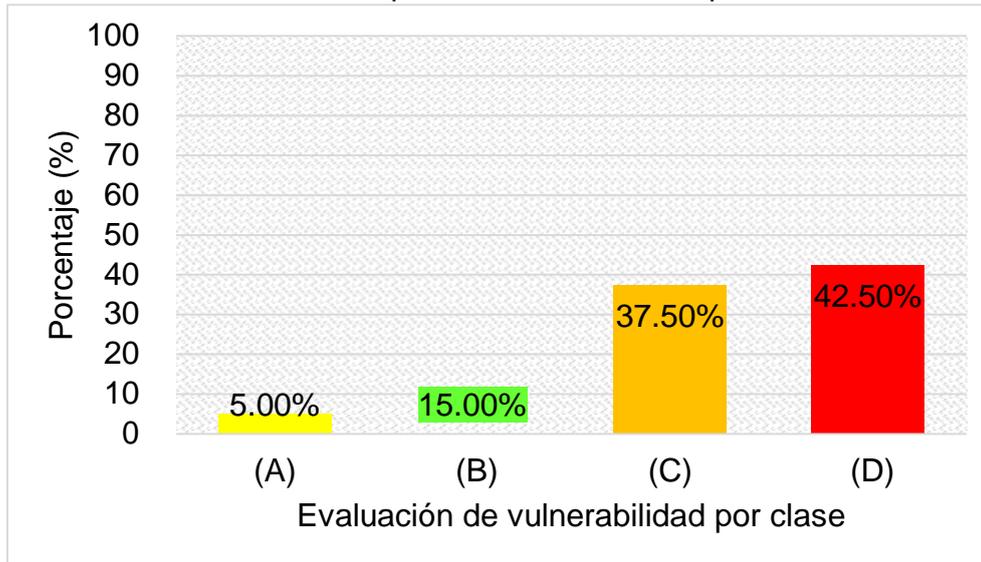
4.1.1.11. Estado de preservación

Este parámetro contempla cuatro clases (A, B, C y D), las cuales se han evaluado bajo las solicitudes requeridas por la norma E.070 las cuales son:

- Muros portantes y el diafragma están en buen estado.
- Presencia de fisuras o agrietamiento menores a 3mm de espesor.
- Presencia de fisuras o agrietamiento mayores a 3mm de espesor.
- Los muros portantes y diafragma están en mal estado.

En el Gráfico 11 se muestra que el 37.50% y 42.50% de las viviendas evaluadas con el método del índice de vulnerabilidad, se encuentran dentro de la clase C y D, dado que en ambos casos presentan fisuras en los muros entre 2mm y 4mm respectivamente.

Gráfico 11. Resultados del parámetro: Estado de preservación

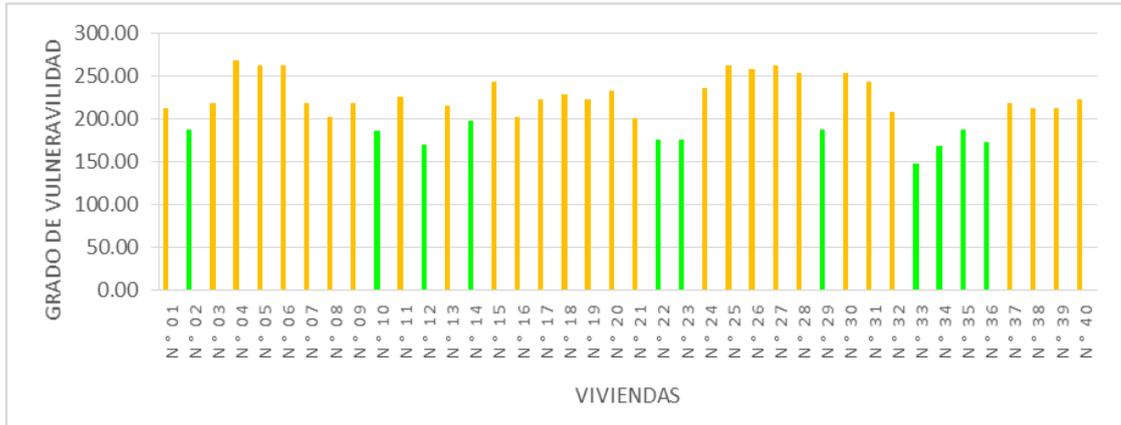


Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Grado de vulnerabilidad estructural

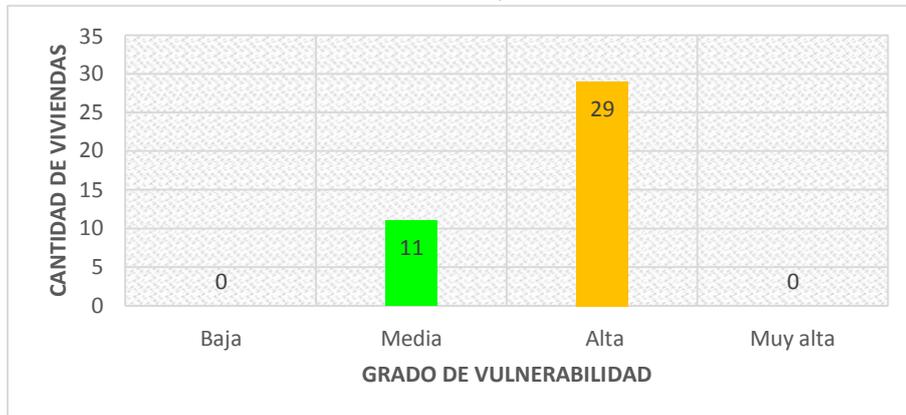
El Gráfico 12, expresa el conjunto de las viviendas que se encuentran dentro de los rangos de vulnerabilidad estructural determinado mediante la expresión general propuesta por el investigador italiano Benedetti-Petrini. De ello se puede identificar que 29 de 40 viviendas presenta un grado de vulnerabilidad alto, mientras que 11 de las viviendas restantes presentan un grado de vulnerabilidad media (Gráfico 13), cabe indicar que los rangos varían entre 95.63 y 286.30 como grado de vulnerabilidad, ante lo mencionado y evidenciando en los datos mostrados se establece que el 73% de las viviendas evaluadas presenta un grado de vulnerabilidad alta, mientras que el 27% de la muestra presenta un grado de vulnerabilidad media (Gráfico 14).

Gráfico 12. Grado de vulnerabilidad de cada vivienda evaluada.



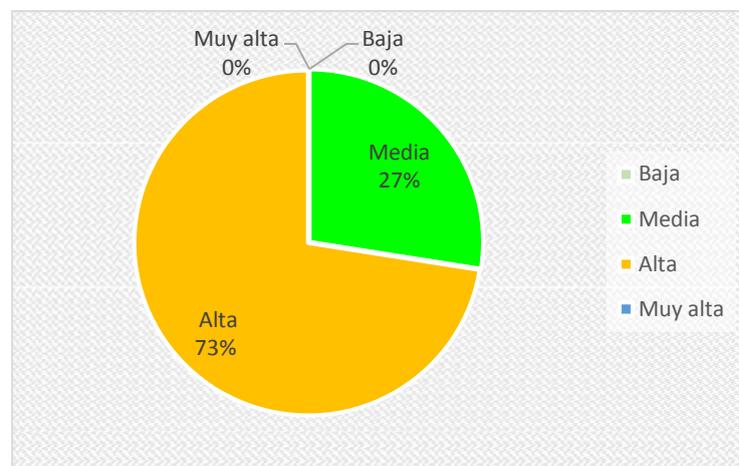
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13. Cantidad de viviendas según la vulnerabilidad existente en el sector central 2, Distrito de El Porvenir.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14. Porcentaje de vulnerabilidad existente en las viviendas en el sector central 2, Distrito de El Porvenir.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Evaluación del parámetro predominante

Con los datos consignados anteriormente y habiendo realizado la evaluación del grado de vulnerabilidad estructural se identificó el parámetro predominante en las viviendas materia de estudio, por lo cual se procedió a la contabilidad de la muestra según la clase de cada parámetro (Tabla 3).

Tabla 3 Contabilidad de clases por parámetro de cada vivienda.

Ítem	Parámetro	Cantidad de clases por vivienda			
		(A)	(B)	(C)	(D)
01	Conformación del sistema resistente	0	0	40	0
02	Importancia del sistema resistente	0	1	37	2
03	Resistencia habitual	0	2	1	37
04	Ubicación de la edificación y cimentación	0	0	40	0
05	Forma del diafragma horizontal	0	5	35	0
06	Estructuración en planta	8	4	6	22
07	Estructuración en elevación	37	2	1	0
08	Espaciamiento entre muros y/o columnas	0	0	8	32
09	Estilo de cubierta	0	5	23	12
10	Elementos secundarios y/o no estructurales	0	1	11	28
11	Estado de preservación	2	6	15	17

Fuente: Elaboración Propia.

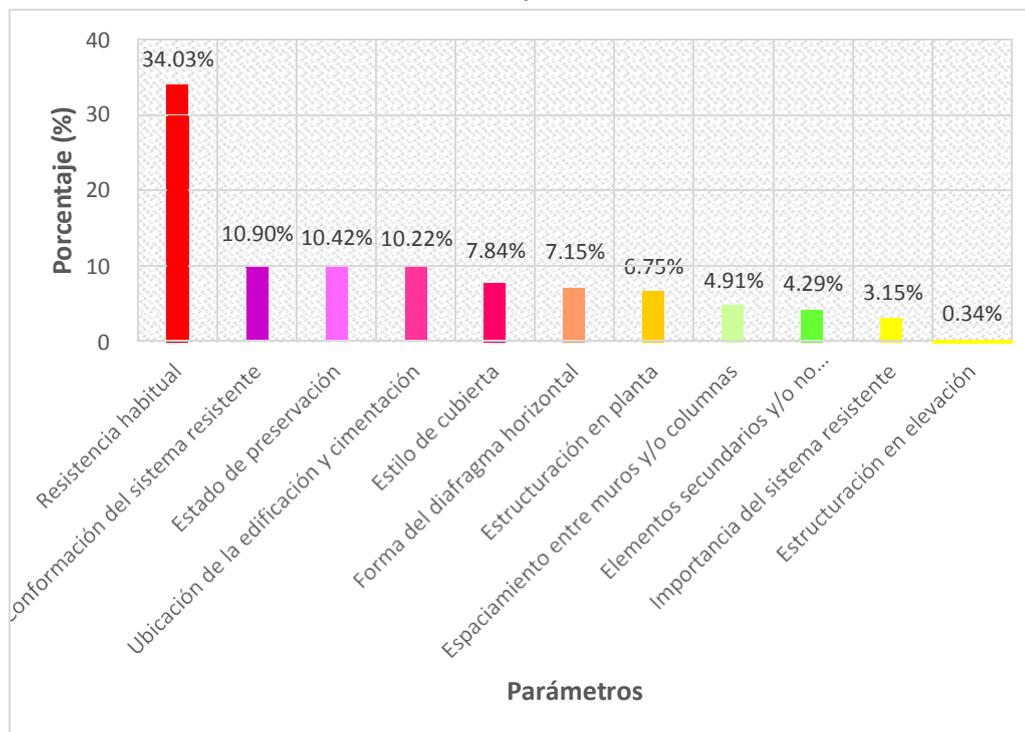
Así mismo la contabilidad realizada por clase de cada parámetro se multiplicó por su valor y peso correspondiente, de manera que se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 4. Además se asignó el porcentaje correspondiente a cada parámetro para obtener así la Gráfica 15, la cual muestra que el parámetro predominante para que una vivienda sea vulnerable es el parámetro 3 denominado resistencia habitual, representado por el 34.03% de todos los parámetros evaluados, debido a que dicho parámetro está en función a la resistencia, masa por nivel y ductilidad que aportan los muros portantes así como los parámetros sísmicos, tales como: zonificación sísmica, importancia y perfil de suelo.

Tabla 4. Valor predominante de cada parámetro en función al peso y clase de todas las viviendas.

Ítem	Valor por de cada clase				Peso (W _i)	K _{iA} x W _i	K _{iB} x W _i	K _{iC} x W _i	K _{iD} x W _i	Importancia	%
	(A)	(B)	(C)	(D)							
01	0	5	20	45	1.00	0.00	0.00	800.00	0.00	800.00	10.90
02	0	5	25	45	0.25	0.00	1.25	231.25	22.50	231.25	3.15
03	0	5	25	45	1.50	0.00	15.00	37.50	2497.50	2497.50	34.03
04	0	5	25	45	0.75	0.00	0.00	750.00	0.00	750.00	10.22
05	0	5	15	45	1.00	0.00	25.00	525.00	0.00	525.00	7.15
06	0	5	25	45	0.50	0.00	10.00	75.00	495.00	495.00	6.75
07	0	5	25	45	1.00	0.00	10.00	25.00	0.00	25.00	0.34
08	0	5	25	45	0.25	0.00	0.00	50.00	360.00	360.00	4.91
09	0	15	25	45	1.00	0.00	75.00	575.00	540.00	575.00	7.84
10	0	5	25	45	0.25	0.00	1.25	68.75	315.00	315.00	4.29
11	0	5	25	45	1.00	0.00	30.00	375.00	765.00	765.00	10.42

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15. Parámetro predominante que amplifica el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas del sector central 2 del Distrito de El Porvenir – Trujillo.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Diseño arquitectónico

4.2.1. Entorno urbano

El distrito de El Porvenir fue fundado bajo la Ley del 8 de enero de 1965, según INEI (2017) actualmente cuenta con una población de 190,461, con una extensión territorial de 36.70 Km². Asimismo, está conformada por 15 barrios, los cuales son: Miguel Grau, Sector Central 1 y 2, La Unión, Los Laureles, Alan García, Río Seco, El Mirador, Las Animas, Mampuesto, Víctor Raúl, Túpac Amaru, Ciudad de Dios, Lo Libertadores, La Merced y Libertad. Para esta investigación se enfocó en el Sector Central 2.

El Sector Central 2 del Distrito de El Porvenir, está construida por 120 manzanas de viviendas, presentando aproximadamente 1200 viviendas con tipologías distintas en su estructura, gran parte de ellas son de albañilería confinada.

Cada construcción tiene sus diferentes particularidades arquitectónicas; por eso, en el presente trabajo de investigación se ha analizado la realidad concretamente, de poder construir viviendas de acuerdo a la idiosincrasia de los propietarios en función de los terrenos típicos del lugar en estudio. Conservando la estética arquitectónica y estructural en el acto de construcción.

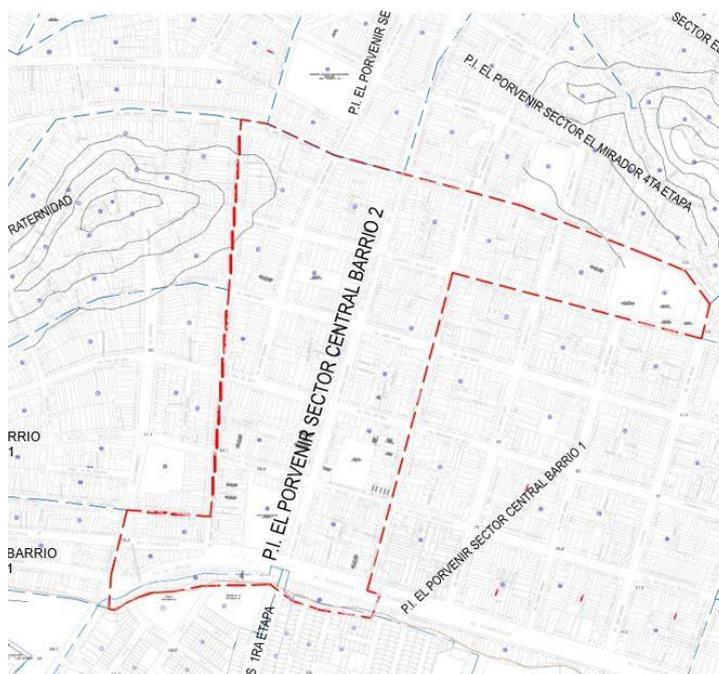


Figura 2: Entorno urbano de la zona en estudio

4.2.2. Descripción arquitectónica

En consecuencia, de la existencia de viviendas autoconstruidas, se está proponiendo un prototipo arquitectónico para futuras edificaciones de 156m² como terreno típico de la zona, que consta de una distribución simétrica y simple a la vez, que prioriza la necesidad actual y futura de viviendas unifamiliares. Por eso la distribución está conformada por un ingreso principal que se conecta desde la calle y otro ingreso cerrado como espacio de cochera. Seguidamente se ha diseñado la sala-comedor, cocina y baño mediante una sola conexión; asimismo, se ha previsto un depósito, un ambiente como sala de estudio y al final ha considerado la aplicación futura. Todo esto constituye al primer nivel arquitectónico.

Con respecto al segundo nivel, se encuentra conectado mediante una escalera de concreto armado, con llegada a un ambiente estar, asimismo se ha considerado un dormitorio principal que incluye su baño propio y dos dormitorios simples que comparten un solo baño. Por último, se ha diseñado un cuarto de costura más un almacén.

4.2.3. Criterios arquitectónicos para el diseño

Todos los ambientes fueron distribuidos según los criterios mínimos que establece el reglamento nacional de edificaciones, Norma A.010 para viviendas unifamiliares.

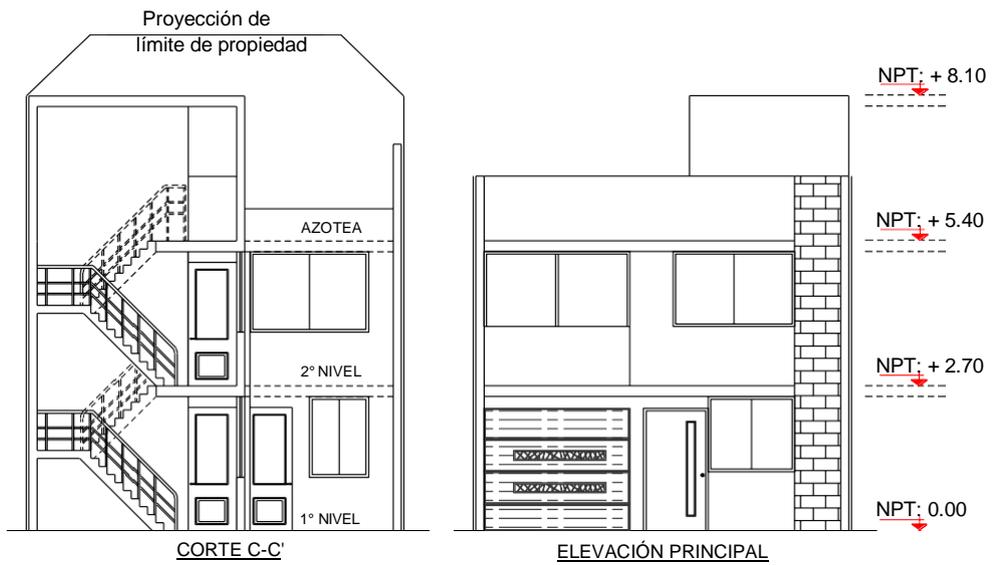


Figura 3: Corte arquitectónico C-C y elevación principal.

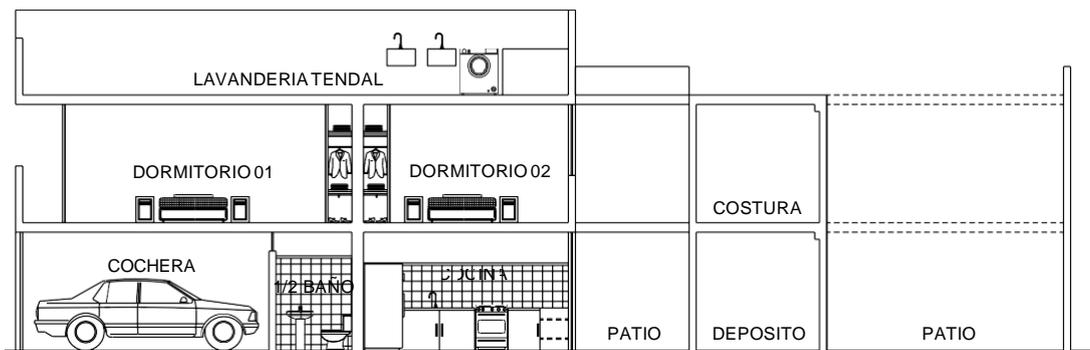


Figura 4: Corte arquitectónico A-A.



Figura 5: Corte arquitectónico B-B.

Fuente: Elaboración propia.

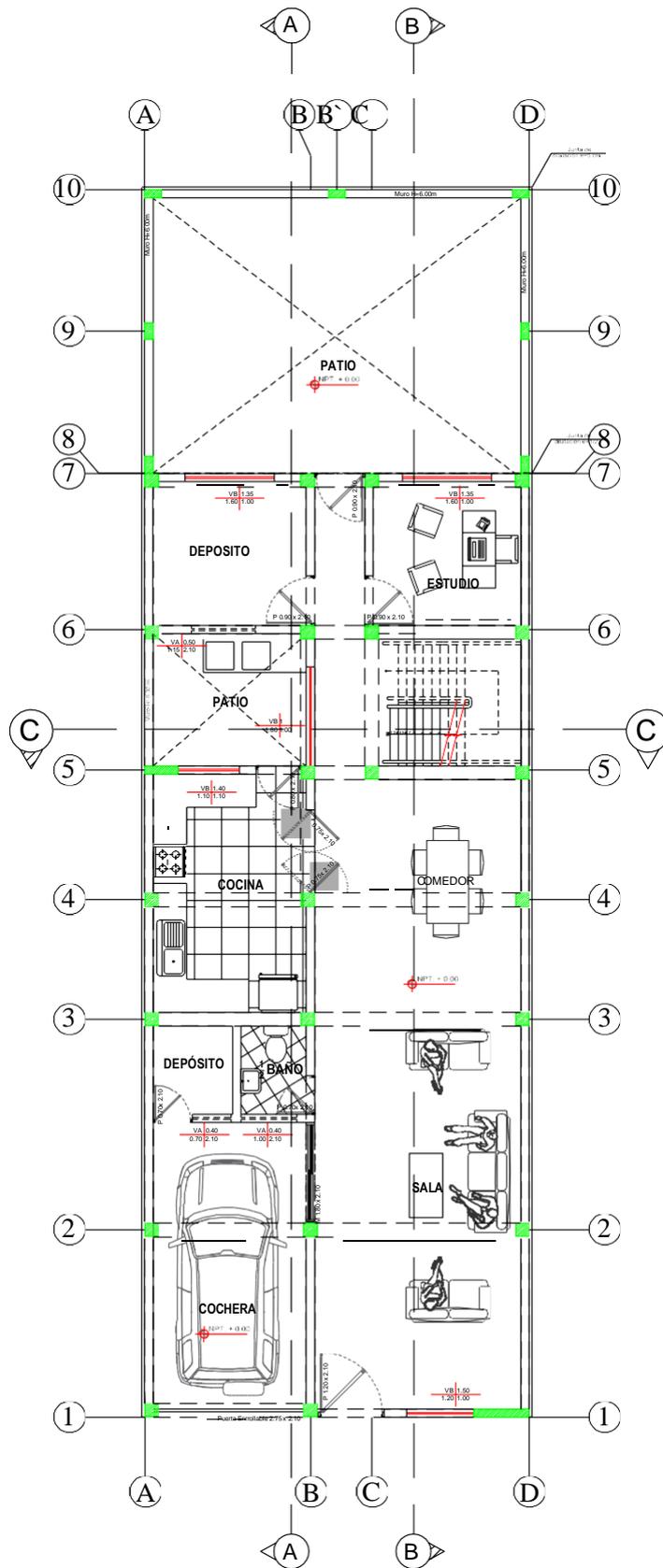


Figura 6: Distribución típica del primer nivel
Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Análisis sismorresistente

4.3.1. Generalidades

4.3.1.1. Reglamento y normas

- E.020: Norma de cargas (2006)
- E.030: Norma de diseño sismorresistente (2018)
- E.050: Norma de suelos y diseño de cimentaciones (2018)
- E.060: Norma de diseño en concreto armado (2009)
- E.070: Norma de diseño en albañilería (2006)

4.3.1.2. Características del concreto

- $f_c = 210$ (Kg/cm²) Resistencia cilíndrica a la compresión
- $\epsilon_u = 0.003$ máxima deformación unitaria
- $E_c = 15000\sqrt{f_c}$ (Kg/cm²) Módulo de elasticidad
- $\nu = 0.15$ Mínimo valor del módulo de Poisson
- $G = E_c/2.3$ Modulo de corte de una sección

4.3.1.3. Características del acero

- $f_y = 4200$ (Kg/cm²) Esfuerzo máximo de fluencia
- $\epsilon_s = 0.0021$ Máxima deformación unitaria
- $E_s = 2 \times 10^6$ (Kg/cm²) Módulo de elasticidad

4.3.1.4. Características de la albañilería

- $f'_m = 35$ (Kg/cm²) Resistencia a la compresión (pila)
- $\nu'_m = 5.1$ (Kg/cm²) Resistencia al corte puro
- $E_m = 500 f'_m$ (Kg/cm²) Módulo de elasticidad
- $\nu = 0.25$ Módulo de Poisson
- $G_m = E_m/2(\nu+1)$ Módulo de corte
- $Pesf = 1800$ (Kg/cm³) Peso volumétrico

4.3.1.5. Características de suelo

Tabla 5 Identificación de las características del suelo considerado

Suelo de apoyo	Arena fina mal graduada
Tipo de cimentación recomendada	Zapata cuadrada y cimiento corrido
Profundidad de cimentación	Df = 1.50m
Profundidad de cimiento corrido	Df = 1.40m
Profundidad de nivel freático	No presenta
Esfuerzo admisible neto	1.80 Kg/cm ²
Problemas especiales y recomendaciones	Suelo con moderada presencia de sales solubles totales, por lo que se recomienda usar CEMENTO ADICIONADO TIPO MS

Fuente: Laboratorio de suelos INGEOMA.

4.3.1.6. Cargas unitarias

- $P_{\text{esf}} = 2400 \text{ (Kg/cm}^3\text{)}$ Peso volumétrico del concreto
- $P_{\text{esf}} = 1800 \text{ (Kg/cm}^3\text{)}$ Peso volumétrico de la albañilería
- $P_{\text{esf}} = 200 \text{ (Kg/cm}^3\text{)}$ Peso volumétrico del tartajeo
- $s/c = 200 \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ Sobrecarga según categoría "C"

4.3.2. Estructuración y Predimensionamiento

4.3.2.1. Criterios de estructuración

En esta etapa se asigna la rigidez y resistencia que deberá tener cada elemento estructural para estabilizar la estructura y tener mejor respuesta debido a las cargas de gravedad y de sismo, es por ello que la en prototipo propuesto se ha planteado una estructuración uniforme sin modificar la distribución arquitectónica.

Respetando los límites y ambientes del plano arquitectónico se ha plateado una estructuración compuesta por muros de albañilería confinada, como sistema portante. En la dirección corta X-X se agregó muros con espesor $e=23\text{cm}$ confiados mediante columnas de $25 \times 25\text{cm}$, así mismo se asignó placas en las zonas más débiles de la estructura para evitar los efectos de torsión en planta y poder cumplir con los requerimientos exigidos por la norma E.030.

De la misma forma la dirección predominante Y-Y esta resistida por muros de albañilería con espesor $e=13\text{cm}$; pues el techo del primer y segundo nivel esta

sostenido mediante un diafragma rígido de losa aligerada con espesor $h=0.20\text{m}$ amarrada en una sola dirección y paralela a la menor dimensión del paño, procurando que sean continuas.

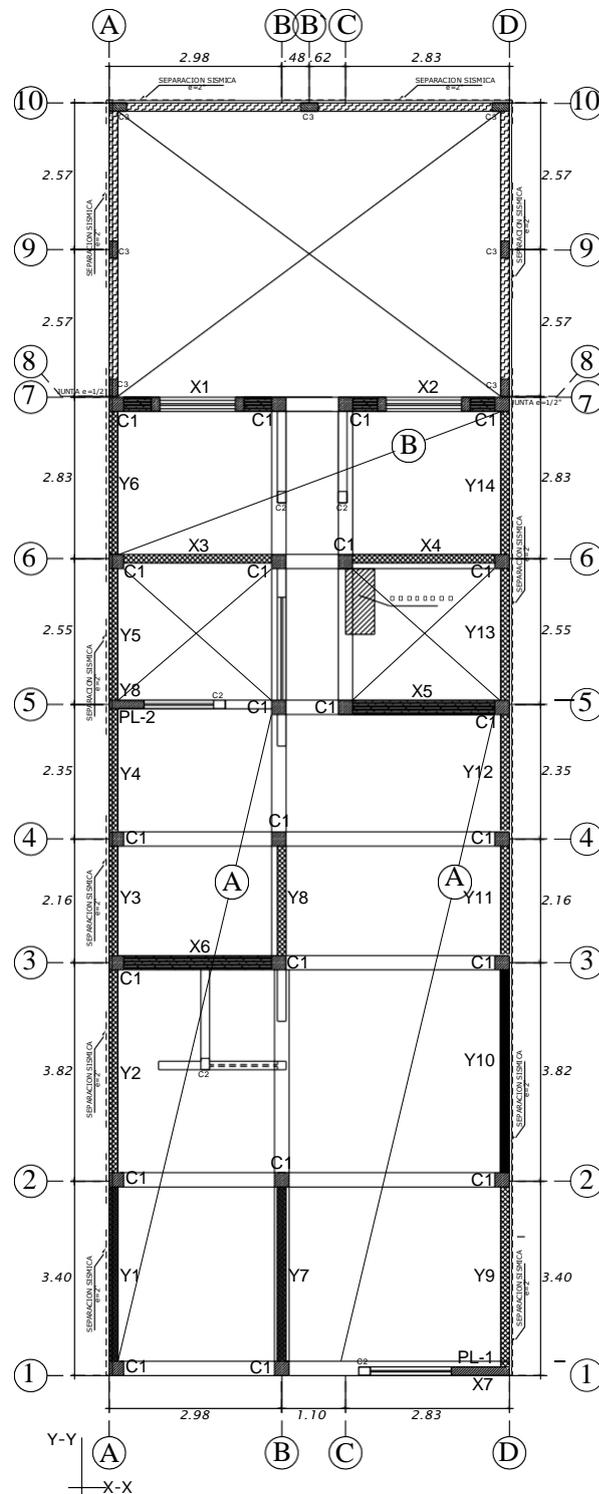


Figura 7: Estructuración en planta.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2.2. Predimensionamiento de losa aligerada

Los aligerados armados en una dirección y con sobrecarga de hasta 350Kg existe una regla práctica que se utiliza con buenos resultados para determinar su espesor. Esta regla consiste en dividir la longitud de luz libre (L_n) del paño más desfavorable entre 25. Este espesor de la losa incluye tanto al espesor del ladrillo como a los 5cm de losa superior. Siguiendo este criterio y debido a que la luz libre del paño es de 3.82m, el peralte resultaría ser de 16cm, pero se utilizó un espesor continuo de 20cm.

4.3.2.3. Predimensionamiento de losa maciza

Según criterios y recomendaciones del ingeniero Blanco Blasco, el peral efecto o espesor efectivo no será inferior a la razón del perímetro entero del paño más crítico por 180, es decir:

$$\frac{\text{perímetro}}{180} \quad h = \frac{910\text{cm}}{180} \quad h = 5.05\text{cm}$$

Debido a que la losa maciza estará ubicada en el acceso principal y frente a un ducto, se ha tomar $h=20\text{cm}$ lo cual garantiza un desplazamiento uniforme de todos los elementos de confinamiento vertical unidos con dicha losa.

4.3.2.4. Predimensionamiento de muros portantes

4.3.2.4.1. Espesor efectivo del muro

Para las zonas sísmica 3 y 4, el espesor efectivo mínimo, descontando tartajeos es $t = h/20$, donde “h” es la altura libre de la albañilería. Siguiendo este criterio nuestro espesor resulta ser igual a $t = 250/20 = 0.125\text{m}$, lo cual se utilizó muros en aparejo de soga y cabeza con espesores efectivos igual a 13cm y 23cm respectivamente.

4.3.2.4.2. Esfuerzo axial máximo

Según el reglamento y norma E.070, el peso vertical de la estructura y considerando el porcentaje total de la sobrecarga deberá ser inferior a la siguiente expresión.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

Siendo, “L” la longitud total resistente del muro considerando el espesor de los elementos verticales de confinamiento ($L > 1.20\text{m}$), la resistencia cilíndrica a la compresión de la albañilería es, $f'm = 350\text{Ton/m}^2$, el espesor efectivo del muro es, $t = 0.13\text{m}$ y 0.23m respectivamente y $h = 2.50\text{m}$, es la esbeltez del muro. Simplificando valores tenemos.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L_t} \leq 48.87 \text{ tonf/m}^2$$

Tabla 6 Esfuerzo axial que aporta cada muro confinado

MURO	L(m)	t(m)	L.t(m ²)	Pm (CM+100CV)	σm (Tonf/m ²)	σm ≤ 48.87tonf/m ²
1Y	3.40	0.13	0.44	5.67	12.83	si cumple
2Y	3.82	0.13	0.50	6.96	14.02	si cumple
3Y	2.16	0.13	0.28	3.12	11.11	si cumple
4Y	2.35	0.13	0.31	2.76	9.03	si cumple
5Y	2.55	0.13	0.33	2.66	8.02	si cumple
6Y	2.83	0.13	0.37	2.60	7.07	si cumple
7Y	3.40	0.13	0.44	11.50	26.02	si cumple
8Y	2.16	0.13	0.28	6.14	21.87	si cumple
9Y	3.40	0.13	0.44	5.99	13.55	si cumple
10Y	3.82	0.13	0.50	8.75	17.62	si cumple
11Y	2.16	0.13	0.28	4.45	15.85	si cumple
12Y	2.35	0.13	0.31	4.12	13.49	si cumple
13Y	2.55	0.13	0.33	3.93	11.86	si cumple
14Y	2.83	0.13	0.37	3.54	9.62	si cumple
X1	2.98	0.23	0.69	5.70	8.32	si cumple
X2	2.83	0.23	0.65	5.68	8.73	si cumple
X3	2.98	0.13	0.39	3.77	9.73	si cumple
X4	2.83	0.13	0.37	3.61	9.81	si cumple
X5	2.83	0.23	0.65	6.09	9.36	si cumple
X6	2.98	0.23	0.69	11.10	16.19	si cumple
7x, 8x	1.60	1.86	2.98	17.59	5.91	si cumple

Fuente: Etabs v2016.

4.3.2.4.3. Densidad de muro

Según el reglamento y norma E.070, establece un mínimo de densidad que deberán tener los muros resistentes ante la acción sísmica, lo cual se determinara mediante la expresión presentada:

$$\frac{\text{Área de corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área típica construida en planta}} = \frac{\sum L_t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Siendo, Z, U, S, los parámetros según zonificación sísmica, “N” sustituye a la cantidad de niveles. “L” es la longitud total resistente del muro considerando el espesor de los elementos verticales de confinamiento ($L > 1.2m$) y “t” es el espesor efectivo del muro resistente.

Tabla 7. Factores sísmicos y de resistencia

Número de Pisos, N =	2.00	Niveles
Factor de Zona, Z =	0.45	Zona 4-El Porvenir
Factor de Uso, U =	1.00	Vivienda "C"
Factor de Suelo, S =	1.05	S ₂ Suelo Intermedio
Área Típica techada, A _p =	105.44	m ²
Albañilería artesanal, f'm =	35.00	Kg/cm ²
Esfuerzo a Corte Puro, V'm =	5.10	Kg/cm ²

Fuente: Norma E.030 y E.070.

$$Z.U.S.N = 0.45 \times 1 \times 1.05 \times 2 = 0.945$$

$$\frac{Z.U.S.N}{56} = \frac{0.945}{56} = 0.017$$

Tabla 8. Densidad de muros en dirección XX

Muro	Longitud L(m)	Espesor t(m)	L x t (m ²)
1X	2.98	0.23	0.69
2X	2.83	0.23	0.65
3X	2.98	0.13	0.39
4X	2.83	0.13	0.37
5X	2.83	0.23	0.65
6X	2.98	0.23	0.69
7x, 8x	1.60	1.86	2.98
Total	19.03	ΣL.t	6.41

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 9. Densidad de muros en dirección YY

Muro	Longitud	Espesor	L x t (m ²)
1Y	3.40	0.13	0.44
2Y	3.82	0.13	0.50
3Y	2.16	0.13	0.28
4Y	2.35	0.13	0.31
5Y	2.55	0.13	0.33
6Y	2.83	0.13	0.37
7Y	3.40	0.13	0.44
8Y	2.16	0.13	0.28
9Y	3.40	0.13	0.44
10Y	3.82	0.13	0.50
11Y	2.16	0.13	0.28
12Y	2.35	0.13	0.31
13Y	2.55	0.13	0.33
14Y	2.83	0.13	0.37
Total	39.78	ΣL.t	5.17

Fuente: Etabs v.2016.

$$\frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56} = \frac{5.17m^2}{105.44m^2} = 0.049 \geq 0.017 \text{ (si cumple)}$$

4.3.2.5. Predimensionamiento de elementos de confinamiento

4.3.2.5.1. Vigas solera

Según el reglamento y norma E.070, establece que el mínimo peralte efectivo que tendrá el elemento de confinamiento vertical no será superior al espesor de la losa, mientras que su ancho "t" tomará el mismo espesor del muro. Es por ello que todos los elementos de confinamiento horizontal están dimensionados con un, b= 15cm y h= 20cm, además cuentan con una longitud menor a 2h, por lo que no se necesitan ser diseñados ante fuerzas perpendiculares a su plano.

$$\frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{Z.U.S.N}{56} = \frac{6.41m^2}{105.44m^2} = 0.061 \geq 0.017 \text{ (si cumple)}$$

4.3.2.5.2. Elementos de confinamiento vertical

Según el reglamento y norma E.070, indica que el espesor mínimo del elemento no será inferior al ancho "t" del muro portante. Es por ello que se ha dimensionado con un espesor mayor de 15cm tratando de cumplir con los requerimientos de desplazamiento lineal del muro resistente.

4.3.2.6. Predimensionamiento de escalera

En el ancho del paso se ha tomado una dimensión $p= 0.25\text{m}$. El contrapaso se determina dividiendo la altura propuesta por la arquitectura entre 14, es decir:

$$C_p = \frac{h}{14} \rightarrow C_p = \frac{2.50\text{m}}{14} \rightarrow C_p = 0.1$$

La garganta tendrá un espesor “e” que se determina mediante la luz libre dividido por un cociente de 20-25, es decir:

$$e = \frac{L_n}{20-25} \rightarrow e = \frac{2.75\text{m}}{20-25} \rightarrow e = [0.13-0.18]\text{m}$$

Por facilidades en el proceso constructivo se ha considerado $e= 15\text{cm}$.

4.3.3. Metrado de cargas y peso total de la estructura

Existen cargas distintas aplicadas a la estructura, la primera son las cargas de gravedad que sirve para determinar los esfuerzos de cada elemento estructural, mientras que las cargas de sismo son amplificadas y que depende del tipo de sistema estructural que está analizando. Dichas cargas de sismo sirven para realizar los cálculos correspondientes del análisis sísmico estático. Es por ello que a continuación se presenta el peso sísmico de cada nivel, es decir un $100\%CM + 25\%CV$.

Tabla 10. Metrado de cargas

Nivel	Peso (Tonf)
1	138.82
2	130.48
Σ	269.30

Fuente: Etabs v.2016.

4.3.4. Modelamiento estructural

Para conocer la respuesta de la estructura ante la acción sísmica se realizó un análisis mediante un modelo espacial en el ETBAS v.2016. Con espesores de 13 y 15cm se modelaron los muros de albañilería como elementos bidimensionales.

Cada techo fue modelado como un diafragma rígido, es decir se garantizó tres grados de libertad por nivel, dos en traslación (x, y) y uno en rotación (z). además,

para todos los elementos de confinamiento vertical se consideró un empotrado perfecto en la base.

Los pesos o cargas fueron asignados directamente a los elementos área (membrana), mismas que tienen el trabajo de transmitir las cargas verticales a los muros portantes.

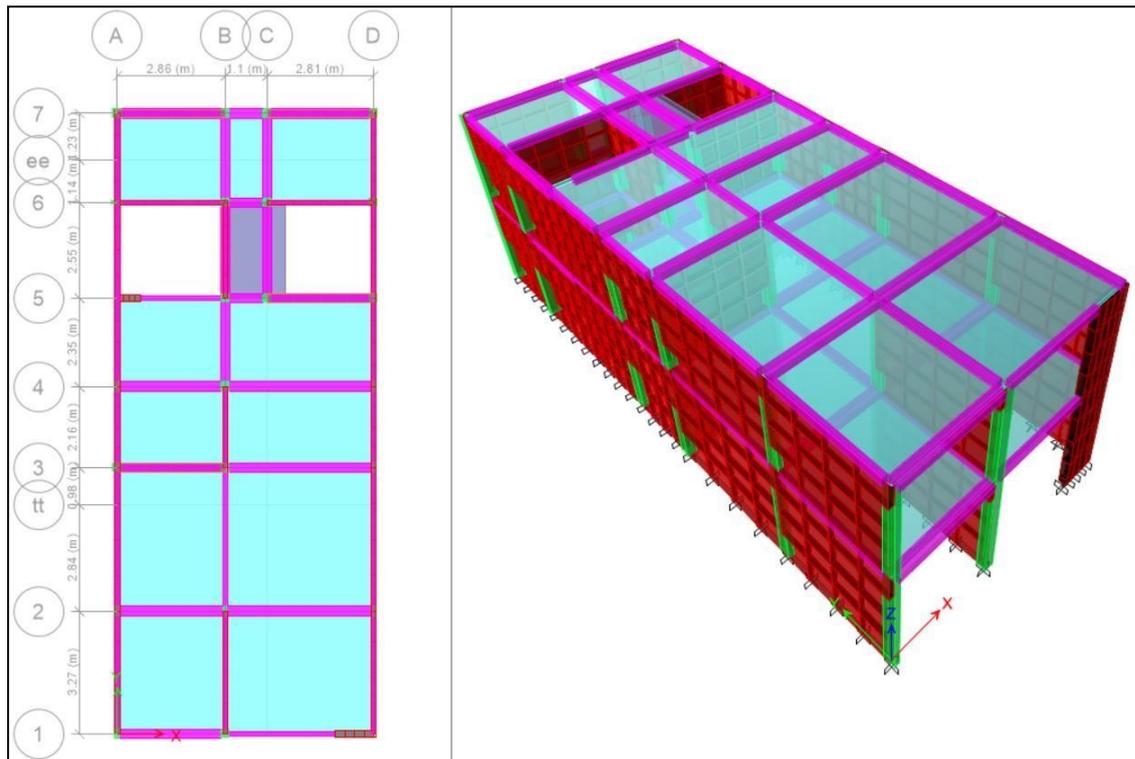


Figura 8: Modelo espectral de la estructura.

Fuente: Etabs v2016.

4.3.4.1. Parámetros sísmicos

4.3.4.1.1. Factor de zonificación

Según el inciso 10 de la norma sismorresistente E.030 (2018), el Perú está formado por cuatro regiones sísmicas; identificado como Z, este factor cuantifica la aceleración máxima del suelo con una verosimilitud de ser excedida en 50 años. De acuerdo al mapa geográfico, el distrito de El Porvenir está ubicada dentro de la zona 4, identificado mediante el factor $Z_4 = 0.45$.

4.3.4.1.2. Condiciones geotécnicas

En el inciso 12, de la norma sismo resistentes E.030 (2018) cada perfil de suelo es clasificado según las propiedades mecánicas que presenta el estrato determinado en el estudio de mecánica de suelos; el parámetro de amplificación sísmica está gobernado por cuatro perfiles de suelo. Según el estudio de suelos realizado por INGEOMA en el año 2019 nos informa que se tiene un perfil S2 (arena fina mal graduada). Al relacionar la zona cuatro con “S2” se idéntica un factor **$S_2= 1.05$**

4.3.4.1.3. Parámetros de sitio

En el capítulo 13, de la norma E.030 (2018) los valores correspondientes al periodo corto y largo del suelo se relacionan físicamente en función a la zonificación sísmica y perfil del suelo, es por ello que los periodos toman el valor de **$T_P= 0.60\text{seg}$** y **$T_L= 2.00\text{seg}$** respetivamente.

4.3.4.1.4. Factor de amplificación sísmica

Este factor se interpreta como el coeficiente que se amplifica en función a la respuesta que presenta la estructura con relación a la aceleración del terreno. Según el inciso 14 de la norma E.030 (2018) nos corresponde un valor **$C= 2.5$** debido a que se cumple $T < T_P$.

4.3.4.1.5. Factor de importancia

Según la norma E.030 (2018), en su artículo 15 clasifica a las edificaciones según la importancia de uso apropiado. Como nuestro prototipo está en base a una vivienda común, entonces **$U=1$** .

4.3.4.1.6. Sistema estructural

Según la norma E.030 (2018), nuestra estructura es clasificada como sistema regular, es decir no existente protuberancia en planta ni elevación. Por ello el coeficiente básico de reducción se mantiene al 100%, lo cual corresponde un valor **$R=3$** . Específicamente para albañilería.

4.3.4.2. Peso sísmico de la estructura

En el metrado de cargas de gravedad se ha considerado el peso de los muros portantes, losa aligera y maciza más el peso de los muros no portantes, sin

embargo, la masa de la escalera se asignó sobre la viga donde llega su apoyo. El peso total de la estructura es $P= 269.30\text{Tonf}$ (tabla 5).

4.3.4.3. Fuerza cortante en la base

En el artículo 28, la norma E.030 (2018) propone una expresión que determina la fuerza de corte que se produce en la base de la estructura producto de los cinco parámetros de zonificación y el peso sísmico total del edificio. El cortante está representado por un porcentaje de reducción que aportan los parámetros (ZUCS/R), siendo “R” la dependiente de la regularidad que ofrece la estructura, es decir mientras la estructura tenga más defectos en planta o elevación el coeficiente básico de reducción tiende a aumentar de valor, lo cual probaría a que la cortante tienda a aumentar produciendo mayor vulnerabilidad a la estructura y el proyecto sea antieconómico. La expresión de cálculo es el siguiente:

Como en la dirección “XX” y “YY” el sistema estructura el mismo, entonces $V_X= 106.04$ (Tonf) y $V_Y= 106.04$ (Tonf).

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \text{ (Tonf)} \rightarrow C/R \geq 0.11$$

$$V = \frac{(0.45)(1)(2.5)(1.05)}{3} \cdot P \rightarrow V = 39.38\% \cdot P$$

$$V = 0.394 (269.30\text{Tonf}) \rightarrow V = 106.04 \text{ (Tonf)}$$

4.3.4.4. Distribución de fuerzas sísmicas estáticas equivalentes

En estas fuerzas laterales, la cortante que actúa en la base del edificio se a fraccionado en cada nivel, es decir cada nivel será atacada por diferentes fuerzas sísmicas, lo cual dependerá del peso, distribución y altura acumulada desde la base que tiene cada piso.

El punto de concentración de la fuerza lateral equivalente coincidirá con el punto del centro de masas en planta de cada nivel. Según la norma E.030(2018) determina las fuerzas inerciales en altura mediante la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum P_i \cdot h_i} \cdot V_{X,Y}$$

Expresión cuando $T < 0.50$, en nuestro caso $T = 0.167 \text{seg} < 0.50 \text{seg}$. en este caso la distribución de las fuerzas inerciales será igual ambas direcciones de análisis “XX” y “YY” ya que $V_{XY} = 106.04 \text{Tonf}$.

Tabla 11 Densidad de muros en dirección YY

NIVEL	P_i (Ton)	h_i (Ton)	$P_i * h_i$	F_i (Ton)	V_i (Ton)
2	130.48	5.00	652.40	69.22	69.22
1	138.82	2.50	347.05	36.82	106.04
Σ	269.30		999.45	106.04	

Fuente: Etabs v.2016.

4.3.5. Análisis dinámico

En el inciso 29, de la norma E.030 (2018) se especifica dos procedimientos para realizar el análisis modal espectral. El primero se determina mediante un proceso de superposición modal espectral, mientras que el segundo método se realiza conociendo valores de un tiempo-historia.

Nuestro análisis está contemplado en el método del análisis de superposición modal espectral debido a que la estructura es el tipo convencional. Pues a este procedimiento se le asigna un 5% a la incertidumbre o cambio que existente permanentemente desde el centro de masas y rigidez de la estructura en planta, tal porcentaje es asignado según el distanciamiento perpendicular de cada dirección en análisis.

4.3.5.1. Espectro de Pseudo aceleraciones

Este análisis se realizará mediante un espectro inelástico para cada dirección de estudio “XX” y “YY”. El cual se determina mediante la siguiente operación:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \text{ (m/s}^2\text{)}$$

La tabla 12 y la figura 3, muestran los valores reales del espectro de pseudo aceleración (T vs S_a), lo cual es reducida a un espectro de diseño (T vs C) aplicando un factor de reducción de fuerza sísmica “R”, en nuestro caso $R=3$.

Tabla 12 Valores del (T vs C) y (T vs Sa) para cada periodo

T(s)	C	Sa(m/s ²)
0.00	2.50	3.863
0.20	2.50	3.863
0.40	2.50	3.863
0.60	2.50	3.863
0.70	2.14	3.311
0.80	1.88	2.897
1.00	1.50	2.318
1.20	1.25	1.931
1.40	1.07	1.655
1.60	0.94	1.449
1.80	0.83	1.288
2.00	0.75	1.159
2.20	0.62	0.958
2.40	0.52	0.805
2.60	0.44	0.686
2.80	0.38	0.591
3.00	0.33	0.515
3.20	0.29	0.453
3.40	0.26	0.401
3.60	0.23	0.358
3.80	0.21	0.321
4.00	0.19	0.290
4.20	0.17	0.263
4.50	0.15	0.229

Fuente: Etabs v.2016.

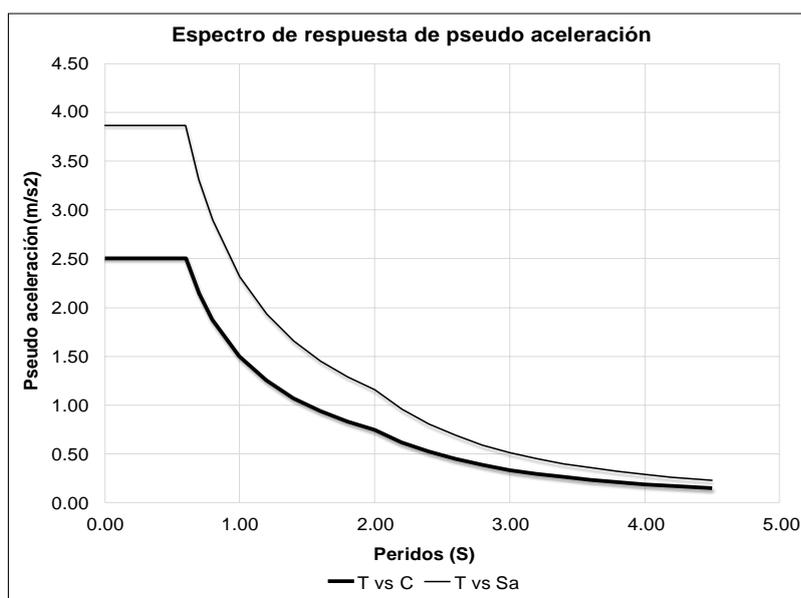


Figura 9: Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración

Fuente: Etabs v2016.

4.3.5.2. Análisis de modos de vibración y frecuencias

Los modos de vibración libre de la estructura están en función a la rigidez que aporta cada elemento estructural y de la misma concentración de masas de cada nivel. Cada modo de vibración libre es diferente en su forma y es el periodo quien lo define. Así mismo el número de modos está en función a la cantidad de grados de libertad que se le asigne a cada nivel de análisis.

Nuestra estructura está contemplada por 2 niveles y cada nivel está formada por un diafragma rígido lo cual garantiza tres grados de libertad por piso (dos en sentido traslacional y uno en rotación). Por ende, al considerar todos los niveles se tiene un total de 6 grados de libertad, lo cual significa que la estructura también posee 6 modos de vibración libre.

Tabla 13 Periodos y masas participativas de los modos de vibración

Mode	Periodo (s)	%Masa participativa XX	%Masa participativa YY
1	0.17	65.11	0.01
2	0.10	6.57	72.18
3	0.09	19.36	23.05
4	0.05	7.38	0.00
5	0.04	0.45	1.75
6	0.04	0.02	2.70

Fuente: Etabs v.2016.

El artículo 29, de la norma E.030(2018), indica que el número mínimo de modos que se tienen que utilizar para la combinación modal del análisis sísmico dinámico, se deberá considerar a menos los 3 primeros modos de vibración o aquellos que aportan como mínimo el 90% de masa efectiva del total de masa del edificio. Tal como se aprecia en las siguientes tablas.

Tabla 14. Periodos fundamentales de vibración que gobiernan en XX

Modo	Periodo (s)	%Masa participativa XX
1	0.17	65.11
3	0.09	19.36
4	0.05	7.38
Total		91.85

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 15. Periodos fundamentales de vibración que gobiernan en YY

Modo	Periodo (s)	%Masa participativa YY
2	0.10	72.18
3	0.09	23.05
6	0.04	2.70
Total		97.93

Fuente: Etabs v.2016.

4.3.5.3. Control de desplazamientos laterales y giro en planta

Según la norma E.030 (2018) manifiesta que el análisis sísmico estático o dinámico, ambos son análisis lineales y elásticos, es decir, con estos valores elásticos no estamos dando un factor de seguridad a la estructura, pero si el análisis lineal es multiplicado por un porcentaje de la reducción de fuerza sísmica "R", entonces lo estamos dando un factor de seguridad al que debe ser controlada mediante la distorsión angular de entrepiso conocidas también como derivas inelásticas. La estructura al tener derivas inelásticas significa que la norma permite figuraciones, grietas y fallos en los elementos no estructurales, pero no el colapso total de la estructura resistente.

Como nuestra estructura contiene un sistema regular, entonces a los desplazamientos elásticos se le multiplicara por (0.75R), esto con la finalidad de pasar el comportamiento estructural al rango inelástico en el que incursionaría ante un sismo severo.

Tabla 16. Derivas máximas y ratio de torsión en planta en dirección XX

Nivel	Derivas (A)	Derivas C.M (B)	Ratio-Torsión [C=A/B]	Límites		Condiciones	
				(A)	(C)	(A)	(C)
Piso 1	0.0046	0.0037	1.24	0.005	1.3	cumple	cumple
Piso 2	0.0041	0.0034	1.21	0.005	1.3	cumple	cumple

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 17. Derivas máximas y ratio de torsión en planta en dirección YY

Nivel	Derivas (A)	Derivas C.M (B)	Ratio-Torsión [C=A/B]	Límites		Condiciones	
				(A)	(C)	(A)	(C)
Piso 1	0.0033	0.0031	1.04	0.005	1.3	cumple	cumple
Piso 2	0.0021	0.0020	1.02	0.005	1.3	cumple	cumple

Fuente: Etabs v.2016.

En la tabla 16, se aprecia la deriva máxima de 0.0046 radianes producido en el segundo nivel de la dirección XX. Mientras que en la tabla 17, se observa una distorsión máxima de 0.0033 radianes pertenecientes al primer nivel de la dirección YY. Ambos valores máximos de cada dirección de análisis son inferiores al máximo admisible de 5/1000 tal como indica la norma E.030(2018) para sistemas de albañilería. así mismo, los valores de ratio de la irregularidad torsional en planta son de 1.24 y 1.04 en dirección “XX” y “YY” respectivamente, ambos valores menores al máximo permitido de 1.3.

4.3.5.4. Fuerza cortante de diseño

En el capítulo 29, de la norma E.030 (2018) menciona que en ambas direcciones de análisis la fuerza basal no será inferior que el 80% ni 90% para estructuras regulares e irregulares respectivamente. Así mismo la norma menciona que si la fuerza cortante dinámica calculada es inferior al cortante estático, se deberá escalar para llegar a los valores mínimos señalados, lo cual se escalaran proporcionalmente todos los resultados obtenidos obviando los desplazamientos laterales.

En nuestro caso la estructura es regular por lo que se cumple la primera condición, es decir no será necesario escalar los resultados.

Tabla 18. Fuerza cortante estático vs dinámico

	V estático (Tonf)	V dinámico (Tonf)	Factor de escala
Sismo xx	106.04	425.13	1
Sismo yy	106.04	554.81	1

Fuente: Etabs v.2016.

4.3.5.5. Junta de separación sísmica

Para evitar el choque o cabeceo con estructuras vecinas ante la acción sísmica, la norma E.030 (2018) proporciona un espacio mínimo (s). Donde el espacio no será inferior a los 2/3 del desplazamiento máximo de las estructuras adyacentes, ni menor que $(3+0.004(h-500)) \geq 3\text{cm}$, siendo “h” la altura total de análisis.

En nuestro caso se desconoce los desplazamientos de las estructuras vecinas, entonces:

$$S = 3 + 0.004(500 - 500) \geq 3 \text{ cm}$$

$$S = 3.004 \geq 3 \text{ cm}$$

$$S = 3.5 \text{ cm}$$

4.4. Diseño y análisis estructural

Para el diseño de albañilería confinada y concreto armado es importante conocer los propósitos de la Norma E.070 y E.060. Según la norma vigente E.070, indica que todo edificio de albañilería confinada en su análisis se considerara los criterios en base a un sismo severo con solicitud de reducción de la fuerza sísmica $R=3$. Mientras que para el diseño se deberá aplicar los criterios en base a un sismo moderado, es decir, su diseño será mediante la proporción de fuerzas de inercia equivalentes a un medio de los valores generados por el sismo raro ($R=3*2$).

Para el diseño de los elementos de concreto armado se aplicará el método de rotura conocida también como el diseño por resistencia. Este diseño consiste en asignarle una sección requería al elemento estructural, lo cual la capacidad de resistencia que ofrece el elemento no será menor a la capacidad de la demanda. La resistencia de diseño, es aquella resistencia afectada por los factores de seguridad para llegar a una resistencia nominal que ofrece la sección. Mientras que la resistencia requerida es aquella que se genera después de amplificar las cargas consideradas en el diseño.

4.4.1. Diseño de muro de albañilería

4.4.1.1. Verificación para el diseño

Para realizar el diseño de albañilería es fundamental aclarar los lineamientos requeridos por la norma E.070, lo cual nos facilita las diferentes expresiones, así como:

Tabla 19. Expresiones para el diseño de muros de albañilería

L	Longitud resistente del muro confinado (m)
Pg	Carga gravitacional de servicio con s/c mayorada ($P_g = 100\%CM + 25\%CV$)
V _e	Solicitación de la fuerza cortante del sismo moderado
M _e	Momento de flexión producido por el sismo moderado
α	Coficiente de menoración de resistencia al corte por esbeltez ($1/3 \leq \alpha = V_e \cdot L / M_e$)
V _m	Capacidad o resistencia al agrietamiento diagonal ($V_m = 0.5 \cdot V' \cdot m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 \cdot P_g$)
V'm	Resistencia al corte puro de la albañilería, este caso ($V' \cdot m = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$)
t	Espesor mínimo de los muros portantes, $t = 0.13 \text{ m}$
V _{m1} /V _{e1}	Fracción de amplificación para llegar sismo raro
V _u	Fuerza de corte último ante sismo raro ($V_u = V_e \cdot (V_m / V_{e1})$)
M _u	Momento de flexión último ante sismo raro ($M_u = M_e \cdot (V_{m1} / V_{e1})$)
V _E	Cortante por nivel ante sismo modaro

Fuente: Norma E.070

4.4.1.2. Fuerzas internas de diseño

Tabla 20. Carga axial, cortantes y momentos por sismo moderado en dirección

Nivel	Muro	Pg (Kgf)	V _e (Kgf)	M _e (Kgf-m)
Peso1	1Y	5292.49	214.21	361.21
Peso1	2Y	6498.74	468.69	417.3
Peso1	3Y	2932.96	303.52	229.01
Peso1	4Y	2609.13	123.83	132
Peso1	5Y	2555.73	183.64	148.64
Peso1	6Y	2498.05	227.07	152.52
Peso1	7Y	10239.15	224.53	375.35
Peso1	8Y	5519.24	307.67	236.27
Peso1	9Y	5115.06	84.35	163.22
Peso1	10Y	7942.39	54.16	131.58
Peso1	11Y	3879.92	37.15	82.79
Peso1	12Y	3514.87	174.48	122.7
Peso1	13Y	3169.46	261.29	146.44
Peso1	14Y	2750.38	187.49	106.49
Peso1	X1	5446.1	19833.8	17111.28
Peso1	X2	5493.06	19459.61	16482.71
Peso1	X3	3573.76	15112.97	9566.01
Peso1	X4	3441.95	14811.98	9677.34
Peso1	X5	5872.02	32757.77	26399.46
Peso1	X6	10194.32	50222.91	41887.17
Peso1	7x, 8x	17001.38	45940.68	102745.25

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 21. Carga axial, cortantes y momentos por sismo moderado en dirección YY.

Nivel	Muro	Pg (Kgf)	Ve (Kgf)	Me (Kgf-m)
Peso1	1Y	5292.49	17165.83	10045.75
Peso1	2Y	6498.74	22093.85	8273.37
Peso1	3Y	2932.96	12258.32	4558.72
Peso1	4Y	2609.13	13403.46	5104.55
Peso1	5Y	2555.73	14568.61	5744.58
Peso1	6Y	2498.05	12738.56	5610.09
Peso1	7Y	10239.15	15351.81	12207.5
Peso1	8Y	5519.24	9816.3	5620.28
Peso1	9Y	5115.06	19411.9	8106.27
Peso1	10Y	7942.39	24377.29	8649.14
Peso1	11Y	3879.92	13428.55	4901.36
Peso1	12Y	3514.87	14486.16	5080.78
Peso1	13Y	3169.46	15246.28	5587.91
Peso1	14X	2750.38	13124.04	5738.4
Peso1	X1	5446.1	685.97	697.92
Peso1	X2	5493.06	723.65	724.23
Peso1	X3	3573.76	394.43	224.67
Peso1	X4	3441.95	242.16	181.74
Peso1	X5	5872.02	1048.83	879.62
Peso1	X6	10194.32	1226.87	909.18
Peso1	7x, 8x	17001.38	5310.49	4297.16

Fuente: Etabs v.2016.

4.4.1.3. Resistencia al agrietamiento diagonal y control de fisuración

La norma E.070, específica sobre los controles de resistencia al agrietamiento, es decir los muros portantes de albañilería no debe presentar fisuras después del acto de las fuerzas cortantes generadas por el sismo moderado, dicha verificación de resistencia se realizará mediante la expresión siguiente:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

La verificación al corte de resistencia diagonal del muro se realizará para cada nivel de análisis, en nuestro caso se verifico solo el primer nivel por ser el piso más crítico, mediante la siguiente expresión:

$$V_m = 0.5V_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_g$$

Tabla 22. Diseño de muros por figuración - sismo moderado
en dirección "XX" y "YY".

Nivel	Muro	Ve Max (Kgf)	Me max (Kgf-m)	L(m)	—	α	t (m)	V _m (Kgf)	≤ .
Peso1	1Y	17165.83	10045.75	3.40	5.81	1.00	0.13	49682.57	No Fisurado
Peso1	2Y	22093.85	8273.37	3.82	10.20	1.00	0.13	55946.90	No Fisurado
Peso1	3Y	12258.32	4558.72	2.16	5.81	1.00	0.13	31464.30	No Fisurado
Peso1	4Y	13403.46	5104.55	2.35	6.17	1.00	0.13	34098.17	No Fisurado
Peso1	5Y	14568.61	5744.58	2.55	6.47	1.00	0.13	36936.79	No Fisurado
Peso1	6Y	12738.56	5610.09	2.83	6.43	1.00	0.13	40914.79	No Fisurado
Peso1	7Y	15351.81	12207.5	3.40	4.28	1.00	0.13	50820.30	No Fisurado
Peso1	8Y	9816.3	5620.28	2.16	3.77	1.00	0.13	32059.15	No Fisurado
Peso1	9Y	19411.9	8106.27	3.40	8.14	1.00	0.13	49641.76	No Fisurado
Peso1	10Y	24377.29	8649.14	3.82	10.77	1.00	0.13	56278.94	No Fisurado
Peso1	11Y	13428.55	4901.36	2.16	5.92	1.00	0.13	31682.10	No Fisurado
Peso1	12Y	14486.16	5080.78	2.35	6.70	1.00	0.13	34306.50	No Fisurado
Peso1	13Y	15246.28	5587.91	2.55	6.96	1.00	0.13	37077.95	No Fisurado
Peso1	14Y	13124.04	5738.4	2.83	6.47	1.00	0.13	40972.82	No Fisurado
Peso1	X1	19833.8	17111.28	2.98	3.45	1.00	0.23	60676.78	No Fisurado
Peso1	X2	19459.61	16482.71	2.83	3.34	1.00	0.23	57696.43	No Fisurado
Peso1	X3	15112.97	9566.01	2.98	4.71	1.00	0.13	34409.54	No Fisurado
Peso1	X4	14811.98	9677.34	2.83	4.33	1.00	0.13	32688.58	No Fisurado
Peso1	X5	32757.77	26399.46	2.83	3.51	1.00	0.23	67742.36	No Fisurado
Peso1	X6	50222.91	41887.17	2.98	3.57	1.00	0.23	107210.89	No Fisurado
Peso1	7x, 8x	45940.68	102745.25	1.60	0.72	0.72	1.86	188500.11	No Fisurado

Fuente: Etabs v.2016.

La resistencia total al corte del edificio en dirección Y-Y es, V_{mi}= 58188305 Kgf y para X-X, V_{mi}= 548924.70 Kgf. Pues ambos valores deberán ser superiores al cortante generado por el sismo severo.

4.4.1.4. Diseño por resistencia

Este diseño consta en realizar la verificación de la resistencia al corte global del edificio y de cada muro, lo cual deberá ser mayor al cortante del sismo severo, y se verifica mediante la siguiente condición.

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

Tabla 23. Resistencia al corte del edificio vs cortante generado por sismo severo.

	$\sum V_{mi}$ (Kgf)	V _{Ei} (Kgf)	$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$
Dirección yy	581883.05	554810.00	si cumple
Dirección xx	548924.70	425130.00	si cumple

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 24. Verificación de la resistencia al corte de cada muro “XX” y “YY”.

Nivel	Muro	V _{Ei} XX (Kgf)	V _{Ei} YY (Kgf)	V _{Ei} Max (Kgf)	≥
Peso1	1Y	428.42	34331.65	34331.65	Resistente
Peso1	2Y	937.37	44187.69	44187.69	Resistente
Peso1	3Y	607.04	24516.64	24516.64	Resistente
Peso1	4Y	247.66	26806.92	26806.92	Resistente
Peso1	5Y	367.28	29137.22	29137.22	Resistente
Peso1	6Y	454.15	25477.11	25477.11	Resistente
Peso1	7Y	449.06	30703.63	30703.63	Resistente
Peso1	8Y	615.34	19632.61	19632.61	Resistente
Peso1	9Y	168.71	38823.79	38823.79	Resistente
Peso1	10Y	108.32	48754.58	48754.58	Resistente
Peso1	11Y	74.31	26857.11	26857.11	Resistente
Peso1	12Y	348.97	28972.32	28972.32	Resistente
Peso1	13Y	522.58	30492.55	30492.55	Resistente
Peso1	14Y	374.99	26248.09	26248.09	Resistente
Peso1	X1	39667.59	1371.94	39667.59	Resistente
Peso1	X2	38919.22	1447.3	38919.22	Resistente
Peso1	X3	30225.93	788.85	30225.93	Resistente
Peso1	X4	29623.96	484.32	29623.96	Resistente
Peso1	X5	65515.55	2097.66	65515.55	Resistente
Peso1	X6	100445.81	2453.73	100445.81	Resistente
Peso1	7x, 8x	91881.35	4988.61	91881.35	Resistente

Fuente: Etabs v.2016.

4.4.1.5. Diseño de columnas de confinamiento extrema

Según la norma E.070, establece tres expresiones que determinan la necesidad de reforzar el elemento vertical de confinamiento, los cuales son:

$$V_C = 1.5 \frac{v_{m1} \cdot L}{L(N_c + 1)}$$

$$T = F - P_c$$

$$C = P_c + F$$

Siendo V_C, la fuerza cortante, “T” es la tracción y “C” es la compresión. Así mismo “L” presenta a la longitud del paño mayor, “N_C” es la cantidad de columnas por paño, “F” representa a la fuerza axial de los elementos de confinamiento vertical, P_c representa el total de las cargas verticales aplicadas directamente sobre el muro.

Tabla 25. Factores de reducción y características del material

Resistencia especificada a la compresión	f'c	175	Kg/cm ²
Esfuerzo máximo de fluencia del acero	f'y	4200	Kg/cm ²
factor de junta	u	1	
Factor de menoración de resistencia	Ø	0.85	
Factor de reducción por estribo cerrado	Ø	0.70	
Factor de reducción por cortante y torsión	Ø	0.85	
Área de la barra para estribos cerrados	A _b	0.71	cm ²
Área de la barra longitudinal	A _b	1.29	cm ²
Peralte efectivo mínimo de confinamiento	d	13	cm

Fuente: Norma E.070.

Tabla 26. Carga vertical aplicada directamente al muro.

Nivel	Muro	M(Kg-m)	L(m)	F(Kg)	N° col. Conf	Long paño mayor (m)	0.5L	PC (Kg)
Peso1	1Y	-37996.35	3.40	11175.40	2	3.4	1.7	2646.25
Peso1	2Y	-54578.17	3.82	14287.48	2	3.82	1.91	3249.37
Peso1	3Y	-30775.62	2.16	14247.97	2	2.16	1.08	1466.48
Peso1	4Y	-33046.65	2.35	14062.40	2	2.35	1.175	1304.57
Peso1	5Y	-35300.04	2.55	13843.15	2	2.55	1.275	1277.87
Peso1	6Y	-38404.69	2.83	13570.56	2	2.37	1.415	1249.03
Peso1	7Y	-31984.91	3.40	9407.33	2	3.4	1.7	5119.58
Peso1	8Y	-26419.01	2.16	12231.02	2	2.16	1.08	2759.62
Peso1	9Y	-46286.34	3.40	13613.63	2	3.27	1.7	2557.53
Peso1	10Y	-56008.62	3.82	14661.94	2	3.82	1.91	3971.20
Peso1	11Y	-31207.01	2.16	14447.69	2	2.16	1.08	1939.96
Peso1	12Y	-34281.34	2.35	14587.80	2	2.35	1.175	1757.44
Peso1	13Y	-36465.80	2.55	14300.32	2	2.55	1.275	1584.73
Peso1	14Y	-38098.11	2.83	13462.23	2	2.37	1.415	1375.19
Peso1	X1	-30579.82	2.98	10261.68	2	2.86	1.49	2723.05
Peso1	X2	-29020.06	2.83	10254.44	2	2.81	1.415	2746.53
Peso1	X3	-24672.78	2.98	8279.46	2	2.86	1.49	1786.88
Peso1	X4	-22772.65	2.83	8046.87	2	2.81	1.415	1720.98
Peso1	X5	-36858.68	2.83	13024.27	2	2.81	1.415	2936.01
Peso1	X6	-55318.12	2.98	18563.13	2	2.86	1.49	5097.16
Peso1	7x, 8x	53760.61	1.60	33600.38	2	1.6	0.8	8500.69

Fuente: Etabs v.2016.

Tabla 27. Esfuerzos en la columna de confinamiento.

Nivel	Muro	Vc (Kg)	T (Kg)	C (Kg)
Peso1	1Y	24841.29	8529.15	13821.64
Peso1	2Y	27973.45	11038.11	17536.85
Peso1	3Y	15732.15	12781.49	15714.45
Peso1	4Y	17049.09	12757.84	15366.97
Peso1	5Y	18468.40	12565.29	15121.02
Peso1	6Y	17132.16	12321.54	14819.59
Peso1	7Y	25410.15	4287.75	14526.90
Peso1	8Y	16029.57	9471.40	14990.64
Peso1	9Y	23871.85	11056.10	16171.16
Peso1	10Y	28139.47	10690.75	18633.14
Peso1	11Y	15841.05	12507.73	16387.65
Peso1	12Y	17153.25	12830.37	16345.24
Peso1	13Y	18538.98	12715.59	15885.05
Peso1	14Y	17156.46	12087.04	14837.42
Peso1	X1	29116.71	7538.63	12984.73
Peso1	X2	28644.34	7507.91	13000.97
Peso1	X3	16511.96	6492.58	10066.34
Peso1	X4	16228.78	6325.90	9767.85
Peso1	X5	33631.81	10088.26	15960.28
Peso1	X6	51446.84	13465.97	23660.29
Peso1	7x, 8x	94250.05	25099.69	42101.07

Fuente: Etabs v.2016.

Según la norma E.070, para el diseño del refuerzo vertical en las columnas de amare, especifica que se deberá colocar a menos 4Ø8mm como mínimo dentro del núcleo confinado, lo cual se reforzará para soportar las combinaciones de corte-fricción y la sollicitación de tracción. Así mismo, los elementos de confinamiento estarán rodeados de estribos de confinamiento colocado no menor a Ø6mm, con espaciamiento de, (1@5cm,4@10, rst@25 cm). Estos valores se determinan mediante las siguientes expresiones:

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot u \cdot \phi}$$

$$A_{st} = \frac{T}{f_y \cdot \phi}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0.1 f'_c \cdot A_c}{f_y}$$

Siendo $\phi=0.85$ el valor de minoración de resistencia y $u=1$ para juntas.

Tabla 28. Sección requerida y refuerzo en los elementos de confinamiento vertical.

Nivel	Muro	N° col.	t(cm)	D (cm)	Ac (cm ²)	An (cm ²)	Asf (cm ²)	Ast(c m ²)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	As max	As long colocado	As real col (cm ²)
Peso1	1Y	2	25	25	625	441	4.09	2.39	6.48	2.60	6.48	6Ø1/2"	7.74
Peso1	2Y	2	25	25	625	441	4.61	3.09	7.70	2.60	7.7	6Ø1/2"	7.74
Peso1	3Y	2	25	25	625	441	2.59	3.58	6.17	2.60	6.17	6Ø1/2"	7.74
Peso1	4Y	2	25	25	625	441	2.81	3.57	6.38	2.60	6.38	6Ø1/2"	7.74
Peso1	5Y	2	25	25	625	441	3.04	3.52	6.56	2.60	6.56	6Ø1/2"	7.74
Peso1	6Y	2	25	25	625	441	2.82	3.45	6.27	2.60	6.27	6Ø1/2"	7.74
Peso1	7Y	2	25	25	625	441	4.19	1.2	5.39	2.60	5.39	6Ø1/2"	7.74
Peso1	8Y	2	25	25	625	441	2.64	2.65	5.29	2.60	5.29	6Ø1/2"	7.74
Peso1	9Y	2	25	25	625	441	3.93	3.1	7.03	2.60	7.03	6Ø1/2"	7.74
Peso1	10Y	2	25	25	625	441	4.64	2.99	7.63	2.60	7.63	6Ø1/2"	7.74
Peso1	11Y	2	25	25	625	441	2.61	3.5	6.11	2.60	6.11	6Ø1/2"	7.74
Peso1	12Y	2	25	25	625	441	2.83	3.59	6.42	2.60	6.42	6Ø1/2"	7.74
Peso1	13Y	2	25	25	625	441	3.05	3.56	6.62	2.60	6.62	6Ø1/2"	7.74
Peso1	14Y	2	25	25	625	441	2.83	3.39	6.21	2.60	6.21	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X1	2	25	25	625	441	4.8	2.11	6.91	2.60	6.91	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X2	2	25	25	625	441	4.72	2.1	6.82	2.60	6.82	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X3	2	25	25	625	441	2.72	1.82	4.54	2.60	4.54	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X4	2	25	25	625	441	2.67	1.77	4.45	2.60	4.45	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X5	2	25	25	625	441	4.49	2.83	7.31	2.60	7.31	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X6	2	25	25	625	441	4.8	2.29	7.09	2.60	7.09	6Ø1/2"	7.74

Usar estribo: Ø3/8", 1@5 ; 4@15 ; rst @30

Fuente: Etabs v.2016.

4.4.1.6. Diseño de viga solera

Según la norma E.070, menciona que los elementos de confinamiento horizontal, se diseñan mediante la sollicitación a tracción. Para determinar el refuerzo necesario la norma establece dos expresiones.

$$A_s = \frac{T_s \cdot L_m}{\phi \cdot f_y} \geq \frac{0.1 \cdot f_c \cdot A_{cs}}{f_y}$$

Siendo T_s , la fuerza de sollicitación que el elemento deberá soportar, " L_m " es la longitud del muro confinado, $\phi=0.9$ siendo esto el factor de minoración.

Tabla 29. Refuerzo en los elementos de confinamiento horizontal

Nivel	Muro	Lm (m)	t (m)	Ts (Kg)	As req (cm ²)	As min (cm ²)	As long col.	As real col.
Peso1	1Y	3.40	0.13	24841.29	6.57	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	2Y	3.82	0.13	27973.45	7.40	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	3Y	2.16	0.13	15732.15	4.16	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	4Y	2.35	0.13	17049.09	4.51	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	5Y	2.55	0.13	18468.40	4.89	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	6Y	2.83	0.13	17132.16	4.53	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	7Y	3.40	0.13	25410.15	6.72	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	8Y	2.16	0.13	16029.57	4.24	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	9Y	3.40	0.13	23871.85	6.32	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	10Y	3.82	0.13	28139.47	7.44	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	11Y	2.16	0.13	15841.05	4.19	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	12Y	2.35	0.13	17153.25	4.54	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	13Y	2.55	0.13	18538.98	4.90	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	14Y	2.83	0.13	17156.46	4.54	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X1	2.98	0.23	29116.71	7.70	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X2	2.83	0.23	28644.34	7.58	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X3	2.98	0.13	16511.96	4.37	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X4	2.83	0.13	16228.78	4.29	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X5	2.83	0.23	33631.81	6.67	2.08	6Ø1/2"	7.74
Peso1	X6	2.98	0.23	51446.84	6.12	2.08	6Ø1/2"	7.74
Usar estribo: Ø3/8", 1@5 ; 4@15 ; rst @30								

Fuente: Etabs v.2016.

4.4.2. Diseño de losa aligerada

La losa aligerada es un elemento de comportamiento rígido y es diseñada aplicando factores de flexión. En nuestro caso el peralte de la losa es $h=0.20\text{m}$, es decir la altura del ladrillo no será inferior a 15cm. Siguiendo los lineamientos de la norma E.060, para el diseño de losas aligeradas se tomará 40cm de ancho como área tributaria, carga que será soportará por una vigueta de $e=0.10\text{m}$.

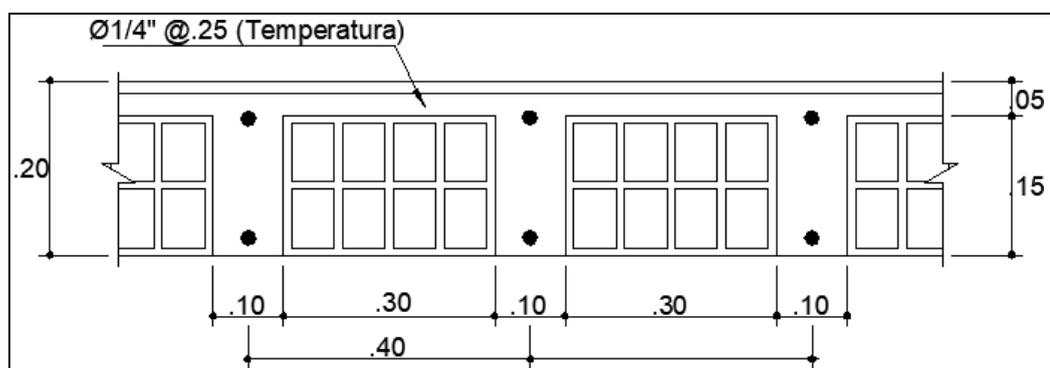


Figura 10. Sección típica de losas aligeradas

4.4.2.1. Diseño por flexión

Se realizó el diseño de los paños más críticos, en este caso fueron los ejes (1-2/A-B, 2-3/A-B y 2-3/A-B).

Tabla 30. Metrado de cargas para el análisis y diseño del aligerado

F'c=	210.00	Kg/cm2	
d=	17.00	Cm.	
b=	40.00	Cm.	
bw=	10.00	Cm.	
Fy=	4,200.00	Kg/cm2	
MODELO MATEMATICO			
CARGA MUERTA			
PESO LOSA	300.00	Kg/m ²	\rightarrow WD= 208.00 Kg/ml
ACABADOS	100.00	Kg/m ²	
TABIQUERIA	100.00	Kg/m ²	
TARRAJEO	20.00	Kg/m ²	
WD=	520.00	Kg/m ²	
CARGA VIVA			
WL=	200.00	Kg/m ²	\rightarrow WL= 80.00 Kg/ml
CARGA ULTIMA			
WU=	1.4WD+1.7WL		\rightarrow WU= 0.43 Tn/ml
WU=	427.200 Kg/m		
CARGA POR VIGUETA	170.88	Kg/ml	

Fuente: Etabs v.2016.

Para determinar los diagramas del momento flector, las cargas serán amplificadas, mediante una combinación ($U= 1.4CM + 1.7CV$), lo cual se obtendrá la carga ultima y momento ultimo de diseño.

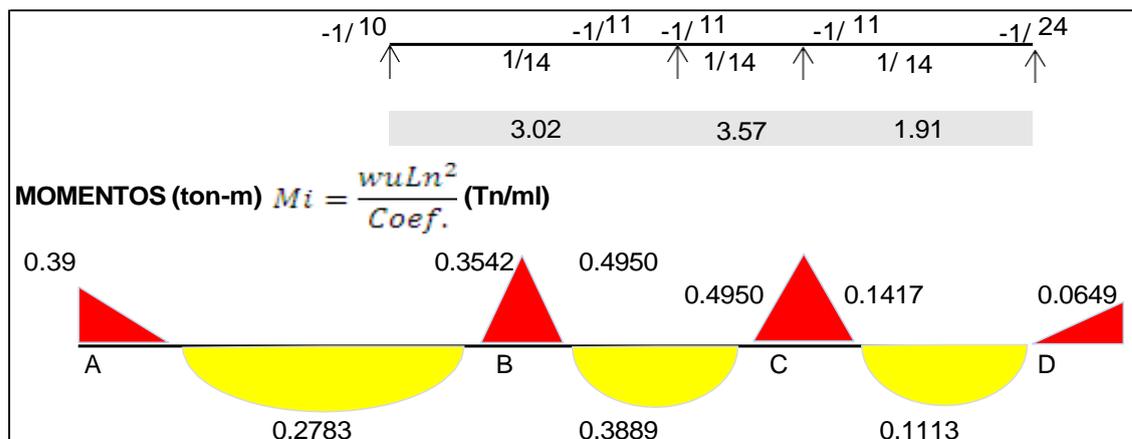


Figura 11: Análisis y diagrama de momentos últimos

En el diagrama de momentos flectores se aprecia tres zonas críticas inferiores al eje de análisis y cuatro zonas críticas sobre el apoyo. Conocido los momentos últimos de diseño la norma E.060, establece una expresión que determina al acero mínimo de refuerzo para cada sección crítica de análisis.

$$A_{s(\min)} = \frac{14.1}{f_y} b \cdot d$$

$$A_s = \frac{0.85 f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_U}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}}\right)$$

Tabla 31. Metrado de cargas para el análisis y diseño del aligerado

As(mim) =		0.571 cm ²			
Momentos negativos			As calculado		As colocado
MA	0.390	Tonf-m	0.680	cm ²	1Ø1/2"
MB	0.495	Tonf-m	0.816	cm ²	1Ø1/2"
MC	0.495	Tonf-m	0.816	cm ²	1Ø1/2"
MD	0.065	Tonf-m	0.102	cm ²	1Ø1/2"
Momentos positivos			As calculado		As colocado
MAB	0.278	Tonf-m	0.476	cm ²	1Ø3/8"
MBC	0.389	Tonf-m	0.629	cm ²	1Ø3/8"
MCD	0.111	Tonf-m	0.170	cm ²	1Ø3/8"

Fuente: Etabs v.2016.

4.4.2.2. Refuerzo por temperatura

Para el refuerzo superior se deberá considerar como mínimo un h=5cm y un ancho crítico de un metro. Según la norma E.060, la cuantía mínima será igual $\rho = 0.0025$ para barras o aceros lisos. Operando el criterio tendremos:

$$A_{st} = \frac{14.1}{f_y} \cdot 0.0025(100\text{cm})(5\text{cm}) \rightarrow A_{st} = 1.25\text{cm}^2/\text{m}$$

considerando $\text{Ø}1/4"$, =0.32cm², determinamos el espaciamiento (s).

$$S = \frac{0.32\text{cm}^2}{1.25\text{cm}^2} \rightarrow S = 25\text{cm}$$

Finalmente se usará barras lisas de $\text{Ø}1/4"$ @25cm, esto será el refuerzo por temperatura.

4.4.3. Diseño de placas

Son denominados placas o muros de corte debido al porcentaje del cortante basal que absorben. Se caracterizan entonces por tener carga de gravedad, mayor cortante y bastante momento flector, particularmente en los primeros pisos.

Consecuentemente el diseño se realizará para soportar solicitaciones a flexo compresión y cortante. Como las placas son elementos estructurales que están sometidos a bajos esfuerzos de compresión, para abordar el primer análisis se establece un comportamiento solo a flexión, y es así como se determinará el área requerida de acero.

$$A_s = M_u / (d \cdot f_y \cdot f)$$

Siendo "Mu" el momento último de diseño, "d" es la distancia de la fibra extrema y "Ø" es el factor de reducción de resistencia. Desarrollando los cálculos se tiene:

$$M_u = 55.60 \text{ tonf-m}$$

$$d = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 55.60 \cdot 1000 / (0.9 \cdot 4200 \cdot 0.8 \cdot 1000) = 18.4 \text{ cm}^2$$

Asumiendo que se usará 14Ø1/2. El refuerzo distribuido de forma vertical se determina según el acero mínimo en placas, mediante:

$$A_s = 0.0025 \times 100 \times 20 = 5.00 \text{ cm}^2$$

Colocaremos 2 varillas de 3/8@0.20m

El valor de eje neutro "c" es de 77cm y corresponde a los valores de Pu= 35Tonf y Vu= 30Tonf

Para verificar si es necesario diseñar núcleos confinados se debe cumplir con las siguientes expresiones.

$$\sigma_{Comp.Max} = \frac{P_U}{L_w \cdot e} + \frac{M_U \cdot I_w}{2I} \quad \sigma_{Comp.Max} < 0,2f'_c$$

Siendo $P_u = 35 \text{Tonf}$ como carga vertical, $M_u = 30 \text{Tonf-m}$ el momento flector, $L_w = 100 \text{cm}$, $e = 20 \text{cm}$ como espesor de la sección. Calculando datos el esfuerzo a compresión máxima resulta ser:

$$\sigma_{Comp.Max} = 16.96 \text{Kg/cm}^2$$
$$\sigma_{Comp.Max} = \frac{16.96 \text{kg}}{\text{cm}^2} < 0.2f' = 42 \text{kg/cm}^2$$

Mediante lo calculado se identifica que no es necesario utilizar elementos de núcleo confinado.

4.4.4. Diseño de cimentación

En esta estructura se ha planteado un diseño de cimentación corrida, sin embargo, se ha diseñado una zapata típica aislada para el caso más crítico, esto con la finalidad de asegurar la cimentación cuando el propietario decida extender la construcción.

En la tabla 5, se muestran los detalles de resistencia del suelo para una cimentación cuadrada (zapata aislada), de lo cual se puede deducir que en la zona de estudio se tiene un suelo con capacidad portante admisible neta de $\sigma_{adm_neta} = 1.80 \text{Kg/cm}^2$ con un desplante no menor a $D_f = 1.50 \text{m}$, teniendo estos datos se pasó a realizar el respectivo diseño de ambos casos.

4.4.4.1. Diseño de zapatas aislada

Según la norma E.060, para el diseño de zapata aislada se tiene que amplificar las cargas de servicio mediante un factor del 1.4 para carga permanente y 1.7 para carga viva ($1.4C_M + 1.7C_V$). siguiendo este criterio de plantea el diseño, tal como se indica a continuación:

Tabla 32. Tabla 32. Datos generales empleados en el diseño

r =	7.50	cm	Recubrimiento mínimo
b =	0.25	m	Seccion de la columna
t =	0.25	m	Seccion de la columna
Ab=	1.29	cm ²	Área de la barra mayor de la columna
σ_t =	1.80	Kg/cm ²	Capacidad portante admisible neta de suelo
Df=	1.50	m	Desplante mínimo a considerar
Fc=	210	Kg/cm ²	Resistencia a la compresion
fy=	4200	Kg/cm ²	Fluencia máxima del acero
Pd=	12820	Kg	Peso muerto
PL=	2240	Kg	Peso vivo
ϕ =	0.85	factor de corte	
ϕ =	0.90	facto de flexión	

Fuente: Etabs y Norma E.060

Tabla 33. Diseño del acero

Metrado de cargas			
Peso propio zapata	1305.46	Kg	
Carga permanente	12820.00	Kg	
Carga viva	2240.00	Kg	
Carga Ultima	21756.00	Kg	
Secciones de diseño			
Ancho (A)	1.15	m	
Ancho (B)	1.15	m	
Peral (h)	0.60	m	
Verificación por punzonamiento			
Presión neta sobre el suelo (Wn)	1.60	Kg/cm ²	
Corte por punzonamiento (Vu)	11910.94	Kg	
Resistencia del concreto ($\phi Vc1$)	22051709	Kg	($\phi Vc1 > Vu$)
Resistencia del concreto ($\phi Vc2$)	326766.24	Kg	($\phi Vc2 > Vu$)
Momento último en la cara			
M1-1	1921.2	Kg-m	
M2-2	1921.2	Kg-m	
Diseño del As			
As (mínimo)	12.42	cm ²	
As ₁ (calculado)	0.0032	cm ²	
As ₂ (calculado)	0.0032	cm ²	
Acero propuesto			
Dirección A	Ø5/8@15 cm		
Dirección B	Ø5/8@15 cm		

Fuente: Safe v.2016.

4.4.4.2. Diseño y esfuerzo sobre el cimiento corrido

En este diseño se realiza la verificación de carga actuante sobre el cimiento corrido debido a la fuerza transmitida por los muros. Este diseño se realizó el en software SAFE v2016, mediante la importación de datos desde el ETABS v2016.

Según la Norma E.060, especifica que las presiones actuantes sobre el terreno no serán inferiores al 30% del máximo valor determinado en el estudio de mecánica de suelos, en nuestro caso la presión máxima producida por las cargas verticales permanentes y vivas es de $\sigma_{\max}= 1.175\text{Kg/cm}^2$ valor inferior a $\sigma_{\text{adm_neta}}=1.80\text{Kg/cm}^2$.

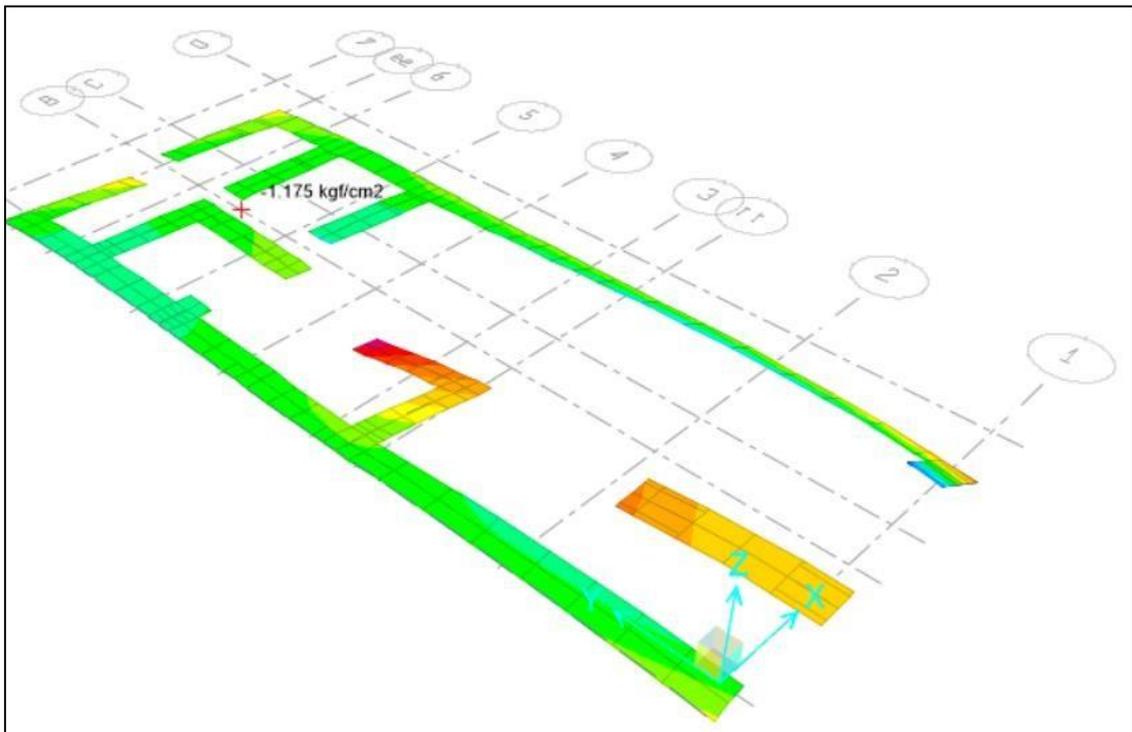


Figura 12. Presiones sobre el terreno de apoyo producto de las cargas de Gravedad (CM + CV)

Fuente. SAFE v2016.

V. DISCUSIÓN

Al aplicar el método de Benedetti-Petrini, se determinó que, el 73% de las viviendas presentan un grado de vulnerabilidad estructural alta y un 27% una vulnerabilidad estructural media (Grafico 14). Estos resultados son semejantes a los que encontró Garcés (2017), quien logro determinar que el 65.4% y 14.23% de las edificaciones contemplan un índice de vulnerabilidad alto y medio respectivamente. Esto se atribuye al hecho de que la norma peruana E.070 y NSR 10 colombiana tienden a llevar los mismos criterios para la construcción de viviendas de albañilería confinada. Es posible que al realizar una evaluación estructural aplicando la metodología de Benedetti-Petrini se pueda conocer el estado de conservación actual que presentan las viviendas y poder aplicar un reforzamiento para reducir el peligro y riesgo o poder estar a la aleta ante cualquier evento sísmico de cualquier magnitud.

El parámetro predominante que es capaz de amplificar el grado de vulnerabilidad estructural, se debe a la resistencia habitual, lo cual presenta un 34.03% más de importancia debido a la poca densidad de muros que tienen los ejes resistentes (Grafico 15). Este valor se asocia al resultado encontrado por Contreras y Medina (2017), quienes lograron determinar que el 73% de las edificaciones de la Urbanización La Rinconada-Trujillo poseen un riesgo sísmico, debido principalmente a la baja densidad que presentan los muros resistentes, haciendo que la vivienda tenga un mal comportamiento estructural ante cualquier evento telúrico. Esto se debe a que, en ambas zonas de estudio, la mayoría de viviendas están construidas principalmente de albañilería artesanal y con gran error de confinamiento, es decir no han seguido el criterio de la norma E.070. Al saber que la resistencia habitual es la que modifica principalmente la respuesta estructural, se puede decir que, en las construcciones futuras de albañilería, se deberá realizar distribuciones simétricas que permitan agregar muros al estilo cajón perdiendo aumentar la densidad de muros y tener mejor respuesta estructural.

El diseño del prototipo arquitectónico ha garantizado agregar muros de albañilería de forma simétrica, debido a la distribución simple que se le asignó a cada ambiente de ambos niveles (Figura 6). Esta distribución simple es idéntica a lo que encontró

Campodónico (2017), en las viviendas de la comunidad Urbana Autogestionaria de Huaycan, Ate, Lima, ya que dichas edificaciones cumplen con la densidad mínima de muros tal como lo requiere la norma E.070. Esto se debe a que, tener buena distribución sin tanta abertura vertical hace que, se pueda agregar muros continuos y lineales desde su base hasta el último nivel de forma confinada, tal como los indica San Bartolomé (2018). Es posible que al realizar diseños arquitectónicos simples en su distribución, se permitan agregar muros sin aberturas en todo el contorno vertical, es decir se confinan desde su base hasta el último nivel de resistencia sin la presencia de alguna abertura como la de ventanas.

Para el análisis y diseño sísmico, la estructuración de los elementos estructurales (muros de albañilería confinada y elementos de confinamiento) sobre el prototipo arquitectónico, ha permitido cumplir con los desplazamientos laterales y estar por debajo del máximo permitido de 0.005 radianes como valor de la deriva aceptada según E.030-2018. Estos resultados son inferiores a los valores que establece la norma de diseño sismorresistente E.030 (2018). Pues este hecho se debe a que, los muros de albañilería están garantizando una rigidez adecuada ante la cortante sísmica, es decir la cortante resistente es superior a la fuerza de corte que demanda el sismo. Hacer que los muros aporten una rigidez adecuada, hace que la estructura tenga buen comportamiento ante los movimientos sísmicos, evitando fallas o colapso total de la edificación.

VI. CONCLUSIONES

- Aplicando la metodología de Benedetti-Petrini, se determinó que, el 73% de 40 viviendas evaluadas presentan un grado de vulnerabilidad estructural alta y un 27% una vulnerabilidad media.
- El parámetro que predomina el grado de vulnerabilidad estructural, es denominado como resistencia habitual, lo cual presenta un 34.03% más de importancia, debido a la poca densidad que poseen los muros portantes.
- Se realizó el diseño del prototipo arquitectónico contemplándolo como una estructura unifamiliar que fue elaborada en base a la idiosincrasia actual de la población y cumpliendo los criterios de dimensiones mínimas de los ambientes, tal como indica la norma técnica, Condiciones generales de diseño A.010.
- El análisis sismorresistente del prototipo de 2 niveles de albañilería confinada fue realizado por el programa de computo Etabs v.2016, mediante un modelo tridimensional, lo cual nos brindó resultados de desplazamientos inferiores al máximo permitido, establecido por la norma sismorresistente E.030-2018, tanto para el análisis sísmico estático y dinámico.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a todas las instituciones públicas y privadas o empresas de construcción brindar la información requerida a la población en general, respecto al peligro sísmico en el que se encuentra el territorio en la que vivimos y el grado de daño presente en las edificaciones construidas principalmente de albañilería confinada.

Se recomienda a todas las autoridades de turno, la implementación de nuevas políticas que incentiven la construcción informada y asistida en esta investigación, a través de capacitaciones ligeras tanto a metros de construcción como propietarios. De esta manera se puede reducir los errores más comunes de la autoconstrucción tratando de mejorar el comportamiento estructural ante los movimientos sísmicos.

Se recomienda a los centros de capacitación que, informen principalmente sobre la importancia de los muros portantes y la forma correcta que deben ser construidos. Asimismo, se recomienda utilizar los planos elaborados en la presente investigación dado que fueron realizados con criterios de uso arquitectónico y sísmico a fin de promover un prototipo sismorresistente y adecuado al entorno urbano establecido.

REFERENCIAS

ANDRADE, M., CALLEALTA, F., Evaluación y Comparación de la Calidad de la Materialidad del Sistema Royal Building Versus Albañilería Confinada de Ladrillos Hechos a Máquina Utilizados en la Construcción de Viviendas Sociales en la Comuna de Colina. Revista de la Construcción [en línea]. 2009, 8(1), 36-45[fecha de Consulta 6 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127612575004> ISSN: 0717-7925.

ARANZABAL Sologuren, Wilfredo y ARROYO Saavedra, Joe Luis. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismorresistente del hospital Casimiro Ulloa empleando la norma e.030-2014. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Unicardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2015. 242pp. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2255>

GUARDIOLA, Ariana y BASSET, Luisa. Escenarios de riesgo sísmico del distrito del Eixample de la ciudad de Valencia. Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería [en línea]. Vol. 31 n°2 abril-junio 2015 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S021313151400025X>

ZAFRA, Diego. Ondas sísmicas, su importancia para la geofísica y la humanidad. Universidad Industrial de Santander. 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Diego_Zafra_Otero

Evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica a escala territorial en albañilería y viviendas de adobe mediante indicadores rápidos de vulnerabilidad: el caso de Tlajomulco, México, Por Ramírez Gaytán [et al]. Revista internacional de reducción de desastres [en línea]. Vol. 3 n°101425 abril 2020 [fecha de consulta: 2 de junio de 2020]. Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

[85075956075&doi=10.1016%2fj.ijdr.2019.101425&origin=inward&txGid=b93aa24aea61039f9ef3dbcc24f25628](https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101425) ISSN: 22124209

GARCES, Ricardo. Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. Tesis: (Titulación Ingeniero Civil). Bogotá D.C: Universidad Militar de Nueva Granada, Facultad de estudios a distancia, 2017. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>

CAMPODONICO, Thalia. Evaluación de los problemas de Ubicación y configuración estructural en viviendas autoconstruidas en la comunidad urbana Autogestionaria de Huaycán, Ate, Lima, 2017". Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11890>

ALVA, Julio. Evaluación de la relación de los factores estructurales en la vulnerabilidad sísmica de viviendas en laderas de la urbanización Tahuantinsuyo del Distrito de Independencia, Lima. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, Facultad de ingeniería, 2016. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10571>

MORÁN, Noe. Analista de fallas en vivienda de familia Veliz, Calle Ricaurte y Tungurahua ciudad de Jipijapa. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de ciencias técnicas, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/805>

CHOCCE, Williams y HUACHO, Aubert. Establecer las fallas, el grado de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada en el distrito de Huayllay Grande - Angaraes - Huancavelica. Tesis (Titulación Ingeniero

Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela profesional de ingeniería civil, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/270?show=full>

LAUCATA, Johan. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, 2013. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4967>

CHAVEZ, Mario y REÁTEGUI, Benjamín. Evaluación de fallas estructurales en viviendas de albañilería confinada ante evento sísmico en el Balneario de Buenos Aires Sur, Trujillo. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería, 2019. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38546>

ASTROZA I., MAXIMILIANO., SCHMIDT A., Andrés., Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. Revista de Ingeniería Sísmica [en línea]. 2004, (70), 59-75[fecha de Consulta 6 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61807003> ISSN: 0185-092X.

CONTRERAS, Enzo y MEDINA, Fidel. Investigación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas de albañilería confinada aplicando un estudio geotécnico-sísmico en la urb. la rinconada-distrito de Trujillo-la libertad. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de ingeniería, 2017. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/5500>

CARRION, Leyden y QUEZADA, Stefany. Fallas comunes en sistemas estructurales de ductilidad limitada en viviendas de hasta dos pisos en zonas sísmicas altas. Tesis (Titulación Ingeniero Civil). Machala: Universidad Técnica de Machala, Facultad de ingeniería civil, 2019. Disponible en: <http://186.3.32.121/handle/48000/14514>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011), Impacto socioeconómico y ambiental del sismo de agosto 2007. Lima-Perú. Disponible en: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1742/doc1742-contenido.pdf>

Instituto de Geociencias. (2015), Volcanismo y tectónica de placas. Madrid-España. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?q=placas+tect%C3%B3nicas&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2015&as_yhi=2020

Cruz Roja Colombiana (2016), Sismos. Santafé de Bogotá-Colombia. Disponible en: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/18979?show=full>

NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E.030. Diseño Sismorresistente. Lima: RNE, 2018. 88pp.

NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E.070. Albañilería. Lima: RNE, 2006. 15pp.

NORMAS Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E.060. Concreto Armado. Lima: RNE, 2006. 205pp.

URRUTIA, Jaime y PÉREZ, Ligia (2015). La Química: El funcionamiento del universo, los seres vivos y las actividades humanas. Tercer simposio Mexicano.

FERNÁNDEZ, Gabriel., Propuesta metodológica: construcción de un índice de vulnerabilidad global ante la amenaza sísmica, en espacios regionales, con el uso de técnicas estadísticas multivariadas. Terra. Nueva Etapa [en línea]. Julio - diciembre 2017, n°. 54. [fecha de consulta: 5 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72155359006> ISSN: 1012-7089

BRAVO, Elizabeth. El sismo del 16 de abril en Manabí visto desde la Ecología Política del desastre. Revista de ciencias sociales y Humanas [en línea]. Junio 2017, n°. 26. [fecha de consulta: 6 de junio 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476151860010> ISSN: 1390-3837

HERRERA González, Reyes Indira; y UGEL Garrido, Ronald David. Vulnerabilidad sísmica de un edificio a porticado de concreto armado de cinco niveles, con irregularidad en planta y variaciones en el diafragma de piso. Saber [online]. 2016, vol.28, n.2 [citado 2019-11-05], 304pp. Disponibles en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000200013&lng=es&nrm=iso. ISSN 2343-6468.

REVISTA de ingeniería innova [en línea]. Antofagasta 2015 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/281493827>

SAN BARTOLOME, A. y QUIUN D. y SILVA, W. “Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería”. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2011. 343pp. Disponible en:

http://www.arcadiamediatica.com/libro/disen-y-construccion-de-estructuras-sismorresistentes-de-albanileria_34599 ISSN 978-612-317-366-1

Normas Legales (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones E 030. Diseño sismorresistente. Lima: RNE, 2017. 79 pp.

GOMEZ, Salvador. Análisis sísmico moderno, ética aplicada. 2a. Ed. Ciudad de México: Trillas, 2007. 182 pp. ISBN: 978-968-24-7379-1.

SAN BARTOLOME, Ángel, QUIUN, Daniel y SILVA, Wilson. Diseño y construcción de estructuras sismo resistente de albañilería. 2da. ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 344 pp. ISBN: 978-612-317-366-1

GARCIA, Luis. Dinámica estructural aplicada al diseño sísmico. 1ra. Ed. Bogotá: Universidad de los Andes, 1998. 584 pp.

KUROIWA, Julio. Reducción de desastres [en línea]. Lima: Diseño, diagramación y pre prensa, 2020 [fecha de consulta: 6 de junio de 2020]. Capítulo 6. Vivienda en armonía con la naturaleza para reducir los desastres. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3297> ISBN: 9972-9477-0-X

SERGIO, José. Sismicidad y riesgo sísmico en la C.A.V. En: Riesgo sísmico en la C.A.V. España, 2001. pp.117. ISBN: 84-8454-134-7

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN E VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Evaluación de la vulnerabilidad estructural	Está referida a la disposición interna de una estructura o de sus elementos a ser susceptibles a sufrir daño o pérdida de su funcionalidad ante un sismo determinado. Se puede determinar teniendo en cuenta los aspectos de; año de construcción, daño previo, número de niveles, presencia de irregularidades (planta y elevación), tipo de construcción y materiales, control de calidad y errores. Según Fernández (2017, pág. 4).	El grado de vulnerabilidad estructural depende de las características constructivas, arquitectónicas, estructuraciones y de la zonificación sísmica.	Evaluación del grado de vulnerabilidad estructural aplicando el método de (Benedetti-Petrini)	Conformación del sistema resistente (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Importancia del sistema resistente (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Resistencia habitual (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Ubicación de la edificación y cimentación (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Forma del diafragma horizontal (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Estructuración en planta (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Estructuración en elevación (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Espaciamiento entre muros y/o columnas (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Estilo de cubierta (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
				Elementos secundarios y/o no estructurales (baja, media, alta, muy alta)	Ordinal
Diseño sismorresistente de albañilería confinada	Sistema de Albañilería Confinada: Es un proceso constructivo, conocido principalmente por tener como elementos de soporte a los muros portantes, los cuales actúan conjuntamente con los elementos de confinamiento horizontal y vertical generando así un marco rígido sobre el cual se apoyan las losas. Los elementos de confinamiento son armados luego de construir la albañilería, de esta manera se adhiere el concreto armado con el material de albañilería. Según Alarcón (2016, pág. 34)	Se utilizará el RNE, E.030-2018 sismorresistente Se utilizará el RNE, E.060-2009 concreto armado Se utilizará el RNE, E.070-2006 albañilería	Diseño arquitectónico	Distribución de ambientes (m ²)	De razón
			Análisis sísmico	Predimensionamiento y estructuración (m)	De razón
				Metrado de cargas (m ³)	De razón
				Análisis sísmico estático (tonf, m)	De razón
				Análisis sísmico dinámico (tonf, m)	De razón
				Diseño sismorresistente	Diseño de elementos estructurales de albañilería confinada (cm ²)
			Diseño de elementos estructurales de concreto armado (cm ²)		De razón

ANEXO 2: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS REALIZADO POR INGEOGAMA



INGEOGAMA

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

INFORME TECNICO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

PROYECTO:

“LOCAL COMERCIAL REYES”

SOLICITANTE:

TIENDAS REYES SAC

UBICACIÓN:

Av.	:	SANCHEZ CARRIÓN
MZ / LOTE	:	“14” / “48”
SECTOR	:	CENTRAL BARRIO 2
DISTRITO	:	EL PORVENIR
PROVINCIA	:	TRUJILLO
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD

JUNIO 2019

INGEOGAMA.SAC

Ing. Danilo Quispe Y Saquez
CIP 145800



10.-PROBLEMAS ESPECIALES DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Agresividad de los suelos de fundación

La agresión que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). En la zona estudiada se encontró lo siguiente ocasiona el suelo bajo el cual la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que:

Muestra	Sulfatos (SO ₄) (ppm)	Cloruros (Cl) (ppm)	Sales Solubles Totales (ppm)	Exposición del Concreto	Tipo de cemento
C-1,E-2	1160	1575	1160	MODERADO	MS
C-1,E-3	1135	1550	1050	MODERADO	MS

En base a los valores máximos permitidos se puede comprobar que el suelo de apoyo presenta un ataque químico del suelo del tipo: **MODERADO**.

Tabla N°03 Tabla de valores máximos de agentes que atacan a los materiales constructivos

Presencia en el suelo	ppm	Grado de alteración	Observaciones
Sulfatos (SO ₄)	0 – 150	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
	150 – 1500	Moderado	
	1500 – 10000	Severo	
	>10000	Muy severo	
Cloruros (Cl)	>6,000	Perjudicial	Corrosión en armaduras
Sales Solubles Totales	>15,000	Perjudicial	Perd. de resist. mecánica (lixiviación)

Por lo tanto, se recomienda el uso del **CEMENTO ADICIONADO TIPO MS**, en las obras de cimentación, recomendándose además tener en cuenta lo indicado el capítulo 5.0 de las Normas E.060 (concreto en obra), respecto al mezclado, transporte, colocación, consolidación, protección y curado del concreto.

INGEOGAMA.SAC
Ing. Damián Quispe Yáñez
CIP 145721

11.0.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área donde se ejecutará las construcciones proyectadas comprende el Distrito El Porvenir - Trujillo - La Libertad - I Etapa.

De acuerdo a la exploración realizada, pruebas de campo, ensayos de laboratorio y al análisis efectuado, se concluye con lo siguiente:

- ✓ De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones E-030-Diseño Sismo resistente, se deberá tomar los siguientes valores: Modificada por DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA (24 de enero del 2016).

INGEOGAMA.SAC
Ing. Danilo Quispe Pasquez
CIP 14570

Jr. Francisco Pizarro N° 551 – Int. 210 Centro – Trujillo / Res. N°14349-2016/DSD- INDECOPI
Teléfono Móvil: 975790008 – Correo: ingeoagama.sac@gmail.com



INGEOGAMA

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS. CONCRETO. ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

(a) Factor de Zona	$Z = 0,45 (*)$
(b) Condiciones Geotécnicas	
<i>El suelo investigado, pertenece al perfil Tipo S_b, que corresponde a un suelo intermedio.</i>	
(c) Periodo de Vibración del Suelo	$T_p = 0,60\text{seg}$
(d) Periodo de Vibración del Suelo	$T_L = 2,00\text{seg}$
(e) Factor de Amplificación del Suelo	$S = 1,05$
(f) Factor de Amplificación Sísmica	(C)
(g) Categoría de la Edificación	B
(h) Factor de Uso	$U = 1,30$

- ✓ Para la zona de estudio se puede notar los siguientes Parámetros del suelo de cimentación:

<i>Cohesión</i>	<i>0.00 kg/cm²</i>
<i>Ángulo de fricción interna</i>	<i>27°</i>
<i>Contenido de Sales</i>	<i>MODERADO</i>
<i>Coefficiente de Balasto</i>	<i>10.50 kg/cm³</i>
<i>Módulo de Elasticidad del suelo</i> (E) =	<i>500.00 Kg/cm²</i>
<i>Relación de Poisson</i> (U) =	<i>0.30</i>

- ✓ El terreno presenta una Grava mal graduada sin plasticidad, donde se proyectaran las estructuras para dicho proyecto. Su peso unitario seco promedio de este material es de 1.510kg/m³.
- ✓ Para la elaboración del presente informe se contó con los servicios del Laboratorio de Mecánica de Suelos INGEOGAMA SAC. La información fue proporcionada por el solicitante.

INGEOGAMA.SAC
Ing. Danilo Quispe Yáñez
CIP 149274



INGEOGAMA

INGENIERIA GEOTECNICA Y GAMA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y CONSTRUCCIONES

- ✓ El suelo característico de la zona del proyecto es de un material Grava mal graduada sin plasticidad (GP). En la zona donde será proyectado.
- ✓ En base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y características de las estructuras; se cimentará en Grava mal graduada sin plasticidad (GP). La presión admisible recomendada para la Estructura es a una profundidad de cimentación mínima de:

TIPO DE CIMENTACIÓN	Angulo de fricción	Cohesión (kg/cm ²)	B (m)	L (m)	Df (m)	Q admisible (kg/cm ²)	Asentamiento Inicial (cm)
Cimiento Corrido	27°	0.00	0.60	...	1.40	1.15	0.32
Cimiento Cuadrado	27°	0.00	1.50	1.50	1.50	1.82	0.56
Cimiento Rectangular	27°	0.00	1.50	1.70	1.50	1.80	0.75

- ✓ La cimentación de la Obra Civil a proyectar será dimensionada de tal forma que se aplique al terreno una carga de acuerdo al tipo de suelo y profundidad encontrado en la zona del proyecto:

- *Ubicación de la Infraestructura se encontró un tipo de Suelo (GP) Grava mal graduada sin plasticidad de color marrón claro con pigmentación beige con piedras grises de 5" pulg. de diámetro. La resistencia no será menor de 1.80kg/cm² para cimentación cuadrada y/o rectangular, siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a -1.50 m, teniendo como referencia el nivel de la vereda adjunto al terreno, habiéndose considerado un factor de seguridad F. S. = 3.00; de acuerdo a la bibliografía del (Dr. Alva Hurtado) y los suelos analizados se está considerando los siguientes datos: Ángulo de fricción interna 27°, Cohesión 0.00 kg/cm², Relación de Poisson 0.30, Módulo de Elasticidad del Suelo 500.00 kg/cm².*

INGEOGAMA.SAC

Ing. Danilo Quere, Viquez
CIP 140070

ANEXO 3: FICHA DE DATOS



EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR CENTRAL 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR - TRUJILLO.

FICHA DE DATOS

Plano en planta a mano alzada

Fecha Encuesta:

Familia:

Habitantes:

Dirección:

Muestra N°:

Área Terreno:

Número Niveles:

01 Edad y Cargo de Construcción por Niveles

0.1.01 Número de niveles construidos:

0.1.02 Año de construcción del: 1^{er} nivel:..... 2^{do} nivel:..... 3^{er} nivel:..... 4^{to} nivel:.....

0.1.03 La vivienda fue construida por: Ing. Civil Arquitecto Maestro de obra Mismo dueño

02 Dimensiones del Terreno y Plano en Planta

0.2.01 Ancho frontal del terreno:.....

0.2.02 Ancho posterior del terreno:.....

0.2.03 Dimensión longitudinal del terreno:.....

0.2.04 Cantidad de área construida por nivel: 1^{er}:..... 2^{do}:..... 3^{ro}:..... 4^{to}:.....

0.2.05 Cantidad y dimensiones de áreas libres: ducto1:..... ducto2:..... ducto3:..... ducto4:.....

0.2.06 Ambientes del 1^{er} nivel:.....

0.2.07 Dimensiones de ambientes del 1^{er} nivel:

0.2.08 Los niveles superiores tienen la misma construcción: Si No

03 Dimensiones de los Elementos Estructurales

0.3.01 Dimensiones de la zapata: Ancho:..... Largo:..... Altura:.....

0.3.02 Dimensión típica de la viga de cimentación: Axh:..... Sin vigas de cimentación

0.3.03 Dimensión típica de la columna: AxL:.....

0.3.04 Cantidad de columnas:.....

0.3.05 Espaciamiento típico de las columnas:.....

0.3.06 Dimensión típica de las vigas peraltadas: Ancho:..... Altura:..... No usó

0.3.07 Dimensión de las vigas chatas Ancho:..... Altura:..... No usó

0.3.08 Sentido de las viguetas: Lado más largo Lado más corto

04 Tipo de Suelo

- 0.4.01 Profundidad de excavación para la construcción de la zapata:.....
- 0.4.02 Tipo de suelo encontrado en la excavación para la zapata: Tierra Arena Arena y piedra

05 Características de los Materiales

- 0.5.01 Tipo de ladrillo en la construcción de los muros: Artesanal Maquinado
- 0.5.02 Dimensiones del ladrillo usado en los muros: Ancho:..... Largo:..... Altura:.....
- 0.5.03 Tipo de ladrillo usado en el techo aligerado Ladrillo arcilla Ladrillo concreto
- 0.5.04 Dimensiones del ladrillo usado en la losa aligerada: Ancho:..... Largo:..... Altura:.....
- 0.5.05 Agregados usados en el cemento corrido:.....

06 Dosificación en Zapatas

- 0.6.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.6.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento:.....
- 0.6.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento:.....

07 Dosificación en Columnas

- 0.7.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.7.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento:.....
- 0.7.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento:.....

08 Dosificación en Vigas

- 0.8.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.8.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento:.....
- 0.8.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento:.....

09 Estado Actual de la Vivienda

- 0.9.01 Describir el tamaño de fisuras, rajaduras y grietas sobre los muros:.....
.....

10 Otros Alcances

- 10.01 Describir el techo del último nivel:.....
- 10.02 Describir el Apoyo o forma que sostiene al tanque elevado:.....

Nota: Esta ficha de datos ha sido diseñada bajo los parámetros de evaluación y garantiza una respuesta según el lenguaje que maneja el usuario, bajo los parámetros de vulnerabilidad que se reflejan en la realidad.

ANEXO 4: FICHA DE EVALUACIÓN

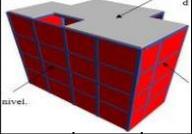
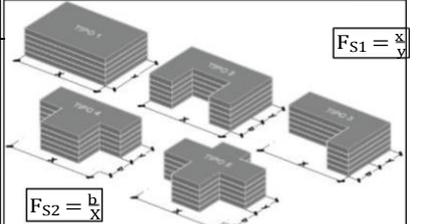
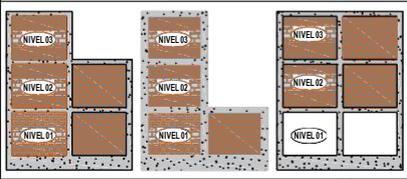
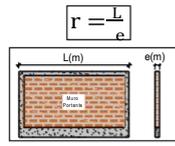


EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR CENTRAL 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR - TRUJILLO. FICHA DE EVALUACIÓN

Fecha Encuesta:
Familia:
Habitantes:
Dirección:
Muestra N°:
Área Terreno:
Número Niveles:
Inicio Construcción:



Ítem	Parámetro	Clasificación Estructural																																							
		K _i A	K _i B	K _i C	K _i D	Peso (W _i)	(K _i x W _i)																																		
01	Conformación del sistema resistente	0	5	20	45	1.00																																			
A	<ul style="list-style-type: none"> •Muros portantes bien confinados •Muros portantes que nacen desde la cimentación •Muros portantes confinados con mechas o dentado •Muros portantes con espesor e=h/20 																																								
B	No cumple con una solicitud del "A"																																								
C	No cumple con dos solicitudes del "A"																																								
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"																																								
02	Importancia del sistema resistente	0	5	25	45	0.25																																			
A	<ul style="list-style-type: none"> •M. portantes construidos con material de buena calidad •M. portantes con un solo lineamiento vertical desde su base •Mortero en buena calidad con junta j= 1-1.5cm 																																								
B	No cumple con una solicitud del "A"																																								
C	No cumple con dos solicitudes del "A"																																								
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"																																								
03	Resistencia habitual	0	5	25	45	1.50																																			
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A_n: Área típica Nivel</td> <td style="text-align: right;">m²</td> </tr> <tr> <td>A_{mxx}: Área resistente dirección x-x</td> <td style="text-align: right;">m²</td> </tr> <tr> <td>A_{myy}: Área resistente dirección y-y</td> <td style="text-align: right;">m²</td> </tr> <tr> <td>h_n: Altura de entrepiso</td> <td style="text-align: right;">m</td> </tr> <tr> <td>γ_m: Peso volumétrico de la albañilería</td> <td style="text-align: right;">kg/m³</td> </tr> <tr> <td>P_{alig}: Peso unitario de losa aligerada</td> <td style="text-align: right;">kg/m²</td> </tr> <tr> <td>V_m: Esfuerzo a corte puro de la albañilería</td> <td style="text-align: right;">kg/m²</td> </tr> <tr> <td>Z: Zona sísmica</td> <td style="text-align: right;">0.45</td> </tr> <tr> <td>U: Importancia</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>C: Parámetro sísmico de ampliación</td> <td style="text-align: right;">2.5</td> </tr> <tr> <td>S: Perfil del suelo</td> <td style="text-align: right;">1.05</td> </tr> <tr> <td>R: Reducción de la fuerza sísmica</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>W: Peso unitario:</td> <td style="text-align: right;">kg/m²</td> </tr> <tr> <td>P_T: Peso global del edificio:</td> <td style="text-align: right;">Pt= 0.00 kg</td> </tr> <tr> <td>β: Porcentaje sísmico normativo:</td> <td style="text-align: right;">β= 0.00</td> </tr> <tr> <td>δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:</td> <td style="text-align: right;">δ= 0.00</td> </tr> <tr> <td>F_S: Factor de resistencia:</td> <td style="text-align: right;">Fs= 0.00</td> </tr> </table>	A _n : Área típica Nivel	m ²	A _{mxx} : Área resistente dirección x-x	m ²	A _{myy} : Área resistente dirección y-y	m ²	h _n : Altura de entrepiso	m	γ _m : Peso volumétrico de la albañilería	kg/m ³	P _{alig} : Peso unitario de losa aligerada	kg/m ²	V _m : Esfuerzo a corte puro de la albañilería	kg/m ²	Z: Zona sísmica	0.45	U: Importancia	1	C: Parámetro sísmico de ampliación	2.5	S: Perfil del suelo	1.05	R: Reducción de la fuerza sísmica	3	W: Peso unitario:	kg/m ²	P _T : Peso global del edificio:	Pt= 0.00 kg	β: Porcentaje sísmico normativo:	β= 0.00	δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:	δ= 0.00	F _S : Factor de resistencia:	Fs= 0.00	<div style="margin-top: 10px;"> $W = \left(\frac{A_{mxx} + A_{myy}}{A_n} \right) \cdot \gamma_n + P_{alig}$ $P_T = W \cdot A_n \cdot N$ $\beta = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$ $\delta = \left(\frac{V_m}{\beta} \right)$ $F_S = \frac{\delta}{\beta}$ </div>					
A _n : Área típica Nivel	m ²																																								
A _{mxx} : Área resistente dirección x-x	m ²																																								
A _{myy} : Área resistente dirección y-y	m ²																																								
h _n : Altura de entrepiso	m																																								
γ _m : Peso volumétrico de la albañilería	kg/m ³																																								
P _{alig} : Peso unitario de losa aligerada	kg/m ²																																								
V _m : Esfuerzo a corte puro de la albañilería	kg/m ²																																								
Z: Zona sísmica	0.45																																								
U: Importancia	1																																								
C: Parámetro sísmico de ampliación	2.5																																								
S: Perfil del suelo	1.05																																								
R: Reducción de la fuerza sísmica	3																																								
W: Peso unitario:	kg/m ²																																								
P _T : Peso global del edificio:	Pt= 0.00 kg																																								
β: Porcentaje sísmico normativo:	β= 0.00																																								
δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:	δ= 0.00																																								
F _S : Factor de resistencia:	Fs= 0.00																																								
A	F _S ≥ 1.0																																								
B	0.60 ≤ F _S ≤ 1.0																																								
C	0.40 ≤ F _S ≤ 0.60																																								
D	F _S ≤ 0.40																																								
04	Ubicación de la edificación y cimentación	0	5	25	45	0.75																																			
A	Edificación construida sobre un suelo estable (S ₀) con s<10%																																								
B	Edificación construida sobre un suelo estable (S ₀), sin empujes de suelo, s=10% - 30% o cimentadas sobre (S ₁ o S ₂) con s<20%																																								
C	Edificación construida sobre un suelo fino o grava arenosa (S ₃) cuya s=10%-30% o sobre terrenos fijos (rocas) con s=30%-50%																																								
D	Edificación construida sobre un suelo flexible (S ₃) con presencia de fallas geológicas y/o topografías muy accidentadas de s>30%																																								

05	Forma del diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00							
A	<ul style="list-style-type: none"> • Unión de muros confinados mediante un diafragma rígido • No debe existir aberturas bruscas en los muros portantes altos • Aberturas en planta deben ser inferiores al 30% 												
B	No cumple con una solicitud del "A"												
C	No cumple con dos solicitudes del "A"												
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"												
06	Estructuración en planta	0	5	25	45	0.50							
	x: Longitud del lado menor: 9.15 m	 $F_{S1} = \frac{x}{y}$ $F_{S2} = \frac{b}{x}$											
	b: Longitud de protuberancia: 0 m												
	y: Longitud del lado mayor: 19.90 m												
	F _{S1} : Relación del lado menor y mayor: F _{S1} =												
	F _{S2} : Relación de protuberancia y lado mayor: F _{S2} =												
A	F _{S1} ≥ 0.80 o F _{S2} ≤ 0.10												
B	0.60 ≤ F _{S1} < 0.80 o 0.10 < F _{S2} ≤ 0.20												
C	0.40 ≤ F _{S1} < 0.60 o 0.20 < F _{S2} ≤ 0.30												
D	0.40 > F _{S1} < 0.30 < F _{S2}												
07	Estructuración en elevación	0	5	25	45	1.00							
	M ₀₁ : Masa total del primer nivel:	 $A = \frac{A_{01}}{A_{02}} (100)$ $M = M \frac{M_{01}}{M_{02}}$											
	M ₀₂ : Masa total del segundo nivel:												
	A ₀₁ : Área construida en planta primer nivel: m ²												
	A ₀₂ : Área construida en planta segundo nivel: m ²												
	Δ _M : Relación de masas: Δ _M =												
	Δ _A : Relación de áreas construidas: Δ _A = 0.000												
A	± Δ _M o Δ _A ≤ 10%												
B	10% < ± Δ _M o Δ _A ≤ 20%												
C	20% < ± Δ _M o Δ _A ≤ 50%												
D	50% < ± Δ _M o Δ _A												
08	Espaciamiento entre muros y/o columnas	0	5	25	45	0.25							
	e: espesor del muro de albañilería: e =	 $r = \frac{L}{e}$											
	L: espaciamento desfavorable muro-muro: L =												
	r: Relación de espaciamento máximo de muros: r = 0												
A	r ≤ 15												
B	15 < r ≤ 18												
C	18 < r ≤ 25												
D	25 < r												
09	Estilo de cubierta	0	15	25	45	1.00							
A	<ul style="list-style-type: none"> • Cubierta sujeta por tijerales u otro que evite el desprendimiento • Tijerales u otros están separados a una distancia equivalente • Unión perfecta entre la cubierta y el muro y/o columna 												
B	No cumple con una solicitud del "A"												
C	No cumple con dos solicitudes del "A"												
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"												
10	Elementos secundarios y/o no estructurales	0	5	25	45	0.25							
A	Elementos secundarios correctamente aislados del muro portante												
B	Elementos secundarios erróneamente aislados del muro portante												
C	Abundante elemento secundario que afecta a la estructura												
D	Construcción nueva erróneamente confinado												
11	Estado de preservación	0	5	25	45	1.00							
A	Los muros portantes y el diafragma están en buen estado												
B	Presencia de fisuras o agrietamiento menores a 3mm de espesor												
C	Presencia de fisuras o agrietamiento mayores a 3mm de espesor												
D	Los muros portantes y el diafragma están en mal estado												
Valor numérico de Índice de Vulnerabilidad							0.00						

ANEXO 5: FAMILIAS ENCUESTADAS DEL SECTOR CENTRAL 2

N°	FAMILIA	DIRECCIÓN			FECHA	NIVELES	N° HABITANTES	ÁREA TERRENO	INICIO CONSTRUCCIÓN
		Vía	Mz.	Lt.					
1	Pineda Ruiz	Maria Parado de Bellido	17	17	01/07/2020	3 + AZOTEA	10	190 m2	1995
2	Alvarado Castillo	Maria Parado de Bellido	15	21	01/07/2020	3 + AZOTEA	12	250m2	1995
3	Juarez Pereda	Maria Parado de Bellido	15	20A	01/07/2020	4 PISOS	15	260m2	2000
4	Lopez Herrera	Maria Parado de Bellido	15	18	01/07/2020	3 + AZOTEA	5	250m2	2000
5	De la cruz Pesantes	Maria Parado de Bellido	13	46	01/07/2020	3 PISOS	10	127m2	1998
6	Quiroz Vega	Maria Parado de Bellido	13	52	01/07/2020	2 + AZOTEA	6	260m2	2000
7	Gutierrez Vergara	Francisco de Zela	13	5	01/07/2020	2 + AZOTEA	8	340m2	1998
8	Alva Corcuera	Francisco de Zela y mateo remigio	11	39	01/07/2020	2 + AZOTEA	6	112m2	2001
9	Miñano Sarmiento	Francisco de Zela	11	37	01/07/2020	3 + AZOTEA	10	196m2	2001
10	Arteaga Gonzales	José Olaya	7	18	01/07/2020	3 + AZOTEA	8	173m2	1998
11	Castañeda Hernandez	José Olaya y Mateo Remigio	7	17	01/07/2020	4 PISOS	10	350m2	2000
12	Tirado Jaramillo	Mateo Remigio	11	44	01/07/2020	3 + AZOTEA	5	260m2	2000
13	Vasquez Correa	José Olaya	8	35	01/07/2020	3 PISOS	6	90m2	1998
14	Benites Juarez	Av. Sanchez Carrion	2	16	03/07/2020	3 + AZOTEA	8	340m2	2000
15	Loyola Fernandez	Av. Sanchez Carrion	2	14	03/07/2020	3 + AZOTEA	10	330m2	1998
16	Huaripata Jimenez	Ca. Jose Crespo	3	6	03/07/2020	3 + AZOTEA	8	136m2	1995
17	Castillo Alvarado	Ca. Jose Crespo	3	5	03/07/2020	2 PISOS	6	200m2	1995
18	Burgos Florian	Ca. Manco Inca y Gabriel Aguilar	5	27	03/07/2020	3 PISOS	8	105.50m2	1998
19	Altamirano Fabian	Ca. Jose Olaya y Hrnos Angulo	12	11	03/07/2020	2 + AZOTEA	8	270m2	1995
20	Sanchez Castro	Ca. Hrnos angulo	12	18	03/07/2020	3 + AZOTEA	8	214.60m2	1998
21	Leyva Castillo	Ca. Hrnos angulo y Francisco de Zela	12	21B	03/07/2020	2 + AZOTEA	4	75m2	1998
22	Castro Alayo	Ca. Micaela Bastidas	14	35	03/07/2020	3 PISOS	4	22m2	1995
23	Sandoval Morin	Ca. Micaela Bastidas	14	36	03/07/2020	3 + AZOTEA	4	24m2	2004
24	Juarez León	Ca. Micaela Bastidas y Av. Sanchez Carr	16	1	03/07/2020	3 + AZOTEA	10	80m2	1995
25	Pereda Barreto	Ca. Hrnos Angulo	16	28	03/07/2020	3 + AZOTEA	12	120m2	2000
26	Duran Silva	Av. Pumacahua	20	14A	06/07/2020	3 PISOS	6	120m2	1995
27	Rodriguez Fernandez	Av. Pumacahua	16	37	06/07/2020	4 PISOS	10	163m2	1995
28	Sanchez Gordillo	Av. Pumacahua	20	3	06/07/2020	3 PISOS	7	130m2	1999
29	Gómez Bueno	Av. Sanchez Carrion	15	12	06/07/2020	2 PISOS	4	40m2	1998
30	Ipanaqué Ramírez	Av. Sanchez Carrion	16	49	06/07/2020	3 + AZOTEA	8	142m2	1999
31	Flores Ibarra	Av. Pumacahua	19	27	06/07/2020	3 PISOS	8	71m2	1998
32	Pizarro Chavez	Av. Pumacahua	19	26	06/07/2020	2 + AZOTEA	8	171m2	1999
33	Huaman Prado	Av. Pumacahua	19	25	06/07/2020	3 + AZOTEA	8	234m2	1999
34	Delgado Miñano	Av. Sanchez Carrion y Francisco de Zela	12	34	06/07/2020	4 + AZOTEA	15	124m2	1996
35	Navarrete Carranza	Av. Sanchez Carrion	13	20	06/07/2020	3 PISOS	10	192m2	1998
36	Rodriguez Liñan	Av. Sanchez Carrion	13	21	06/07/2020	3 PISOS	6	70m2	1998
37	Calderon Muñoz	Av. Pumacahua	18	4	06/07/2020	3 PISOS	8	70m2	1995
38	Reyna Arteaga	Av. Pumacahua	18	5	06/07/2020	2 + AZOTEA	8	92m2	1995
39	Urbina Hinostraza	Av. Cahuide	17	34	06/07/2020	2 PISOS	10	230m2	2000
40	Julcan Meregildo	Psje. Tuti Cusi Yupanqui	17	9	06/07/2020	3 PISOS	6	90	1995

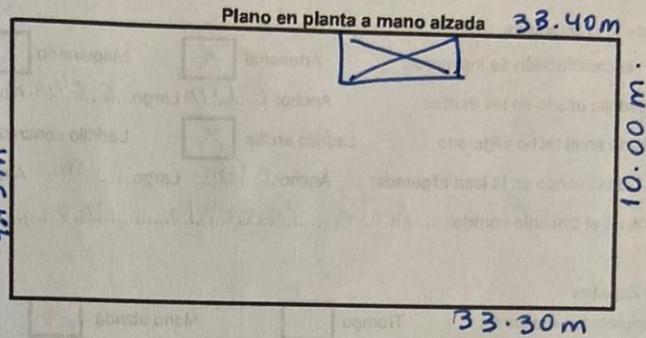
ANEXO 6: FICHA DE DATOS DE LA MUESTRA 15



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EL DISEÑO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR - TRUJILLO.

FICHA DE DATOS

Fecha Encuesta: 03/07/2020
Familia: Loyola Fernandez
Habitantes: 10
Dirección: Av. Sánchez Carrión
 Mz. 2 Lt. 14.
Muestra N°: 15
Área Terreno: 330 m²
Número Niveles: 03 + Azotea



01 Edad y Cargo de Construcción por Niveles:
 0.1.01 Número de niveles contruidos: 03
 0.1.02 Año de construcción del: 1^{er} nivel: 1998 2^{do} nivel: 1998 3^{er} nivel: 2018 4^{to} nivel: 2018 (Azotea)
 0.1.03 La vivienda fue construida por: Ing. Civil Arquitecto Maestro de obra Mismo dueño

02 Dimensiones del Terreno y Plano en Plant:
 0.2.01 Ancho frontal del terreno: 10.00 m.
 0.2.02 Ancho posterior del terreno: 9.75 m
 0.2.03 Dimensión longitudinal del terreno: D=38.40m I=33.30m
 0.2.04 Cantidad de área construida por nivel: 1^{er}: 320m² 2^{do}: 325m² 3^{ro}: 325m² 4^{to}: 325m²
 0.2.05 Cantidad y dimensiones de áreas libres: 01 ducto1: 4.80m² ducto2: — ducto3: — ducto4: —
 0.2.06 Ambientes del 1^{er} nivel: Almacén de zapatos, baño
 0.2.07 Dimensiones de ambientes del 1^{er} nivel: Almacén = 315m² baño = 5m²
 0.2.08 Los niveles superiores tienen la misma construcción: Sí No
 Los siguientes niveles = sala = comedor, cocina, 04 dormitorios, 02 baño.

03 Dimensiones de los Elementos Estructurales:
 0.3.01 Dimensiones de la zapata: Ancho: 1.20m Largo: 1.20m. Altura: 0.50m.
 0.3.02 Dimension típica de la viga de cimentación: Axh: — Sin vigas de cimentación
 0.3.03 Dimensión típica de la columna: AxL: 25x25cm
 0.3.04 Cantidad de columnas: 20
 0.3.05 Espaciamiento típico de las columnas: 4m.
 0.3.06 Dimensión típica de las vigas peraltadas: Ancho: 0.25m. Altura: 0.40m. No usó
 0.3.07 Dimensión de las vigas chatas Ancho: 0.25m Altura: 0.20m No usó
 0.3.08 Sentido de las viguetas: Lado más largo Lado más corto

04 Tipo de Suelo

- 0.4.01 Profundidad de excavación para la construcción de la zapata: 1.50m.
- 0.4.02 Tipo de suelo encontrado en la excavación para la zapata: Tierra Arena Arena y piedra

05 Características de los Materiales

- 0.5.01 Tipo de ladrillo en la construcción de los muros: Artesanal Maquinado
- 0.5.02 Dimensiones del ladrillo usado en los muros: Ancho: 0.13m Largo: 0.24m Altura: 0.09m
- 0.5.03 Tipo de ladrillo usado en el techo aligerado: Ladrillo arcilla Ladrillo concreto
- 0.5.04 Dimensiones del ladrillo usado en la losa aligerada: Ancho: 0.30m Largo: 0.30m Altura: 0.15m
- 0.5.05 Agregados usados en el cimiento corrido: Arena, cemento, agua, piedra grande

06 Dosificación en Zapatas

- 0.6.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.6.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento: 08
- 0.6.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento: 08

07 Dosificación en Columnas

- 0.7.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.7.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento: 07
- 0.7.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento: 07

08 Dosificación en Vigas

- 0.8.01 La mezcla del concreto fue mediante: Trompo Mano alzada
- 0.8.02 Cantidad en latas de gravilla por una bolsa de cemento: 07
- 0.8.03 Cantidad en latas de arena gruesa por una bolsa de cemento: 07

09 Estado Actual de la Vivienda:

- 0.9.01 Describir el tamaño de fisuras, rajaduras y grietas sobre los muros: rajaduras de 0.40cm y 0.60cm. y Humedad.

10 Otros Alcances

- 10.01 Describir el techo del último nivel: calamina de plástico
- 10.02 Describir el Apoyo o forma que sostiene al tanque elevado: en los muros que tiene Viga S

Nota: Esta ficha de datos ha sido diseñada bajo los parámetros de evaluación y garantiza una respuesta según lenguaje que maneja el usuario, bajo los parámetros de vulnerabilidad que se reflejan en la realidad.

ANEXO 7: FICHA EVALUACIÓN DE LA MUESTRA 15



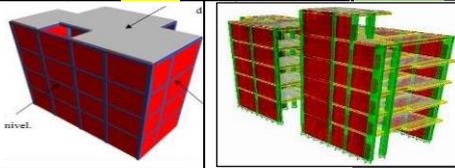
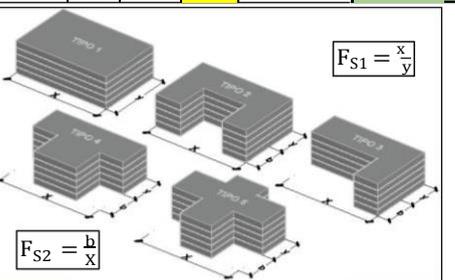
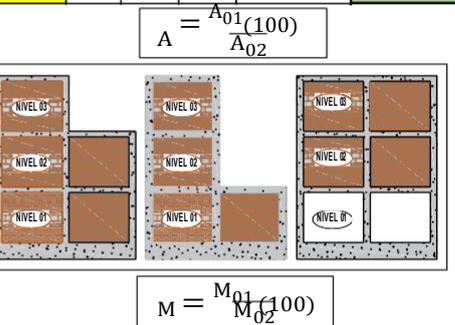
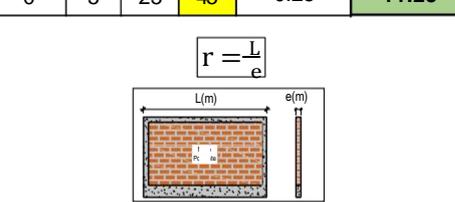
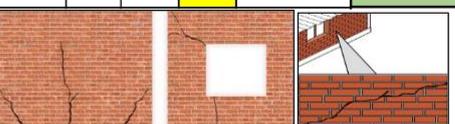
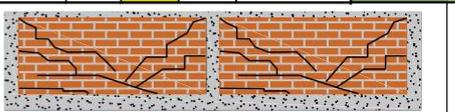
EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR CENTRAL 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR - TRUJILLO.

FICHA DE EVALUACIÓN

Fecha Encuesta: 03/07/2020
Familia: Loyola Fernandez
Habitantes: 10
Dirección: Av. Sanchez Carrion Mz. 2 Lt. 14
Muestra N°: 15
Área Terreno: 330m²
Número Niveles: 3 + AZOTEA
Inicio Construcción: 1998



Ítem	Parámetro	Clasificación Estructural																																							
		K _i A	K _i B	K _i C	K _i D	Peso (W _i)	(K _i x W _i)																																		
01	Conformación del sistema resistente	0	5	20	45	1.00	20.00																																		
A	<ul style="list-style-type: none"> •Muros portantes bien confinados •Muros portantes que nacen desde la cimentación •Muros portantes confinados con mechas o dentado •Muros portantes con espesor e=h/20 																																								
B	No cumple con una solicitud del "A"																																								
C	No cumple con dos solicitudes del "A"																																								
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"																																								
02	Importancia del sistema resistente	0	5	25	45	0.25	6.25																																		
A	<ul style="list-style-type: none"> •M. portantes construidos con material de buena calidad •M. portantes con un solo lineamiento vertical desde su base •Mortero en buena calidad con junta j= 1-1.5cm 																																								
B	No cumple con una solicitud del "A"																																								
C	No cumple con dos solicitudes del "A"																																								
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"																																								
03	Resistencia habitual	0	5	25	45	1.50	67.50																																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>A_n: Área típica Nivel</td><td style="text-align: right;">330 m²</td></tr> <tr><td>A_{mxx}: Área resistente dirección x-x</td><td style="text-align: right;">6.6 m²</td></tr> <tr><td>A_{myy}: Área resistente dirección y-y</td><td style="text-align: right;">8.50 m²</td></tr> <tr><td>h_n: Altura de entrepiso</td><td style="text-align: right;">2.40 m</td></tr> <tr><td>γ_m: Peso volumétrico de la albañilería</td><td style="text-align: right;">1800 kg/m³</td></tr> <tr><td>P_{alig}: Peso unitario de losa aligerada</td><td style="text-align: right;">200 kg/m²</td></tr> <tr><td>V_m: Esfuerzo a corte puro de la albañilería</td><td style="text-align: right;">5100 kg/m²</td></tr> <tr><td>Z: Zona sísmica</td><td style="text-align: right;">0.45</td></tr> <tr><td>U: Importancia</td><td style="text-align: right;">1</td></tr> <tr><td>C: Parámetro sísmico de ampliación</td><td style="text-align: right;">2.5</td></tr> <tr><td>S: Perfil del suelo</td><td style="text-align: right;">1.05</td></tr> <tr><td>R: Reducción de la fuerza sísmica</td><td style="text-align: right;">3</td></tr> <tr><td>W: Peso unitario:</td><td style="text-align: right;">W= 397.67 kg/m²</td></tr> <tr><td>P_T: Peso global del edificio:</td><td style="text-align: right;">Pt= 262464.00 kg</td></tr> <tr><td>β: Porcentaje sísmico normativo:</td><td style="text-align: right;">β= 0.39</td></tr> <tr><td>δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:</td><td style="text-align: right;">δ= 0.05</td></tr> <tr><td>F_S: Factor de resistencia:</td><td style="text-align: right;">Fs= 0.13</td></tr> </table>	A _n : Área típica Nivel	330 m ²	A _{mxx} : Área resistente dirección x-x	6.6 m ²	A _{myy} : Área resistente dirección y-y	8.50 m ²	h _n : Altura de entrepiso	2.40 m	γ _m : Peso volumétrico de la albañilería	1800 kg/m ³	P _{alig} : Peso unitario de losa aligerada	200 kg/m ²	V _m : Esfuerzo a corte puro de la albañilería	5100 kg/m ²	Z: Zona sísmica	0.45	U: Importancia	1	C: Parámetro sísmico de ampliación	2.5	S: Perfil del suelo	1.05	R: Reducción de la fuerza sísmica	3	W: Peso unitario:	W= 397.67 kg/m²	P _T : Peso global del edificio:	Pt= 262464.00 kg	β: Porcentaje sísmico normativo:	β= 0.39	δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:	δ= 0.05	F _S : Factor de resistencia:	Fs= 0.13						
A _n : Área típica Nivel	330 m ²																																								
A _{mxx} : Área resistente dirección x-x	6.6 m ²																																								
A _{myy} : Área resistente dirección y-y	8.50 m ²																																								
h _n : Altura de entrepiso	2.40 m																																								
γ _m : Peso volumétrico de la albañilería	1800 kg/m ³																																								
P _{alig} : Peso unitario de losa aligerada	200 kg/m ²																																								
V _m : Esfuerzo a corte puro de la albañilería	5100 kg/m ²																																								
Z: Zona sísmica	0.45																																								
U: Importancia	1																																								
C: Parámetro sísmico de ampliación	2.5																																								
S: Perfil del suelo	1.05																																								
R: Reducción de la fuerza sísmica	3																																								
W: Peso unitario:	W= 397.67 kg/m²																																								
P _T : Peso global del edificio:	Pt= 262464.00 kg																																								
β: Porcentaje sísmico normativo:	β= 0.39																																								
δ: Factor de propiedades resistentes de la estructura:	δ= 0.05																																								
F _S : Factor de resistencia:	Fs= 0.13																																								
	$W = \left(\frac{A_{mxx} + A_{myy}}{A_n} \right) \cdot h_n \cdot \gamma_m + P_{alig.}$																																								
	$P_T = W \cdot A_n \cdot N$																																								
	$\beta = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R}$																																								
	$\delta = \frac{\left(\frac{V'_m}{P_T} \right)}{\beta}$																																								
	$F_S = \frac{\delta}{\beta}$																																								
A	F _S ≥ 1.0																																								
B	0.60 ≤ F _S ≤ 1.0																																								
C	0.40 ≤ F _S ≤ 0.60																																								
D	F _S ≤ 0.40																																								
04	Ubicación de la edificación y cimentación	0	5	25	45	0.75	18.75																																		
A	Edificación construida sobre un suelo estable (S ₀) con s<10%																																								
B	Edificación construida sobre un suelo estable (S ₀), sin empujes de suelo, s=10% - 30% o cimentadas sobre (S ₁ o S ₂) con s<20%																																								
C	Edificación construida sobre un suelo fino o grava arenosa (S ₃) cuya s=10%-30% o sobre terrenos fijos (rocas) con s=30%-50%																																								
D	Edificación construida sobre un suelo flexible (S ₃) con presencia de fallas geológicas y/o topografías muy accidentadas de s>30%																																								

05	Forma del diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00	15.00						
A	<ul style="list-style-type: none"> •Unión de muros confinados mediante un diafragma rígido •No debe existir aberturas bruscas en los muros portantes altos •Aberturas en planta deben ser inferiores al 30% 												
B	No cumple con una solicitud del "A"												
C	No cumple con dos solicitudes del "A"												
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"												
06	Estructuración en planta	0	5	25	45	0.50	22.50						
	x: Longitud del lado menor : 10 m												
	b: Longitud de protuberancia: : 0 m												
	y: Longitud del lado mayor : 33.40 m												
	F _{S1} : Relación del lado menor y mayor: F _{S1} = 0.299												
	F _{S2} : Relación de protuberancia y lado mayor: F _{S2} = 0.00												
A	F _{S1} ≥ 0.80 o F _{S2} ≤ 0.10												
B	0.60 ≤ F _{S1} < 0.80 o 0.10 < F _{S2} ≤ 0.20												
C	0.40 ≤ F _{S1} < 0.60 o 0.20 < F _{S2} ≤ 0.30												
D	0.40 > F _{S1} < 0.30 < F _{S2}												
07	Estructuración en elevación	0	5	25	45	1.00	0.00						
	M ₀₁ : Masa total del primer nivel:												
	M ₀₂ : Masa total del segundo nivel:												
	A ₀₁ : Área construida en planta primer nivel 320 m ²												
	A ₀₂ : Área construida en planta segundo nivel 325 m ²												
	Δ _M : Relación de masas: Δ _M =												
	Δ _A : Relación de áreas construidas: Δ _A = 1.538												
A	± Δ _M o Δ _A ≤ 10%												
B	10% < ± Δ _M o Δ _A ≤ 20%												
C	20% < ± Δ _M o Δ _A ≤ 50%												
D	50% < ± Δ _M o Δ _A												
08	Espaciamiento entre muros y/o columnas	0	5	25	45	0.25	11.25						
	e: espesor del muro de albañilería e = 0.13												
	L: espaciamiento desfavorable muro-muro L = 4.00												
	r: Relación de espaciamiento máximo de muros: r = 30.8												
A	r ≤ 15												
B	15 < r ≤ 18												
C	18 < r ≤ 25												
D	25 < r												
09	Estilo de cubierta	0	15	25	45	1.00	45.00						
A	<ul style="list-style-type: none"> •Cubierta sujeta por tijerales u otro que evite el desprendimiento •Tijerales u otros están separados a una distancia equivalente •Unión perfecta entre la cubierta y el muro y/o columna 												
B	No cumple con una solicitud del "A"												
C	No cumple con dos solicitudes del "A"												
D	No cumple con ninguna solicitud del "A"												
10	Elementos secundarios y/o no estructurales	0	5	25	45	0.25	11.25						
A	Elementos secundarios correctamente aislados del muro portante												
B	Elementos secundarios erróneamente aislados del muro portante												
C	Abundante elemento secundario que afecta a la estructura												
D	Construcción nueva erróneamente confinado												
11	Estado de preservación	0	5	25	45	1.00	25.00						
A	Los muros portantes y el diafragma están en buen estado												
B	Presencia de fisuras o agrietamiento menores a 3mm de espesor												
C	Presencia de fisuras o agrietamiento mayores a 3mm de espesor												
D	Los muros portantes y el diafragma están en malestado												
Valor numérico de Índice de Vulnerabilidad							242.50						

ANEXO 8: GRADO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA MUESTRA 15

Ítem	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KxWi
1	Conformación del sistema resistente			20		1.00	20.00
2	Importancia del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia habitual				45	1.50	67.50
4	Ubicación de la edificación y cimentación			25		0.75	18.75
5	Forma del diafragma horizontal			15		1.00	15.00
6	Estructuración en planta				45	0.50	22.50
7	Estructuración en elevación	0				1.00	0.00
8	Espaciamento entre muros y/o columnas				45	0.25	11.25
9	Estilo de cubierta				45	1.00	45.00
10	Elementos secundarios y/o no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de preservación			25		1.00	25.00
Vulnerabilidad Sísmica							242.50

ANEXO 9: FOTOS DE LAS VIVIENDAS EVALUADAS

Vivienda N°04



Figura 9. Vivienda N°04

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda N°13



Figura 10. Vivienda N°13

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda N°18



Figura 11. Vivienda N°18

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda N°24



Figura 12. Vivienda N°24

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda N°29



Figura 13. Vivienda N°29

Fuente: Elaboración Propia

Vivienda N°24



Figura 14. Vivienda N°24

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 10: CONTROL DE ASESORÍAS

	CONTROL DE ASESORÍAS	Código : F01-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 20-07-2020 Página : 1 de 1
---	-----------------------------	---

1. DATOS GENERALES

Filial / sede:	CAMPUS TRUJILLO	Período académico:	2020-I
Programa académico:	PREGRADO	Ciclo:	DÉCIMO (X)
Docente:	ING. LUIS SANCHEZ PINEDO	E-mail:	rayneralva@gmail.com

N°	Autor	Fecha	Hora	Breve descripción de la asesoría
1	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	16/06/2020	10:00am-11:00am	Revisión de introducción y recuento general del tema a desarrollar.
2	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	21/06/2020	5:00pm-6:00pm	Técnicas de instrumentos de recolección de datos.
3	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	26/06/2020	11:00am-12:00pm	Métodos de análisis de datos y aspectos técnicos.
4	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	28/06/2020	6:00pm-7:00pm	Revisión de las fichas de Datos y/o Técnicos
5	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	01/07/2020	10:00am-11:00am	Revisión de procesamiento de datos
6	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	04/07/2020	6:30pm-8:00pm	Revisión de los Resultados
7	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	12/07/2020	10:00am-11:00am	Definir detalles de los Resultados obtenidos
8	ALVA ARTEAGA RAYNER ANTONIO	21/07/2020	7:00pm-8:00pm	Ultimar detalles de las conclusiones y discusiones del proyecto



Firma del Docente

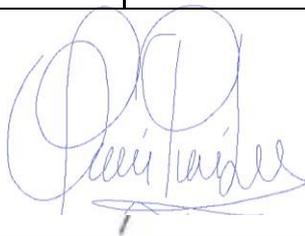
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	CONTROL DE ASESORÍAS	Código : F01-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 20-07-2020
		Página : 1 de 1

1. DATOS GENERALES

Filial / sede:	CAMPUS TRUJILLO	Período académico:	2020-I
Programa académico:	PREGRADO	Ciclo:	DÉCIMO (X)
Docente:	ING. LUIS SANCHEZ PINEDO	E-mail:	odarmix.gc12@gmail.com

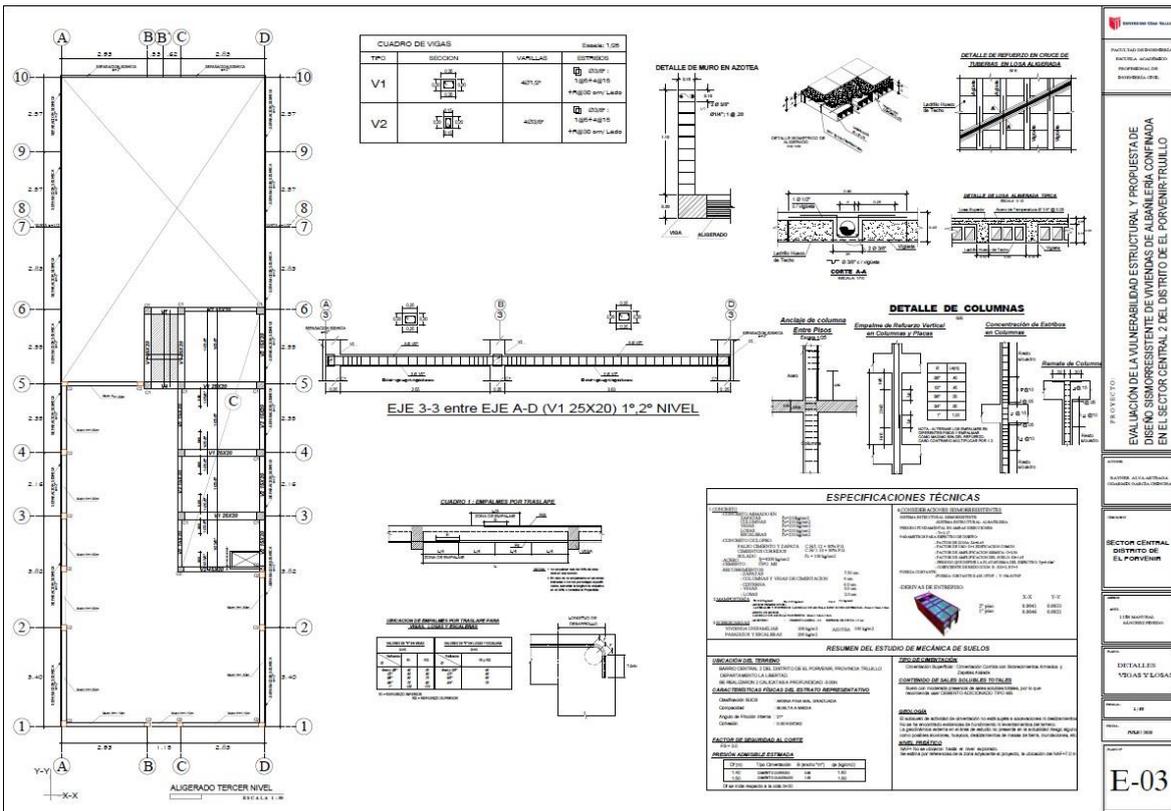
N°	Autor	Fecha	Hora	Breve descripción de la asesoría
1	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	16/06/2020	10:00am-11:00am	Revisión de introducción y recuento general del tema a desarrollar.
2	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	21/06/2020	5:00pm-6:00pm	Técnicas de instrumentos de recolección de datos.
3	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	26/06/2020	11:00am-12:00pm	Métodos de análisis de datos y aspectos técnicos.
4	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	28/06/2020	6:00pm-7:00pm	Revisión de las fichas de Datos y/o Técnicos
5	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	01/07/2020	10:00am-11:00am	Revisión de procesamiento de datos
6	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	04/07/2020	6:30pm-8:00pm	Revisión de los Resultados
7	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	12/07/2020	10:00am-11:00am	Definir detalles de los Resultados obtenidos
8	GARCÍA CHINCHAY JOSÉ ODARMIX	21/07/2020	7:00pm-8:00pm	Ultimar detalles de las conclusiones y discusiones del proyecto



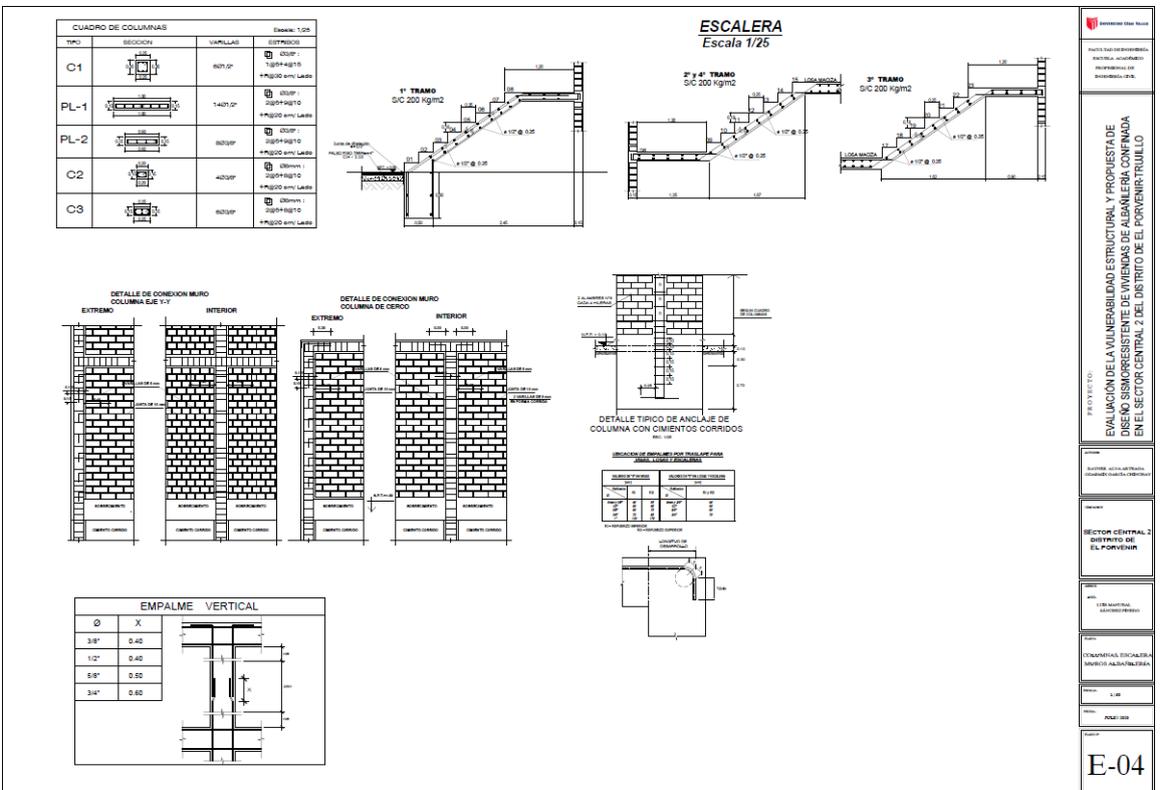
Firma del Docente

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DETALLE VIGAS Y LOSAS



COLUMNAS, ESCALERA Y MUROS DE ALBAÑILERÍA



PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR CENTRAL 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR

PROYECTISTA: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

SECTOR CENTRAL 2 DISTRITO DE EL PORVENIR

PROYECTO: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

DETALLE: VIGAS Y LOSAS

PROYECTO: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

E-03

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL SECTOR CENTRAL 2 DEL DISTRITO DE EL PORVENIR

PROYECTISTA: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

SECTOR CENTRAL 2 DISTRITO DE EL PORVENIR

PROYECTO: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

DETALLE: COLUMNAS, ESCALERA Y MUROS DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

FECHA: 10/08/2023

E-04