



**Universidad Nacional De Piura**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**Trabajo de Investigación:**

**“Identificación de las Fallas y Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería Confinada Ubicadas en el A. H La Primavera III-etapa, Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura”**

**Presentado por:**

Padilla Rodriguez Julber Jhonatan

**Asesora:**

Ing. Adela Soledad Augusto Vílchez

**Línea de investigación:**

Ingeniería civil, arquitectura y urbanismo.

**Sub Línea de investigación:**

Construcción

**Piura-Perú**

**Abril del 2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**“Identificación de las Fallas y Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería Confinada Ubicadas en el A. H La Primavera III-etapa, Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura”**

**Línea de investigación:**

Ingeniería civil, arquitectura y urbanismo.

**Sub Línea de investigación:**

Construcción

---

**Julber Jhonatan Padilla Rodriguez**  
Ejecutor

---

**Ing Adela Augusto Vilchez Mgt**  
Asesora

Piura, Abril del 2021

**DECLARACIÓN JURADA  
DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Yo: Julber Jhonatan Padilla Rodriguez..... identificado  
con CU N° 1402016016..... DNI N° 76531417..... estudiante de la Escuela  
Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil, domiciliado en  
(Calle/Jiron/Av.) El Indio Mz "E4" Lt "08" Distrito Castilla Provincia Piura  
Departamento Piura, con Celular N° 955163623 Email: 1402016016@alumnos.unp.edu.pe

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que el trabajo de investigación que presento es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 05 de Abril del 2021.



---

PADILLA RODRIGUEZ  
JULBER JHONATAN

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS Y ANÁLISIS DE LA  
VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA  
CONFINADA UBICADAS EN EL A. H LA PRIMAVERA III-ETAPA,  
DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA”**

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y URBANISMO

### SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

CONSTRUCCION

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Carmen Chilon Muñoz'.

---

MG. ING. CARMEN CHILON MUÑOZ  
PRESIDENTE-JURADO CALIFICADOR

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Helmer Sernaque Barrantes'.

---

MG. ING. HELMER SERNAQUE BARRANTES  
SECRETARIO-JURADO CALIFICADOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Luis Alberto Benites Avalos'.

---

ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS  
VOCAL-JURADO CALIFICADOR

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Los miembros del jurado ad hoc, que suscriben, reunidos para el acto de sustentación Trabajo de investigación para optar el grado de bachiller, presentada por el alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Piura.

**ALUMNO. PADILLA RODRIGUEZ JULBER JHONATAN**

## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**"IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA UBICADAS EN EL A.H LA PRIMAVERA III ETAPA, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA"**

Tomando en cuenta la presentación, dominio del tema y las respuestas a las preguntas de los miembros del jurado la declaran:

APROBADO

con el calificativo de: M.U.Y...B.U.E.N.O.

En consecuencia, queda en condición de efectuar el trámite para optar el grado de bachiller de Ingeniero Civil.

Piura, 05 de mayo del 2021



MG. ING. CARMEN CHILON MUÑOZ  
PRESIDENTE-JURADO CALIFICADOR



MG. ING. HELMER SERNAQUE BARRANTES  
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR



ING. LUIS ALBERTO BENITES AVALOS  
VOCAL-JURADO CALIFICADOR

**Dedicatoria**

A MI MADRE CON MUCHO AMOR Y CARIÑO

A MI ASESORA, por el tiempo incondicional que me ha brindado transmitiéndome sus conocimientos y por su desempeño en la enseñanza, convirtiéndome en profesional.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS que estuvieron conmigo durante el proyecto.

**Agradecimientos**

Le agradezco en primer lugar a Dios, quien fue el creador de todas las cosas, él me ha dado salud y fortaleza para llevar a cabo este trabajo.

De igual Forma a mi Madre, a quien le debo toda la mi vida, le agradezco el cariño y su comprensión, ya que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos, y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante siempre en el mejor camino.

**Índice General**

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos .....	3
Índice General.....	4
Índice de Figuras.....	8
Índice de tablas .....	9
Índice de Gráficos .....	9
Resumen.....	12
abstract .....	13
Introducción .....	14
Aspectos de la Problemática .....	16
Descripción de la Realidad Problemática .....	16
Formulación del Problema de Investigación.....	17
Justificación e Importancia de la Investigación.....	17
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Delimitación.....	18
Delimitación espacial.....	18
Delimitación temporal .....	20
Marco Teórico.....	20
Antecedentes de la Investigación.....	20

Antecedentes Internacionales.....	20
Antecedentes Nacionales .....	21
Antecedentes Locales: .....	22
Bases Teóricas .....	23
Terremotos .....	23
Definición .....	23
Perú en el Cinturón de Fuego.....	23
Albañilería.....	24
Definición. ....	24
Componentes de la Albañilería.....	24
Fallas .....	25
Fallas o Patologías en Estructuras de Concreto Armado. ....	25
Daños por Ataques de Agentes Exteriores.....	26
Fallas o Patologías en la Albañilería.....	27
Agrietamiento. ....	28
Tipos de metodologías para el cálculo de la vulnerabilidad sísmica. ....	29
Método del G.N.D.T. ....	31
Origen. ....	31
Adaptaciones del método del G.N.D.T.....	34
Adaptaciones del método del G.N.D.T para edificios de albañilería confinada. .	34
Glosario De Términos Básicos .....	37

Hipótesis .....	38
Marco Metodológico.....	38
Enfoque .....	38
Diseño .....	39
Nivel.....	39
Sujetos de la Investigación.....	39
Población.....	40
Muestra .....	40
Métodos y Procedimientos.....	42
Técnicas e Instrumentos.....	43
Técnicas de Recolección de Datos:.....	43
Observación .....	43
Entrevista .....	43
Instrumentos de Recolección de Datos .....	43
Aspectos Éticos.....	43
Resultados y Discusiones.....	44
Resultados .....	44
Principales Fallas Estructurales .....	44
Muros Fisurados o Agrietados. ....	44
Mal Encofrado y Cangrejeras. ....	45
Acero de refuerzo expuesto y corroído.....	46

Fisuras en columnas.....	47
Muros erosionados.....	48
Fisuras en Vigas.....	49
Eflorescencias.....	50
Columnas muy espaciadas entre sí.....	51
No presentan junta de dilatación con la edificación colindante.....	53
Muros portantes sin confinamiento.....	53
Análisis de Vulnerabilidad Sísmica.....	57
Parámetro N°01: Organización del sistema resistente.....	57
Parámetro N°02: Calidad Del Sistema Resistente.....	58
Parámetro N°03: Resistencia Convencional.....	58
Parámetro N°04: Posición del Edificio y de la Cimentación.....	59
Parámetro N°05: Diagramas horizontales.....	59
Parámetro N°06: Configuración en planta.....	60
Parámetro N°07: Configuración en Altura.....	60
Parámetro N°08: Tipo de cubierta.....	61
Parámetro N°09 Elementos no estructurales.....	61
Parámetro N°10: Estado de Conservación.....	62
Discusiones.....	66
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	67

Referencias bibliográficas.....	69
Anexos .....	72

### Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapas de Ubicación General del Área de Estudio del Trabajo de Investigación .....	19
<b>Figura 2.</b> Ubicación Satelital de la zona de estudio .....	19
<b>Figura 3.</b> Mortero en la construcción de muros de albañilería.....	25
<b>Figura 4.</b> . Actividad del concreto durante el ciclo de hielo – deshielo. ....	26
<b>Figura 5.</b> Corrosión por cloruros de las armaduras en las vigas, de una construcción situada en la orilla del mar. ....	27
<b>Figura 6.</b> Erosión en los Ladrillos del Muro de Albañilería. ....	28
<b>Figura 7.</b> Agrietamiento Típico en las Fachadas de Edificios de Albañilería.....	29
<b>Figura 8.</b> Gráfica inicial entre el índice del G.N.D.T (Iv) y la densidad de muros (d/n). ....	35
<b>Figura 9.</b> Puntajes de clases y pesos propuestos por Aranda (2000) para edificios de hormigón armado y por Gent (2003) para edificios de albañilería confinada. ....	36
<b>Figura 10.</b> Estimación del nivel de daño esperado sobre la estructura en función de la densidad de muros por unidad de piso .....	37
<b>Figura 11.</b> Fisura y grietas perteneciente a la vivienda N°01.....	44
<b>Figura 12.</b> Columna con cangrejas en la vivienda N°04. ....	45
<b>Figura 13.</b> Acero expuesto y corroído en la vivienda N°14 .....	46
<b>Figura 14.</b> Fisura en la columna perteneciente a la vivienda N°24 .....	47

<b>Figura 15.</b>	Muro erosionado en la vivienda N°11 .....	48
<b>Figura 16.</b>	Fisuras en la viga de la vivienda N°10 .....	49
<b>Figura 17.</b>	Eflorescencias en el revestimiento del muro de la vivienda N°05 .....	50
<b>Figura 18.</b>	Muro portante con columnas de confinamiento muy espaciadas en la Vivienda N°24.....	51
<b>Figura 19.</b>	Parapeto sin arriostrar en la vivienda N°26 .....	52
<b>Figura 20.</b>	Ausencia de las juntas de dilatación en la vivienda N°23.....	53
<b>Figura 21.</b>	Muros portantes que no han sido confinados en la vivienda N°15 .....	54

### Índice de tablas

<b>Tablas 1.</b>	Esquema de metodologías .....	30
<b>Tablas 2.</b>	Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería de piedra. ....	32
<b>Tablas 3.</b>	Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios de hormigón armado. ....	33
<b>Tablas 4.</b>	Asignación de clases a las estructuras dependiendo de sus propiedades..	34
<b>Tablas 5.</b>	Resumen a detalle de las viviendas para cada falla. ....	55
<b>Tablas 6.</b>	Calificación de las viviendas de albañilería confinada, para los 10 parámetros. ....	62
<b>Tablas 7.</b>	Índices de vulnerabilidad y daño esperado.....	64

### Índice de Gráficos

<b>Grafico 1.</b>	Porcentaje de viviendas que presentan muros fisurados o agrietados.....	44
<b>Grafico 2.</b>	Porcentaje de viviendas que presentan mal encofrado y cangrejeras .....	45

<b>Grafico 3.</b> Porcentaje de viviendas que presentan acero de refuerzo expuesto y corroído .....	46
<b>Grafico 4.</b> Porcentaje de viviendas que presentan Fisuras en columnas .....	47
<b>Grafico 5.</b> Porcentaje de viviendas que presentan erosión en los muros .....	48
<b>Grafico 6.</b> Viviendas que presentan fisuras en las vigas. ....	49
<b>Grafico 7.</b> Porcentaje de viviendas que presentan eflorescencia.....	50
<b>Grafico 8.</b> Porcentaje de viviendas que presentan columnas muy espaciadas entre sí .....	51
<b>Grafico 9.</b> Porcentaje de viviendas que presentas tabiques sin arriostrar .....	52
<b>Grafico 10.</b> Porcentaje de viviendas que no presentan junta de dilatación. ....	53
<b>Grafico 11.</b> Porcentaje de viviendas con muros sin confinar .....	54
<b>Grafico 12.</b> Porcentaje de vivienda que presentan fallas estructurales .....	57
<b>Grafico 13.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°01. ....	57
<b>Grafico 14.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°02. ....	58
<b>Grafico 15.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°03. ....	58
<b>Grafico 16.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°04. ....	59
<b>Grafico 17.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°05. ....	59
<b>Grafico 18.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°06. ....	60
<b>Grafico 19.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°07. ....	60
<b>Grafico 20.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°08. ....	61
<b>Grafico 21.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°09. ....	61
<b>Grafico 22.</b> Resultados del análisis para el parámetro N°10. ....	62

**Grafico 23.** Resultados de los daños esperados para las viviendas de albañilería confinada. ....65

**Grafico 24.** Grado de vulnerabilidad para las viviendas de albañilería confinada...65

### Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general identificar las fallas y analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del A.H la primavera III-etapa, distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura.

El tipo de investigación que se realizó fue del descriptivo y de campo, desarrollándose bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto. Siendo la población todas las viviendas de albañilería confinada ubicadas en nuestra zona de estudio y para el cálculo del tamaño de la muestra, se usó un muestreo aleatorio simple, por lo cual se trabajó con una muestra de 35 viviendas. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación del tipo directa, y el instrumento que se realizó fueron las fichas de diagnóstico que se elaboró con la finalidad de reunir la mayor información requerida.

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que las principales fallas son: viviendas que no presentan juntas de dilatación con las edificaciones colindantes (100%), acero de refuerzo expuesto y corroído (91%), mal encofrado y cangrejeras (83%), tabiques sin arriostrar (71%) y columnas muy espaciadas entre sí (66%). Asimismo, los grados de vulnerabilidad para las viviendas de albañilería de nuestra zona de estudio fue la siguiente: índice de vulnerabilidad baja (20%); índice de vulnerabilidad media (23%), índice de vulnerabilidad alta (37%) y índice de vulnerabilidad muy alta (20%).

**Palabras clave:** albañilería confinada, fallas estructurales, grado de vulnerabilidad sísmica, autoconstrucción.

**abstract**

The present research work had the general objective of identifying the faults and analyzing the seismic vulnerability of the confined masonry houses of the A.H spring III-stage, district of Castilla, province and department of Piura.

The type of research that was carried out is of the descriptive and field type, developed under the methodological approach of the mixed approach. Since the population is all the confined masonry dwellings located in our study area, for the calculation of the sample size, a simple random sampling has been used, for which we have worked with a sample of 35 dwellings.

The data collection techniques were observation of the direct type, and the instrument that was carried out was the diagnosis sheets that were prepared in order to gather the most information required.

According to the analysis carried out, it is concluded that the main failures are: homes that do not have expansion joints with the neighboring buildings (100%), exposed and corroded reinforcing steel (91%), bad formwork and clamps (83%), unbraced partitions (71%) and widely spaced columns (66%). Likewise, the degrees of vulnerability for masonry homes in our study area is as follows: low vulnerability index (20%); medium vulnerability index (23%), high vulnerability index (37%) and very high vulnerability index (20%).

**Keywords:** confined masonry, structural failures, degree of seismic vulnerability, self-construction.

### Introducción

“EL sistema de albañilería fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda, y ha existido desde tiempos prehistóricos y su forma inicial podría haber sido los muros hechos con piedras naturales trabadas o adheridas con barro” (Bartolome, 2001).

En los países latinoamericanos las construcciones de viviendas se realizan generalmente de albañilería confinada, y se ha reconocido que este tipo de construcciones ha tenido un buen comportamiento frente a los terremotos. (Astroza I & Schmidt A, 2004).

“La albañilería de ladrillos de arcilla confinada con elementos de concreto armado es considerada como ‘material noble’ por muchos pobladores y es por tanto un material de preferencia para la construcción de viviendas en el Perú” (Serván, 2013). Sin embargo, la autoconstrucción se ha convertido en algo habitual ya que los propietarios recurren a la informalidad, edificando con: materiales inadecuados, sin dirección técnica y sin emplear los reglamentos de construcción. (Capani Llanco & Huamaní Castro, 2018) .

En Piura, se presentan estos problemas, principalmente en los asentamientos humanos, siendo uno de ellos el A. H La Primavera; debido a esto, la importancia de la presente investigación que da a conocer, la situación actual de las viviendas de albañilería, e identifica aquellas no garantizan seguridad, frente a cualquier eventualidad que se presente; y tuvo como objetivo identificar las fallas y analizar la vulnerabilidad sísmica de estas viviendas.

Muchas de las investigaciones que se han realizado a las viviendas de albañilería, en diferentes zonas de estudios, han obtenido resultados desfavorables que evidencian la vulnerabilidad de las mismas. Basándonos en estos antecedentes y además en las visitas previas a nuestra zona de estudio se planteó la hipótesis de que las principales fallas son: la

erosión del ladrillo en los muros, la oxidación del acero en los elementos estructurales, eflorescencia, fisuras y grietas. Generando una alta vulnerabilidad sísmica.

La presente investigación se ejecutó en dos etapas; la primera fue la identificación de las principales fallas en las viviendas de albañilería confinada; para lo cual se realizaron fichas de diagnóstico; luego mediante métodos estadísticos, se pudo encontrar las fallas más comunes. La segunda sección fue el cálculo de la vulnerabilidad sísmica; para lo cual se usó la calibración del método G.N.T.D; dirigido para viviendas de albañilería confinada, de igual forma se usaron fichas de diagnóstico, para el cálculo de los parámetros.

El resultado de este trabajo de investigación, puede servir como base para dar comienzo a futuras investigaciones en donde se puedan determinar las posibles causas que generan estas fallas, y además proponer soluciones. Además, que estos resultados obtenidos podrían ser entregados a la asociación de la zona, con la finalidad que las futuras viviendas tengan en cuenta la problemática.

### Aspectos de la Problemática

#### Descripción de la Realidad Problemática

La información reunida sobre los daños de los terremotos del 21 y 22 de mayo de 1960 en Chile, indica que las viviendas más dañadas fueron las viviendas construidas por sus propietarios (autoconstrucción). Entre los daños encontrados en las construcciones de adobe y de albañilería sin refuerzos ubicados en la VII y VIII Región, y los daños encontrados en las viviendas construidas con madera de baja resistencia al intemperismo. (Monge y Astroza, 1989, Lastrico 1967).

Esto muchas veces se debe a que los pobladores de este asentamiento humano, no cuentan con los recursos suficientes para contratar a una empresa constructora; o a los profesionales requeridos para las construcciones de las viviendas; y recurren a contratar a maestros de obras, albañiles, y algunas veces, son los mismos propietarios los que construyen sus viviendas.

En unas primeras visitas a la zona de estudio - A. H La Primavera se pudo observar, que la gran mayoría de las viviendas habitadas, están construidas de albañilería confinada, sin embargo, también se ha podido observar que muchas de estas viviendas presentan fallas estructurales; como muros rajados, separación entre la columna y el muro, cangrejas, muros con eflorescencia; etc.

Las fallas que no son reparadas, representan un gran problema, ya que, con el paso de los años, estas se van volviendo más graves; como en los muros las grietas van aumentando su espesor y longitud; la eflorescencia en muros va aumentando; la corrosión en el acero estructural cada vez es mayor. Estas fallas van aumentando la vulnerabilidad de las viviendas que, en caso de un sismo, inundación, y de otros eventos siniestros que se puedan presentar, traería consecuencias desastrosas como el colapso de las viviendas y pérdidas de vidas humanas.

Dependiendo de la gravedad de estas; algunas tienen reparación mientras que otras no, pero sin embargo se puede controlar. Para poder dar solución a estas fallas se debe realizar un análisis más profundo, en donde se conozcan cuáles son las causas que las generan; y así llegar a una solución.

### **Formulación del Problema de Investigación**

¿Cuáles son las principales fallas y cuál es el grado de vulnerabilidad en las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el A.H la primavera, III Etapa?

### **Justificación e Importancia de la Investigación**

“En el censo del 2017 en comparación con el Censo de 2007, es importante destacar el incremento de las viviendas con ladrillo o bloque de cemento en las paredes exteriores, que representa un crecimiento del 43,7%.” (INEI, 2017). Con este aumento significativo podemos decir que los pobladores estarían continuando con la construcción de sus viviendas sus viviendas de manera informal.

Siendo que esta etapa del asentamiento humano se encuentra aún en crecimiento y tiene muchos lotes por construir resulta de gran importancia identificar las fallas que por ahora se presentan en las viviendas construidas y de esta manera alertar sobre el problema que se tiene, para evitar daños similares en viviendas futuras. Además, estos resultados obtenidos podrían ser entregados a la asociación de vivienda perteneciente a esta zona.

Se dará a conocer, la situación actual de las viviendas de albañilería en este asentamiento, además poder identificar aquellas no garantizan seguridad, frente a cualquier eventualidad que se presente, lo que resulta un aporte práctico en beneficio de los pobladores

Los resultados de esta investigación servirán como base, para realizar futuras investigaciones a una escala más profunda, en donde se puedan detectar las causas que generan estas fallas, y así poder dar soluciones a toda la población que viene siendo afecta.

## Objetivos

### *Objetivo General*

Identificar las fallas y analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del A.H la primavera III-etapa, distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura.

### *Objetivos Específicos*

Delimitar la zona de estudio.

Inspeccionar las viviendas para seleccionar aquellas que se encuentren potencialmente afectadas.

Realizar encuestas, entrevistas o fichas de diagnóstico a las familias de las viviendas que fueron seleccionadas; de manera que se pueda recolectar mayor información.

Analizar de forma minuciosa la información obtenida, describir las principales fallas que se encuentren en cada vivienda y determinar un patrón de fallas.

Analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

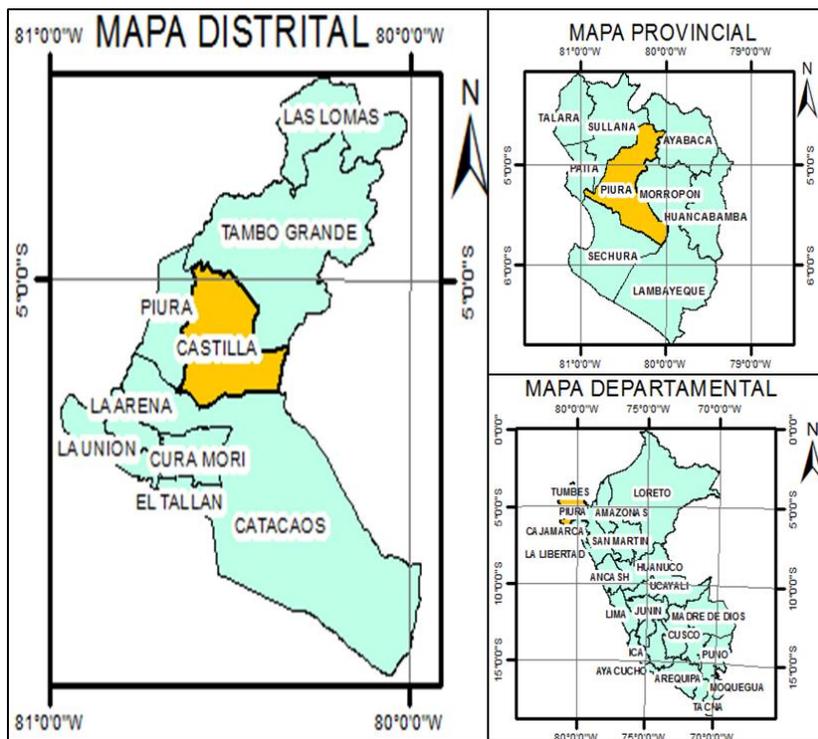
## Delimitación

### *Delimitación espacial*

El presente trabajo de investigación tuvo como zona de estudio la tercera etapa del Asentamiento Humano La Primavera. Ubicado en el distrito de Castilla de la provincia de Piura del departamento de Piura. En la figura 1, se muestra los respectivos mapas departamental, provincial y distrital, en donde se ha sombreado de color amarillo. De igual manera, en la figura 2, se muestra una imagen satelital del área de estudio, en este caso delimitando con un polígono de color rojo la tercera etapa del A. H La Primavera.

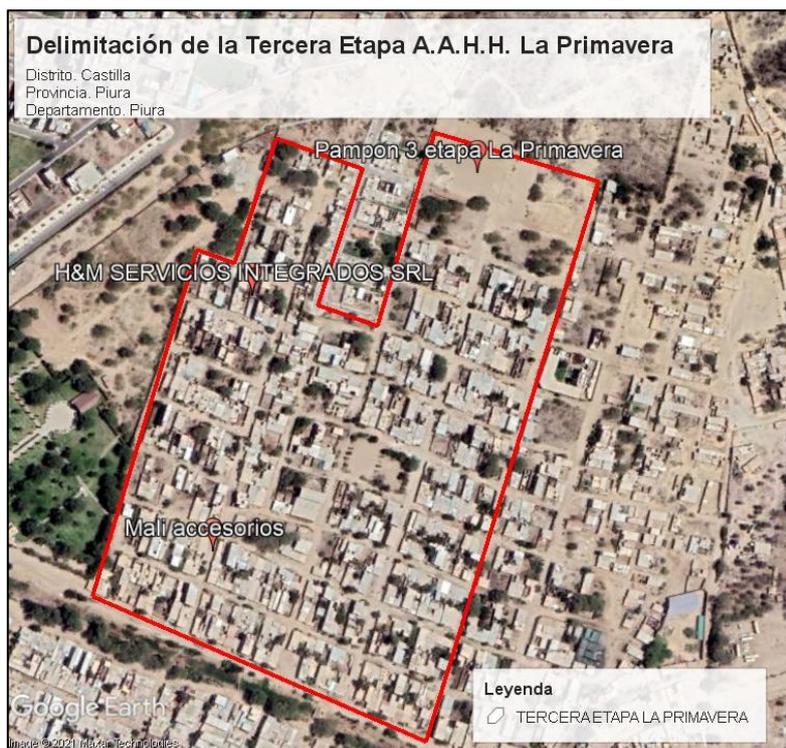
**Figura 1.**

*Mapas de Ubicación General del Área de Estudio del Trabajo de Investigación*



**Figura 2.**

*Ubicación Satelital de la zona de estudio*



### *Delimitación temporal*

La presente investigación se llevó a cabo durante todo el año 2020 (enero a diciembre).

## **Marco Teórico**

### **Antecedentes de la Investigación.**

#### *Antecedentes Internacionales*

Ochoa y Merino (2014); en su tesis de pregrado titulada “Estudio de la Seguridad Sísmica y Diseño del Reforzamiento Estructural de una vivienda de tres pisos” tuvo “como objetivo el estudio de una vivienda con losas planas, ubicada en la ciudad de Quito y el diseño de su reforzamiento estructural, para brindar un aporte a la prevención de desastres y a la solución de problemas en cuanto al diseño sismorresistente”, en donde se seleccionó una vivienda en el norte de Quito para realizar una inspección in situ y observar las patologías existentes. Después se examinaron los elementos estructurales y la albañilería de relleno. Obteniendo como resultados que se trata de un sistema que carece de sismo resistencia siendo importante implementar como solución la rigidización de la vivienda y concluyendo “que los sistemas constituidos por losas planas no son estructuras confiables para resistir fuerzas sísmicas y se recomienda insistentemente reforzar las estructuras de este tipo”.

Rute, Milene y Mayra (2013), en su artículo científico titulado “Riesgo Sísmico En Las Viviendas Individuales Modernas Del Reparto Ampliación De Terrazas En Santiago De Cuba” cuyo objetivo fue estudiar “el comportamiento estructural sismorresistente de las viviendas individuales modernas del reparto Ampliación de Terrazas en los niveles I y III del método de Scarlat”. En donde se analizaron 18 viviendas representativas de la arquitectura moderna comprendiendo la revisión de documentación, asimismo de trabajo de campo y análisis del estado técnico, obteniendo como resultados que “el total de la muestra analizada

presenta insuficiente resistencia sísmica, asociada a la geometría de las plantas, resistencia, fragmentación y disposición de los elementos estructurales”.

### *Antecedentes Nacionales*

Astroza y Schmidt (2004) en su artículo de revista titulado “Capacidad De Deformación De Muros De Albañilería Confinada Para Distintos Niveles De Desempeño” tuvo como objetivo determinar “la capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño” por lo cual se obtuvieron resultados para los siguientes niveles de desempeño en los muros de albañilería: “Servicio (ELS) 0.09; Operacional (ELO) 0.13; Daño controlado (ELDC) 0.26; Resistencia (ELR) 0.40, Último (ELU) 0.73” y concluyó en que “las distribuciones estadísticas que resultan para la distorsión angular asociada con diferentes estados límites o niveles de desempeño, permiten establecer las capacidades de deformación considerando tres valores distintos de la fracción defectuosa”.

Laucata (2013) en su tesis de pregrado titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo” tuvo como objetivo detectar las características de estas viviendas, proporcionando una solución para disminuir el riesgo sísmico de las mismas. Para tal fin se “ha analizado las características técnicas, así como los errores arquitectónicos, constructivos y estructurales de viviendas construidas informalmente”, la información de campo se recolectó en fichas de encuesta, en las que se recopiló datos de ubicación, proceso constructivo, estructuración y calidad de la construcción, llegando a obtener resultados que “contribuyeron a la elaboración de una cartilla para la construcción y mantenimiento de las viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, zona de alto peligro sísmico”.

Capani y Huamaní (2018) en su tesis de pregrado titulada “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada construidas informalmente

en el distrito de Yauli, Provincia de Huancavelica, Región de Huancavelica” tuvo como objetivo precisamente la determinación de la vulnerabilidad sísmica, posteriormente se

Recogieron las principales características de ubicación, arquitectónicas, estructurales y constructivas de cada vivienda. La información obtenida se procesó para determinar el riesgo sísmico de las viviendas, y se elaboró una base datos para clasificar las principales fallas de las viviendas diagnosticadas.

Se obtuvo un resultado con el cual se ha logrado establecer las fallas que presentan las viviendas de albañilería confinada: problemas de ubicación, problemas estructurales, problemas del proceso constructivo, calidad de la mano de obra, entre otros defectos.

Mosqueira (2013) en su tesis de pregrado titulada “Evaluación De Fallas Estructurales En Viviendas Ubicadas Al Margen Del Rio Mashcon - Distrito De Cajamarca” tuvo como objetivo precisamente la identificación de las principales fallas estructurales en la presente zona de estudio. Llegando a la conclusión de que el estado de las viviendas, la mayoría de viviendas presentan diversas fallas; en la cimentación por concreto pobre; mala densidad de muros; deterioro de los muros de albañilería; que los dejaría vulnerables ante un posible sismo. Se pudo llegar a la conclusión que todas las viviendas evaluadas, fueran construidas de manera ilegal; sin asesoramiento técnico, donde se podían evidenciar fallas, ante un posible sismo estas viviendas pueden fallar y colapsar.

#### ***Antecedentes Locales:***

Poicon Cornejo (2017) en su tesis de pregrado titulada “Análisis y evaluación del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el centro del distrito de Catacaos-Piura”. Tuvo como objetivo identificar el índice del riesgo sísmico en viviendas de albañilería en el centro de la ciudad de Catacaos - Piura, en donde se obtuvieron como resultados, que puede haber riesgo sin la necesidad de que haya un desastre como consecuencia de un evento sísmico y además se encontraron muchas deficiencias en las viviendas. Por lo cual concluyeron que el

“índice o nivel de Riesgo Sísmico de las viviendas de albañilería en el centro del distrito de Catacaos es Alto”.

## **Bases Teóricas**

### ***Terremotos***

**Definición.** Vidal (1994) afirma lo siguiente:

Un terremoto es un movimiento o vibración repentina causada por la relajación brusca y súbita de energía, acumulada por deformación de la Litosfera, que se propaga en forma de ondas sísmicas. Es por lo tanto un fenómeno transitorio.

La mayoría de los terremotos son de origen tectónico; en éstos a que la fricción en las fallas es a menudo inestable, ocurren desplazamientos muy rápidos como una ruptura que se propaga dinámicamente sobre la superficie de la falla, estos movimientos generan las ondas sísmicas y estas, al llegar a la superficie, provocan las sacudidas sísmicas del terreno (p. 18).

De igual manera Zelaya (2007, como se citó en Laura, 2017)

Los sismos son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra que dan origen a vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal y responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra. Como resultado de un proceso gradual de acumulación de energía debido a los fenómenos geológicos que deforman la superficie de la tierra, dando lugar a las grandes cadenas montañosas.

**Perú en el Cinturón de Fuego.** “El Perú se encuentra ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico y en su borde occidental se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año” (DeMets, G.Gordon, Seth, & Aarhus, 1980) y según su historia, ha sido afectado por un gran número de sismos ocurridos, a variados niveles de profundidad y rangos

de magnitud, siendo los que presentan sus epicentros en el mar, los más propensos a generar tsunamis. (Guzmán Mendivil & Tavera, 2016).

### *Albañilería*

**Definición.** Gallegos y Casabonne (2005), mencionan lo siguiente.

La albañilería es un material estructural compuesto que, en su forma tradicional, está integrado por unidades asentadas con mortero. En consecuencia, es un material de unidades débilmente unidas o pegadas. Este hecho, confirmado por ensayos y por la experiencia, permite afirmar que se trata de un material heterogéneo y anisotrópico que tiene, por naturaleza, una resistencia a la compresión elevada, dependiente principalmente de aquella de la propia unidad, mientras que la resistencia a la tracción es reducida y está controlada por la adhesión entre la unidad y el mortero.

#### **Componentes de la Albañilería.**

**Unidades de Albañilería.** “Las unidades de arcilla son usualmente ladrillos. Se les llama ladrillos de arcilla o ladrillos cerámicos. Se fabrican ladrillos de arcilla sólidos, perforados y tubulares; los bloques, cuando se fabrican, son huecos” (Gallegos & Casabonne, 2005).

**Acero de Refuerzo.** “La albañilería y el concreto son muy débiles para resistir esfuerzos de tracción, en particular los causados por momentos flectores generados por fuerzas sísmicas tanto en el plano del muro como en la dirección perpendicular a su plano. Para suplir esta deficiencia, se emplea el acero corrugado como refuerzo” (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2018).

**Mortero.** “La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad” (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2018).

**Figura 3.**

*Mortero en la construcción de muros de albañilería*



Nota. Tomado de *¿Qué Ladrillos Debo Usar Para La Construcción De Mi Vivienda? Blog De La Construcción*, de Ponce, A. D. (2019).

**Concreto.** “La resistencia a compresión axial del concreto se obtiene ensayando probetas cilíndricas estándar de 15cm de diámetro y 30cm de altura. El concreto se usa en los confinamientos que bordean al muro de albañilería simple” (San Bartolomé, Quiun, & Silva, 2018).

**Fallas**

**Fallas o Patologías en Estructuras de Concreto Armado.** Francisco Vidal (1994) nos dice que una falla es una zona de fracturas donde han ocurrido desplazamientos de un lado respecto al otro del plano o superficie de fractura, y las clasifica en:

**Falla Normal.** También denominadas fallas tensionales, de deslizamiento normal, etc.

En ellas el bloque superior se desliza descendiendo en la dirección del plano de falla.

**Falla Inversa.** también denominadas fallas compresionales, de deslizamiento inverso, etc. En ellas el bloque superior se desliza ascendiendo en la dirección del plano de falla.

**Falla de Desgarre.** también denominadas fallas de salto en dirección, de rumbo, de deslizamiento lateral, etc. En ellas un bloque se desliza lateralmente respecto al otro siguiendo la dirección del plano de falla.

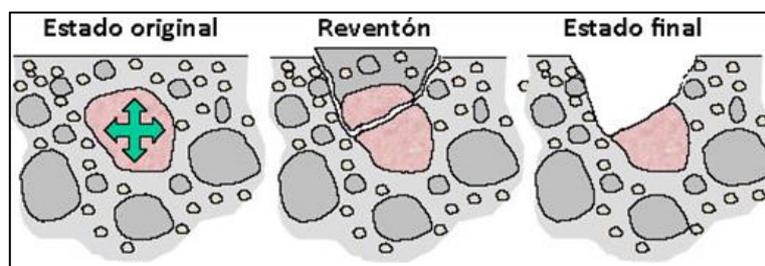
Los fallamientos producidos en los terremotos suelen corresponder a uno de los tipos anteriores o a una combinación de ellos. (Vidal Sánchez, 1994)

#### **Daños por Ataques de Agentes Exteriores.**

**Ataque Físico.** “El hormigón armado que sufra acciones de tipo físico estará sometido a un desgaste superficial que puede llegar a provocar una disgregación o pérdida de integridad. Este fenómeno se puede manifestar de diferentes formas” (Porto Quintián, 2005).

#### **Figura 4.**

*Actividad del concreto durante el ciclo de hielo – deshielo.*



*Nota:* Tomado de *krystaline waterproofing concrete*

(<https://krystalinewaterproofconcrete.com/>).

**Ataque Químico:** “El ataque por agentes químicos al hormigón es el que mayores daños ocasionan en las estructuras, y también el que presenta mayores dificultades a la hora de solucionarlo. Generalmente el ataque lo sufren los áridos y sobre todo el cemento.” (Porto Quintián, 2005)

**Corrosión en las Armaduras:** Porto (2005) afirma que: “Cualquier metal puede sufrir dos tipos de corrosión: la corrosión electroquímica o galvánica y la corrosión por oxidación. De las dos el hormigón sufre la primera, ya que en la segunda no existen reacciones de oxidación-reducción que provoquen transporte de electrones.”

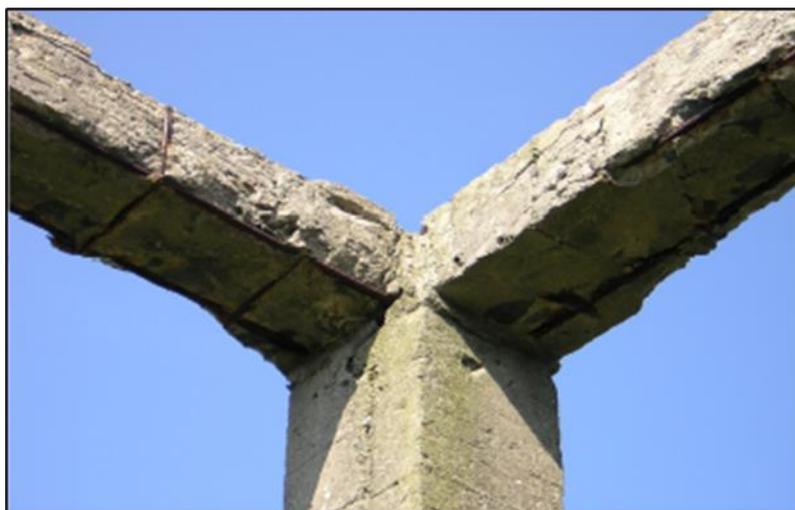
Carbonatación: “Consiste en la reacción entre el CO<sub>2</sub> del aire, que penetra a través de los poros del hormigón, y el hidróxido cálcico, proveniente del cemento y posteriores reacciones durante el endurecimiento del hormigón” (Porto Quintián, 2005).

Presencia de cloruros: Para que se produzca corrosión electroquímica es preciso que se forme una pila galvánica con un ánodo, un cátodo, un electrolito y oxígeno; además de que el ánodo y el cátodo estén conectados eléctricamente para que se produzca el paso de electrones. El lugar en que el acero se corroe es el ánodo y en él, el átomo de metal pierde electrones al reaccionar con el medio corrosivo (Porto Quintián, 2005).

El ambiente en las cercanías de las orillas del mar es muy agresivo, debido a esto se deben usar concretos resistentes a los sulfatos, para evitar la corrosión de los aceros.

#### **Figura 5.**

*Corrosión por cloruros de las armaduras en las vigas, de una construcción situada en la orilla del mar.*



Nota: Tomado de Manual de patologías en las estructuras de hormigón armado, por Porto Quintián, 2005.

#### **Fallas o Patologías en la Albañilería.**

*La Eflorescencia.* San Bartolomé (1994), afirma que:

Se produce cuando las sales (sulfatos) se derriten, ya sea por la saturación a que se someten las unidades antes de asentarlas, como por la humedad del medio ambiente, o también porque el ladrillo absorbe el agua del mortero. Estas sales emergen a la superficie del ladrillo y se cristalizan destruyendo su superficie. De ocurrir este problema, se aconseja que después de un mes de construido el muro, se limpie en seco con una escobilla metálica. (p. 23)

**Erosión del Material.** “Es la pérdida del mismo de forma superficial, provocada por acciones mecánicas, dañando considerablemente los elementos de concreto. Generalmente la disgregación de la obra vista de ladrillo se debe a defectos en el mortero que liga unas piezas con otras” (San Bartolome, 1994)

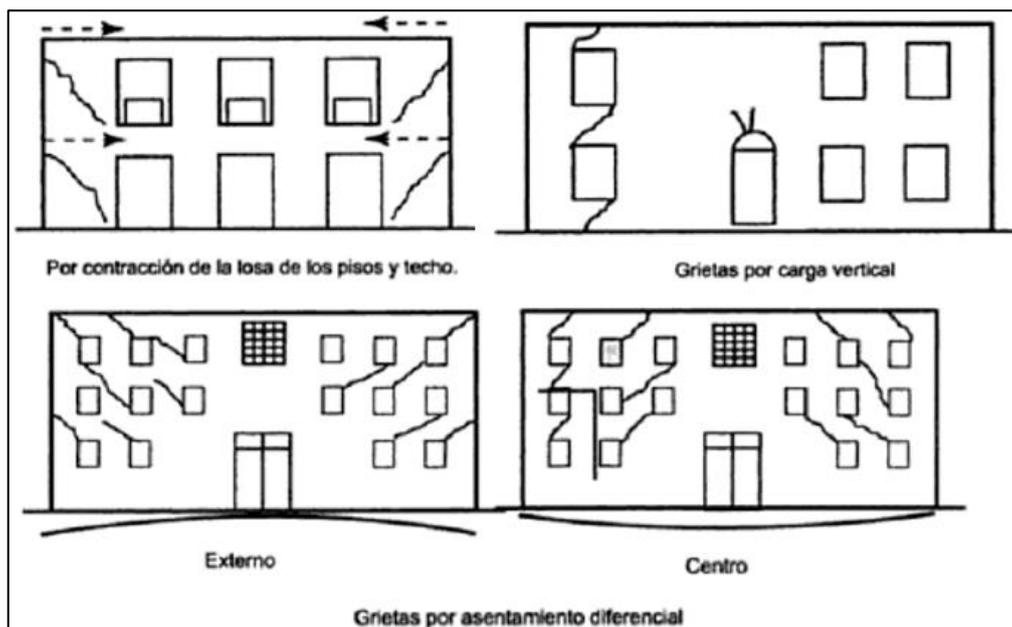
**Figura 6.**

*Erosión en los Ladrillos del Muro de Albañilería.*



*Nota.* Tomado de *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la Institución Educativa 607443*, por Enry Herve Linares Soto, 2016.

**Agrietamiento.** “El agrietamiento es la causa más frecuente de fallas en el comportamiento de la albañilería, impedirlo es una preocupación constante. Se produce por deformaciones que inducen esfuerzos en exceso de las resistencias en tracción” (Gallegos & Casabonne, 2005).

**Figura 7.***Agrietamiento Típico en las Fachadas de Edificios de Albañilería*

*Nota.* Adaptado de *Albañilería Estructural*, por Héctor gallegos, 2005.

### ***Tipos de metodologías para el cálculo de la vulnerabilidad sísmica.***

(Corsanego & Gavarini, 1993) señala que, hay tres líneas conceptuales principales a partir de las cuales metodologías desarrolladas en los últimos años pueden ser se dice que surge (tipológico, mecanicista, híbrido) y, por tanto, está claro que, desde este punto de vista, estas metodologías se dividen en las siguientes clases:

TY: métodos tipológicos,

ME: métodos mecanicistas,

HY: métodos híbridos.

También se ha visto que la medida por qué vulnerabilidad se define es, en general, basado en variables numéricas pero que hay casos en los que, en cambio, uno recurre a descriptivas condiciones. Así también la siguiente metodología la clasificación es útil:

QN: métodos cuantitativos,

QL: métodos cualitativos.

El tipo de resultados producidos permite una mayor distinción. Se ha demostrado de hecho que hay métodos que dan directamente el pronóstico de daños, otros que llegan indirectamente porque se articulan en dos pasos (el primer paso Consiste en la especificación de indicadores de la debilidad de la construcción, mientras que la segunda da el pronóstico en términos de esos indicadores), mientras que otros no dan ninguna previsión y especifican salida en términos de una vulnerabilidad definida convencionalmente. Por tanto, es posible una tercera clasificación. (Corsanego & Gavarini, 1993).

DI: métodos directos,

IN: métodos indirectos,

CO: métodos convencionales.

La principal fuente de conocimiento ha sido la estadística mediante el procesamiento de observaciones de terremotos anteriores, o el cálculo analítico de la sísmica respuesta, o el juicio subjetivo de expertos.

La cuarta clasificación sale inmediatamente:

ST: métodos estadísticos,

AN: métodos analíticos,

SU: métodos subjetivos.

**Tablas 1.**

Esquema de metodologías

Método	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Línea	ME	ME	HY	HY	HY	TY	ME	HY	ME	HY	ME	HY
La medida	QN	QL	QN	QN								
Resultados	DI	DI	IN	CO	DI	DI	DI	IN	DI	CO	DI	IN
Fuente	AN	AN	ST	SU	AN	ST	AN	ST	AN	SU	AN	ST

*Nota:* Da una visión sintética de las orientaciones metodológicas que más caracterizó la investigación realizada en este campo en Italia. Adaptado de *Diez años de investigación sobre la vulnerabilidad sísmica de construcciones en Italia* por Corsanego & Gavarini (1993).

*Método del G.N.D.T.*

La metodología propuesta por el Grupo Nacional de Defensa ante Terremotos de Italia (G.N.D.T.) para evaluar la vulnerabilidad de edificios consiste en determinar un índice de vulnerabilidad normalizado, el cual se obtiene con la ayuda de fichas de levantamiento que son llenadas al analizar un edificio o un grupo de ellos (Gent, Astroza , & Giuliano, 2005).

**Origen.** De acuerdo a (SLEJKO, 1993), el G.N.D.T fue constituido el 26 de octubre de 1984 por decreto del Ministerio de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, con el acuerdo del Ministerio de Protección Civil y del Ministerio de Hacienda, a continuación, diseño de ley n. 159 de 26 de mayo de 1984 y la consiguiente ley n. 363 de 24 de julio de 1984. La duración de la GNDT fue fijada hasta el 31 de marzo de 1985, fecha prevista para la constitución del Servicio Nacional de Protección Civil. y se necesitaron prórrogas anuales para continuar con las actividades relacionadas con la mitigación del riesgo sísmico El GNDT opera en tres líneas de investigación:

- 1) zonificación y clasificación sísmica,
- 2) prevención de daños a edificios
- 3) estrategias para la mitigación del riesgo sísmico.

La propuesta del Instituto de Tecnologías de Construcción (CNR) para una zonificación sísmica se basó principalmente en los resultados de ese estudio (Petrini, 1980), y fue aceptado por el gobierno italiano y traducido en una serie de decretos por Ministerio de Obras Públicas entre 1980 y 1984.

De acuerdo a Sánchez (2013):

Italia es uno de los países que más historia aglutina en sus calles. Con Roma como sede del Imperio Romano, aquí se pueden encontrar construcciones históricas de mampostería (y sus restos), en cualquier sitio, tales como: arcos de triunfo, teatros,

circos, templos, foros, las residencias de los emperadores. Además, este país fue la capital del Renacimiento, por eso también hay edificios históricos que hoy se han convertido en museos o edificios públicos. La restauración y conservación de este patrimonio es clave en este lugar. (pág. 38)

Debido a esto Gent, Astroza , & Giuliano, (2005) menciona que:

El método se basa en la información relacionada con características de los edificios como son: el tipo de construcción, el uso, la calidad de los materiales, la estructuración utilizada, aspectos geométricos de la estructura, el tipo de daños que presenta, etc. Estas características se cuantifican a modo de parámetros y se evalúan teniendo en cuenta once factores, a cada uno de los cuales se le asigna alguna de las clases consideradas (que son cuatro para los edificios de mampostería de piedra: A, B, C y D y tres para los edificios de hormigón armado: A, B y C) (p. 6).

En la tabla 2 se muestran los 11 parámetros; con sus respectivos puntaje y peso; correspondiente únicamente para edificios de mampostería de piedra.

### Tablas 2.

Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios en mampostería de piedra.

Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase				Peso
	A	B	C	D	
1. Tipo y organización del sistema resistente	0	5	20	45	1
2. Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3. Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y fundación	0	5	25	45	0,75
5. Presencia de diafragmas horizontales	0	5	15	45	1
6. Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1
8. Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0,25
9. Tipo de techumbre	0	15	25	45	1
10. Elementos no estructurales	0	5	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1

*Nota.* Tomado de *Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada*, por Gent, K., Astroza , M., & Giuliano, G. (2005).

**Tablas 3.**

Factores de vulnerabilidad, clases y pesos para edificios de hormigón armado.

Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase			Peso
	A	B	C	
1. Organización del sistema resistente	0	6	12	1,0
2. Calidad del sistema resistente	0	6	12	0,5
3. Resistencia convencional	0	11	22	1,0
4. Posición del edificio y fundación	0	2	4	0,5
5. Presencia de diafragmas horizontales	0	3	6	1,0
6. Configuración en planta	0	3	6	0,5
7. Configuración en elevación	0	3	6	1,0
8. Conexión entre elementos críticos	0	3	6	0,75
9. Tipo de techumbre	0	3	6	1,0
10. Elementos no estructurales	0	4	10	0,25
11. Estado de conservación	0	10	20	1,0

*Nota.* Tomado de *Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada*, por Gent, K., Astroza , M., & Giuliano, G. (2005).

En la tabla 3 se muestran los 11 parámetros; con sus respectivos puntaje y peso; correspondiente únicamente para edificios de hormigón armado.

Finalmente, el índice de vulnerabilidad normalizado ( $I_v$ ) se obtiene como la suma ponderada de cada uno de los factores de vulnerabilidad por su peso correspondiente. Es conveniente normalizar el índice  $I_v$ , para facilitar la comparación entre los distintos valores correspondientes a los edificios de la muestra analizada. Esto se obtiene dividiendo el índice calculado para cada edificio por el valor máximo que se puede obtener de él (Gent et al., 2005).

$$I_{v \text{ NORMALIZADO}} = \frac{\sum_{j=1}^{11} \text{Peso del factor}_j * \text{Puntaje de clase factor}_j}{382.5} \dots \dots \dots \text{Mampostería no reforzada}$$

$$I_{v \text{ NORMALIZADO}} = \frac{\sum_{j=1}^{11} \text{Peso del factor}_j * \text{Puntaje de clase factor}_j}{31} \dots \dots \dots \text{Hormigón armado}$$

**Tablas 4.**

Asignación de clases a las estructuras dependiendo de sus propiedades.

Edificios de mampostería no reforzada		Edificios de hormigón armado	
<i>Clases</i>	<i>Descripción</i>	<i>Clases</i>	<i>Descripción</i>
A	Buena o acorde con la normativa	A	Buena
B	Casi buena	B	Regular
C	Casi deficiente	C	Mala
D	Deficiente o insegura		

*Nota:* Tomado de *Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada*, por Gent, K., Astroza, M., & Giuliano, G. (2005).

***Adaptaciones del método del G.N.D.T***

Según (Aranda 2000, como se citó en Gent *et al* 2005):

Con el correr de los años los postulados originales del método del G.N.D.T. han sido modificados en Chile, gracias al desarrollo de trabajos e investigaciones que han permitido adecuar algunos de sus factores y pesos correspondientes a las características de las edificaciones chilenas para implementar la metodología localmente. Adatándose y aplicándose para viviendas de adobe.

***Adaptaciones del método del G.N.D.T para edificios de albañilería confinada.***

La calibración del método del G.N.D.T. para los edificios de albañilería confinada, se lleva a cabo a partir de la adaptación del método original propuesto por Aranda (2000) y considerando los resultados que se obtienen con el índice de densidad de muros de Meli, índice que se encuentra calibrado con el daño observado en edificios de albañilería durante el terremoto del 3 de marzo de 1985 (Gent *et al* 1993, como se cito en, Gent *et al* 2005).

Con este propósito, se seleccionó la muestra de 24 edificios del estudio de vulnerabilidad desarrollado por Acevedo (2002) y Aguirre (2002), a la cual se le

pueden calcular ambos índices de vulnerabilidad. Con los resultados obtenidos para cada estructura, se elaboró la gráfica que relaciona el índice de vulnerabilidad normalizado ( $I_v$ ) del método original del G.N.D.T. (Astroza *et al* 1993, como se cito en, Aranda 2000).

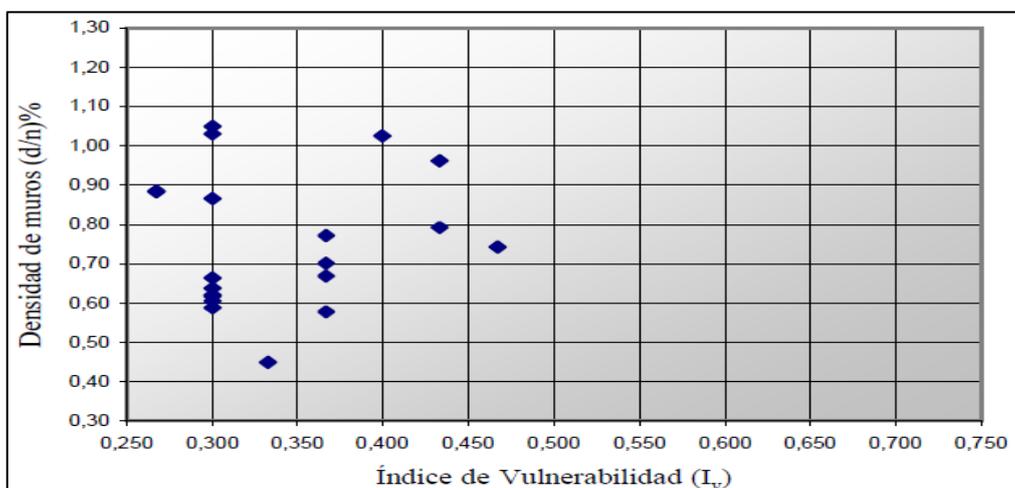
Debido a esto (Gent *et al* 2005) afirma lo siguiente:

No se aprecia una tendencia definida entre ambos índices, lo que estaría en contradicción con el hecho que cuando no existen grandes diferencias en la calidad de construcción de los muros de las distintas edificaciones analizadas, es posible esperar que la densidad de muros en planta se relacione con la vulnerabilidad sísmica de la estructura. De esta manera, el proceso de calibración debiera realizar las modificaciones al método original del G.N.D.T que permitan verificar una situación lógica: a mayor densidad de muros en planta en el edificio, menor índice de vulnerabilidad normalizado del mismo. (p .9)

En la figura 8, se muestran 24 puntos, cada uno correspondiente a una vivienda, tomando en cuenta el método G.N.D.T inicial, tomando en cuenta los 11 parámetros.

**Figura 8.**

*Gráfica inicial entre el índice del G.N.D.T ( $I_v$ ) y la densidad de muros ( $d/n$ ).*



*Nota: Tomado de Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada por Gent *et al* (2003)*

Asimismo, Gent et al (2005) menciona que:

La calibración desarrollada es el resultado de analizar los criterios, parámetros, límites (rangos) de clasificación, pesos y factores que participan en la determinación del índice del G.N.D.T. Específicamente, el trabajo fue enfocado a: incorporar nuevos parámetros de medición y/o reformular algunas expresiones de los mismos; refinar los límites de categorización de ciertos parámetros a través de los cuales se establecen las distintas clases para los factores; optimizar algunos criterios de clasificación; modificar pesos correspondientes a factores y subfactores del método; replantear algunos factores mediante la incorporación de nuevos elementos. La calibración es el producto de variar mediante un ajuste iterativo las gráficas que relacionan el índice de densidad de muros de Meli, el índice de vulnerabilidad del G.N.D.T. y los niveles de daño esperado para los edificios de la muestra. (p. 9).

Como consecuencia de lo menciona se obtuvo la Figura 9, que como se aprecia ahora se han tomado en cuenta 10 parámetros, con estos puntajes y peso se a desarrollado la presente investigación ya que es aplicable a las viviendas de albañilería confinada.

### Figura 9.

*Puntajes de clases y pesos propuestos por Aranda (2000) para edificios de hormigón armado y por Gent (2003) para edificios de albañilería confinada.*

Factor de vulnerabilidad	Puntaje de la clase			Peso Aranda (2000)	Peso Gent (2003)
	A	B	C		
1. Organización del sistema resistente	0	1	2	4	4
2. Calidad del sistema resistente	0	1	2	1	3
3. Resistencia convencional	-1	0	1	1	2
4. Posición del edificio	0	1	2	1	0,75
5. Presencia de diafragmas horizontales	0	1	2	1	0,5
6. Configuración en planta	0	1	2	1	0,5
7. Configuración en elevación	0	1	2	2	1,5
8. Tipo de techumbre	0	1	2	1	0,5
9. Elementos no estructurales	0	1	2	1	1
10. Estado de conservación	0	1	2	2	1

*Nota: Tomado de Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las*

*Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada por Gent et al (2003)*

**Figura 10.**

*Estimación del nivel de daño esperado sobre la estructura en función de la densidad de muros por unidad de piso*

Nivel de daños	Categoría de daños	Densidad de muros (d/n)	Índice del G.N.D.T. ( $I_v$ )
Daño Leve	0 y 1	$d/n > 1,15\%$	$I_v < 0,350$
Daño Moderado	2	$0,85\% < d/n \leq 1,15\%$	$0,350 < I_v \leq 0,475$
Daño Severo	3	$0,5\% < d/n \leq 0,85\%$	$0,475 < I_v \leq 0,600$
Daño Grave	4 y 5	$d/n \leq 0,5\%$	$0,600 \leq I_v$

*Nota:* Con el índice de vulnerabilidad, vemos a que nivel de daño corresponde Tomado de *Calibración Del Índice De Vulnerabilidad Del G.N.D.T. A Las Edificaciones Chilenas: Estructuras De Albañilería Confinada* por Gent et al (2003)

**Glosario De Términos Básicos**

**Vulnerabilidad:** Barbera, Yeatts, y Machintyre (2009) lo afirma que:

El riesgo es el resultado de la interacción de amenaza y vulnerabilidad. Esta interacción es una relación dinámica y compleja que se modifica en el tiempo de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno en un lugar y momento dado con una magnitud, intensidad y 18 duración identificada y la predisposición de las personas, infraestructura, servicios y bienes de ser afectados por dicho fenómeno.

**Mitigación:** “Acciones orientadas a reducir la probabilidad de daños que pueden resultar de la interacción de la amenaza y la vulnerabilidad. La mitigación se logra reduciendo la amenaza, la vulnerabilidad o ambas” (Barbera , Yeatts , & Machintyre, 2009).

**Prevención:** “Acciones orientadas a evitar o impedir la ocurrencia de daños a consecuencia de fenómenos adversos. La prevención se logra al eliminar la amenaza, la vulnerabilidad o ambas” (Barbera , Yeatts , & Machintyre, 2009).

**Patologías:** “La patología de las obras arquitectónicas y de ingeniería civil ha comenzado a tener en nuestro país la relevancia que le corresponde, ya que cada vez existe mayor conciencia

sobre la importancia de entender y tratar las ‘enfermedades’ que atacan a las estructuras.” (Niño, 2009)

**Confinamiento:** “Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante” (NORMA TECNICA PERUANA E.070 DE ALBAÑILERIA , 2006).

**Fallo/a:** Calavera (2005, como se citó en Ayala, 2014) lo define como “Es la finalización de la capacidad de un elemento o de la estructura para desempeñar la función requerida”

**Arriostre.** “Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano” (NORMA TECNICA PERUANA E.070 DE ALBAÑILERIA , 2006).

### **Hipótesis**

Las principales fallas en las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el A.H La Primavera III Etapa son: La erosión del ladrillo en los muros, la oxidación del acero en los elementos estructurales, eflorescencia, fisuras y grietas. Generando una alta vulnerabilidad sísmica.

## **Marco Metodológico**

### **Enfoque**

El presente trabajo de investigación fue diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto. Un enfoque cualitativo porque se exploró y describió las fallas estructurales; y un enfoque cuantitativo porque se procesó la información mediante métodos estadísticos.

Hernández (2014) señala que “las investigaciones cualitativas se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas) y van

de lo particular a lo general”. Por otro lado, Hernández, Collado y Lucio (2004) señalan que “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”.

### **Diseño**

Debido que nuestro objetivo es la identificación de las principales fallas y análisis sísmico de las viviendas de albañilería confinada en el A.H la primavera, se recurrió a un diseño no experimental, del tipo transversal.

La investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural para analizarlos, y los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández Sampieri, 2014).

### **Nivel**

El nivel de investigación que se realizó es del tipo descriptivo y de campo. Del tipo descriptivo porque se describieron las fallas como se encontraron al momento de la investigación. A su vez del tipo de investigación de campo porque se trabajó directamente con el objeto de estudio, además que se realizaron fichas diagnósticas.

Guerrero (2004) señala sobre la investigación descriptiva “El objetivo de este tipo de investigación es exclusivamente describir; en otras palabras: indicar cuál es la situación en el momento de la investigación”.

### **Sujetos de la Investigación**

Se tiene un único sujeto de investigación, que son las viviendas de albañilería confinada.

### ***Población***

La población son todas las viviendas construidas de albañilería, que se encuentran ubicadas en el A.H La Primavera-III ETAPA, Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura.

Para su cálculo hemos solicitado información a la “ASOCIACIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL – III ETAPA” la cual nos ha facilitado un plano catastral que nos sirvió de mucha ayuda, en donde se contaron 542 lotes.

Sin embargo, nuestra población son las viviendas de albañilería confinada; y para su estimación debemos quitarle al número de lotes las viviendas que están construidas con otros materiales (triplay, adobe, etc) y los lotes que están sin construir.

Por lo tanto, se ha considerado que de los 542 lotes; hay 400 viviendas construidas con albañilería confinada, y que representan un 73.8% del total de lotes.

### ***Muestra***

Para el cálculo del tamaño de la muestra, se ha usado un muestreo aleatorio simple, el tamaño de nuestra muestra tiene que ser una cantidad que sea representativa para el total de nuestra población. Y teniendo en cuenta que nuestra variable es cualitativa; usaremos las siguientes fórmulas:

$$n' = \frac{s^2}{v^2}$$

$$s^2 = p(1 - p)$$

$$v^2 = se^2$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

**Donde:**

$n'$  : Muestra sin ajustar.

$s^2$  : Varianza de la muestra.

$v^2$  : Varianza de la población.

$p$  : Probabilidad de ocurrencia.

$Se$  : Error estándar.

$N$  : Tamaño de la población.

$n$  : Tamaño de la muestra.

**Determinación de la muestra.**

**Población:** Viviendas de albañilería confinada.

$$N = 400$$

**Probabilidad de ocurrencia:** puesto que no se tiene datos de estudios similares en la zona.

$$P = 0.9$$

**Error estándar:**

$$Se = 0.05$$

**Varianza de la muestra:**

$$s^2 = p(1 - p) = 0.90 * (1 - 0.90) = 0.09$$

**Varianza de la población:**

$$V^2 = Se^2 = 0.05^2 = 0.0025$$

**Tamaño de la muestra sin ajustar:**

$$n' = \frac{s^2}{v^2} = \frac{0.09}{0.0025} = 36$$

**Tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = \frac{36}{1 + \frac{36}{400}} = 33.027$$

Por lo tanto, la muestra con que se trabajo es de 35 viviendas.

### **Métodos y Procedimientos**

Se aplico el método inductivo que va de lo particular a lo general. Debido a que analizamos las viviendas por partes, para luego llegar a una conclusión en general. La investigación de campo radico en los diagnósticos que se efectuaron a las viviendas seleccionadas. La investigación teórica involucro el desarrollo de fichas de diagnóstico y de reporte, el análisis de vulnerabilidad y el nivel de daño en las viviendas, la elaboración de la base de datos con las fallas en las viviendas de albañilería confinada y la elaboración de recomendaciones para la construcción.

El procedimiento para el desarrollo de la investigación es el siguiente:

Como primer paso se buscó referencias bibliográficas; de todo lo relacionado a nuestro sujeto de estudio, como los métodos que se utilizaran para el cumplimiento de nuestro objetivo.

Selección de la zona a diagnosticar: Se delimito la zona de estudio, mediante el tipo de suelo, la topografía y el tipo de construcciones.

Se solicito informacion en la asociación que corresponde a nuestra zona de estudio, para la estimación de nuestra muestra, la cual es representativa a nuestra población.

Se elaboraron las fichas de diagnóstico, teniendo en cuenta la informacion necesaria para aplicar nuestros métodos ya establecidos anteriormente.

Se visitó la zona de estudio a realizar nuestra ficha de diagnóstico a las familias que nos permitieran hacer el correcto diagnóstico de sus viviendas.

Se analizo de forma minuciosa la información obtenida y describieron las principales fallas que se encontraron en cada vivienda.

Se calculó el índice de vulnerabilidad sísmica y los daños esperados con la informacion obtenida en las fichas de diagnóstico.

## **Técnicas e Instrumentos**

“Todo trabajo de investigación necesita datos, y para ello utilizaremos las diferentes técnicas de recolección de datos (T), aplicada con diferentes estrategias de recolección de datos (E) para cada técnica, utilizando instrumentos de medición (I) ya sean mecánicos o documentales” (Supo, 2015).

### ***Técnicas de Recolección de Datos:***

**Observación:** Del tipo directa ya que se fue visualizando dentro de las viviendas, todas las fallas existentes, para después completar la ficha de diagnóstico.

**Entrevista:** Esta técnica de recolección de datos fue del tipo semiestructura; ya que se tuvieron preguntas estructuradas; sin embargo, dependiendo a las respuestas de los entrevistados, se fueron reformulando nuevas preguntas con la finalidad de llegar a nuestro objetivo deseado.

### ***Instrumentos de Recolección de Datos***

El instrumento que se utilizó fue la ficha de diagnóstico; y se elaboró para reunir la mayor información necesario; con la finalidad de que se puedan cumplir con los objetivos de nuestro trabajo de investigación, (Anexo A).

## **Aspectos Éticos**

Para el presente trabajo de investigación, los propietarios de las viviendas fueron debidamente informados del objetivo de la investigación, en qué consistía, cuánto duraba y todos los puntos importantes.

Se pidió su consentimiento para ingresar a sus viviendas, observar el estado de las mismas, tomar fotografías y todo lo que pueda servir de ayuda para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta siempre todas las medidas sanitarias.

Sin embargo, se ha decidido guardar total reserva a los datos personales de los propietarios que participaron de la investigación.

## Resultados y Discusiones.

### Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación.

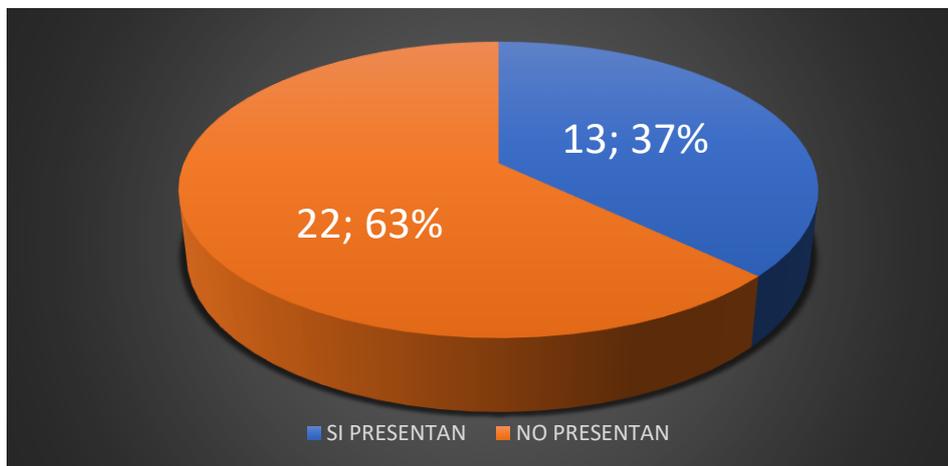
#### *Principales Fallas Estructurales*

De las 35 viviendas de la muestra analizada se encontraron las siguientes fallas:

**Muros Fisurados o Agrietados.** Las causas por la cual se ha generado son diversas; entre una de ellas es debido a los asentamientos diferenciales en la cimentación.

#### **Grafico 1.**

*Porcentaje de viviendas que presentan muros fisurados o agrietados*



#### **Figura 11.**

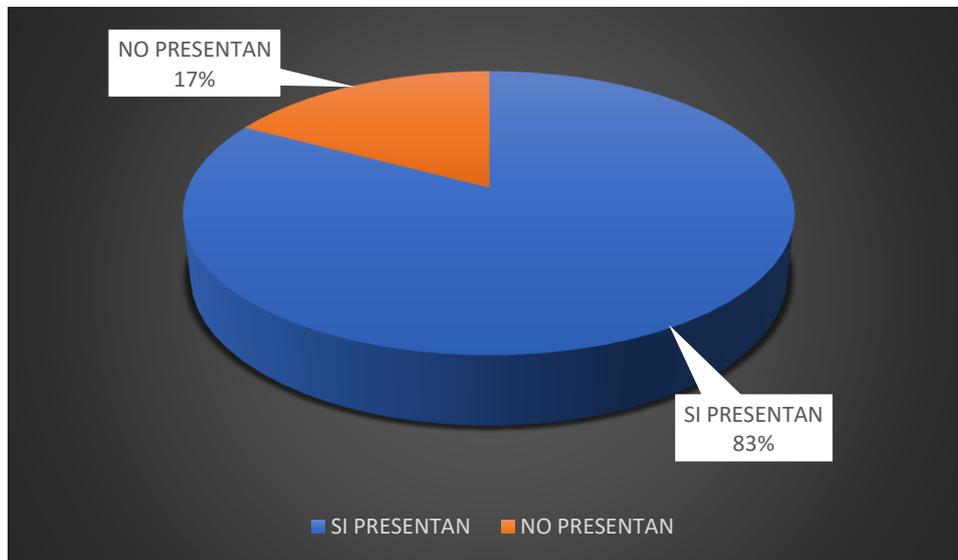
*Fisura y grietas perteneciente a la vivienda N°01*



**Mal Encofrado y Cangrejas.** Esta falla es una de las más comunes y se origina debido a un mal procedimiento constructivo. Como se aprecia en la Figura 12, el acero de refuerzo ha quedado expuesto a la intemperie que con el transcurrir del tiempo se va a oxidar.

**Grafico 2.**

*Porcentaje de viviendas que presentan mal encofrado y cangrejas*



**Figura 12.**

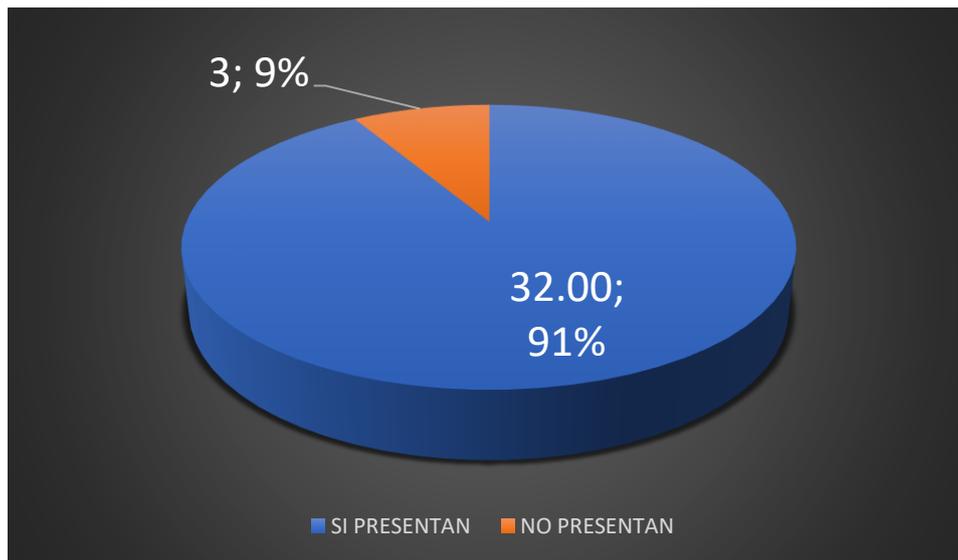
*Columna con cangrejas en la vivienda N°04.*



**Acero de refuerzo expuesto y corroído.** En la figura 13, se aprecia que el acero ha quedado expuesto; esto debido a que muchas veces los propietarios construyen sus viviendas por etapas; y generalmente requiere que el acero quede expuesto para así continuar con los elementos estructurales.

**Grafico 3.**

*Porcentaje de viviendas que presentan acero de refuerzo expuesto y corroído*



**Figura 13.**

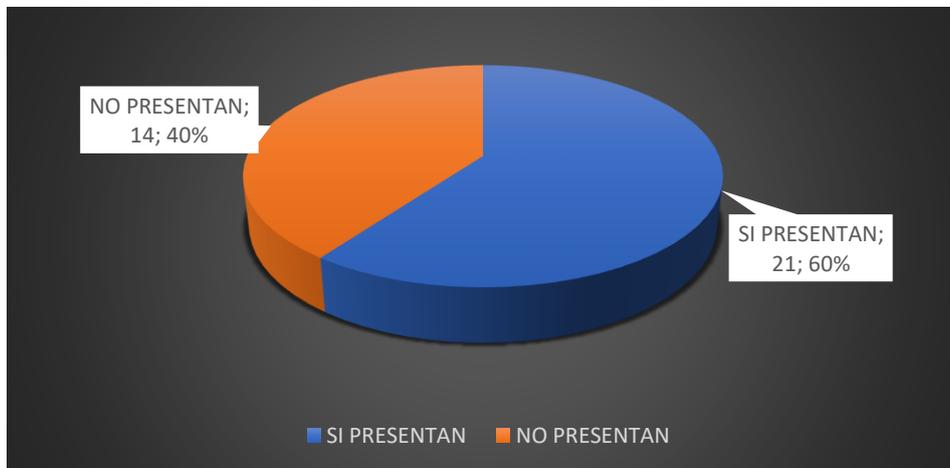
*Acero expuesto y corroído en la vivienda N°14*



**Fisuras en columnas.** Esta falla es común y se genera principalmente, por que las cargas a las cuales estan diseñadas las columnas es excedido, o también por los asentamientos diferenciales.

**Grafico 4.**

*Porcentaje de viviendas que presentan fisuras en columnas*



**Figura 14.**

*Fisura en la columna perteneciente a la vivienda N°24*

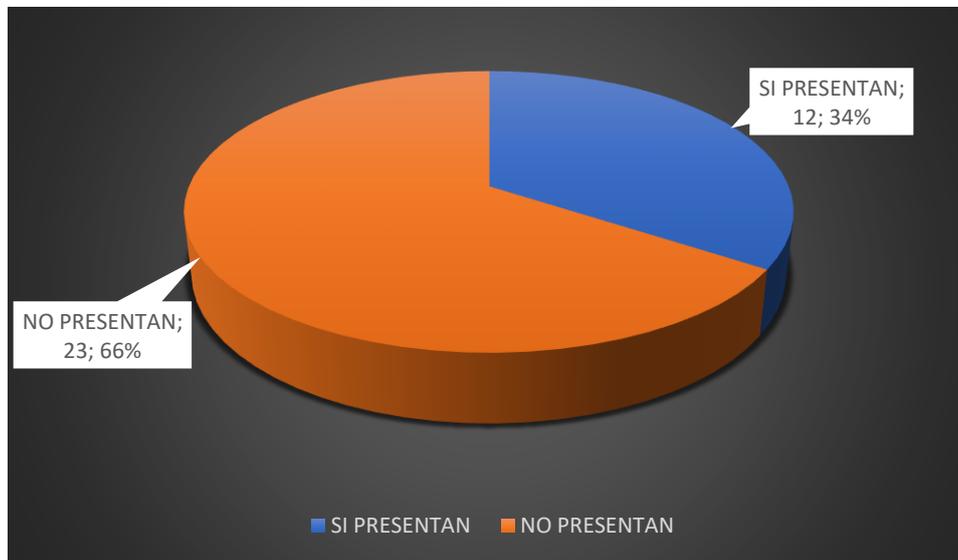


*Nota.* En la parte inferior se ha delineado la falla para una mejor visualización.

**Muros erosionados.** Las viviendas que presentan esta falla son del 12 %, por lo cual esta falla no es muy común en nuestra zona de estudio y es causada generalmente por la humedad a la cual están expuestos los muros de albañilería.

**Grafico 5.**

*Porcentaje de viviendas que presentan erosión en los muros*



**Figura 15.**

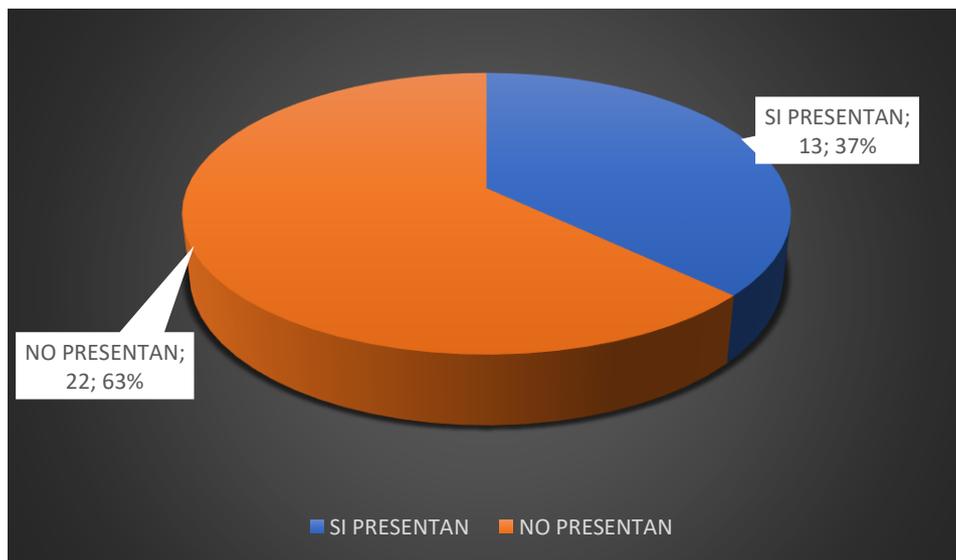
*Muro erosionado en la vivienda N°11*



**Fisuras en Vigas.** Esta falla de igual manera que las fisuras en las columnas se deben generalmente a que las cargas a las cuales está sometida las columnas son mayores a las cargas de diseño. El número de viviendas que presentan esta falla es de 13; lo cual representa el 37%; siendo una falla poco común.

**Grafico 6.**

*Viviendas que presentan fisuras en las vigas.*



**Figura 16.**

*Fisuras en la viga de la vivienda N°10*

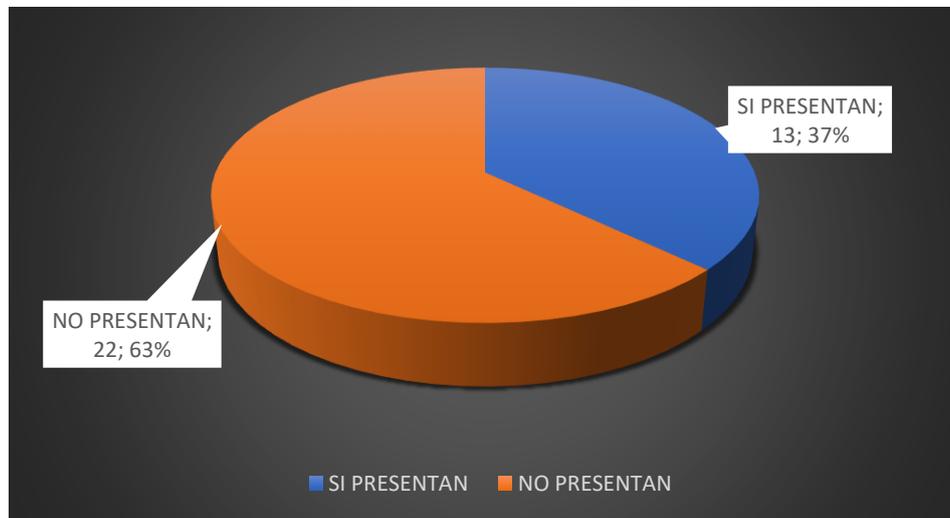


*Nota.* Se ha delineado en la parte derecha la fisura las cuales son pequeñas.

**Eflorescencias.** Esta patología se puede generar por diversas circunstancias, entre ellas que los materiales de los muros contengan sales solubles, o por infiltración de agua; la frecuencia de incidencia es baja por cual es una falla poco común.

**Grafico 7.**

*Porcentaje de viviendas que presentan eflorescencia*



**Figura 17.**

*Eflorescencias en el revestimiento del muro de la vivienda N°05*

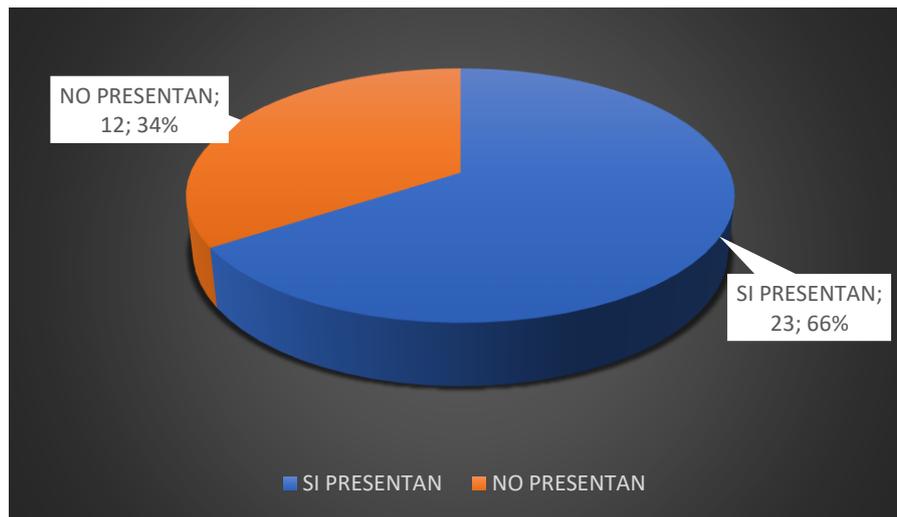


Nota. Se puede evidenciar que en la zona de la cocina la parte afectada es considerable por la constante humedad a la cual está expuesta.

**Columnas muy espaciadas entre sí.** Según el Reglamento Nacional de Edificaciones; la separación máxima debe ser el doble de la altura del muro y una altura máxima de 3 metros, si se excede esta separación se pueden generar agrietamientos. Esta falla es muy común; ya que, un 66% de viviendas la presenta.

**Grafico 8.**

*Porcentaje de viviendas que presentan columnas muy espaciadas entre sí*



**Figura 18.**

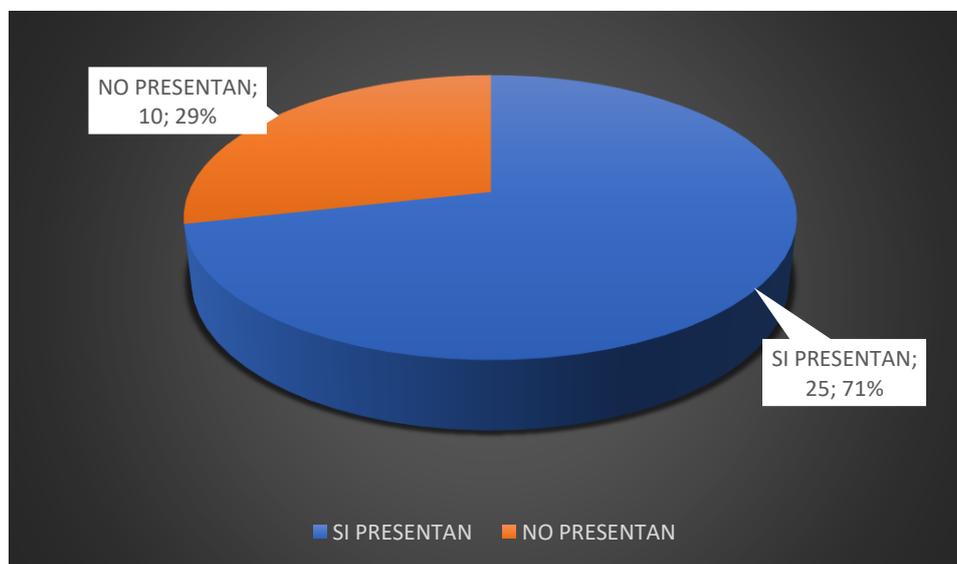
*Muro portante con columnas de confinamiento muy espaciadas en la Vivienda N°24*



**Tabiques sin arriostrar.** Esta falla es muy común en las viviendas de albañilería confinada, ya que el 71% de estas presentaban tabiques sin arriostrar. Además, parte del porcentaje de viviendas que no presentaban esta falla, es porque no contaban con tabiquería.

**Grafico 9.**

*Porcentaje de viviendas que presentan tabiques sin arriostrar*



**Figura 19.**

*Parapeto sin arriostrar en la vivienda N°26*

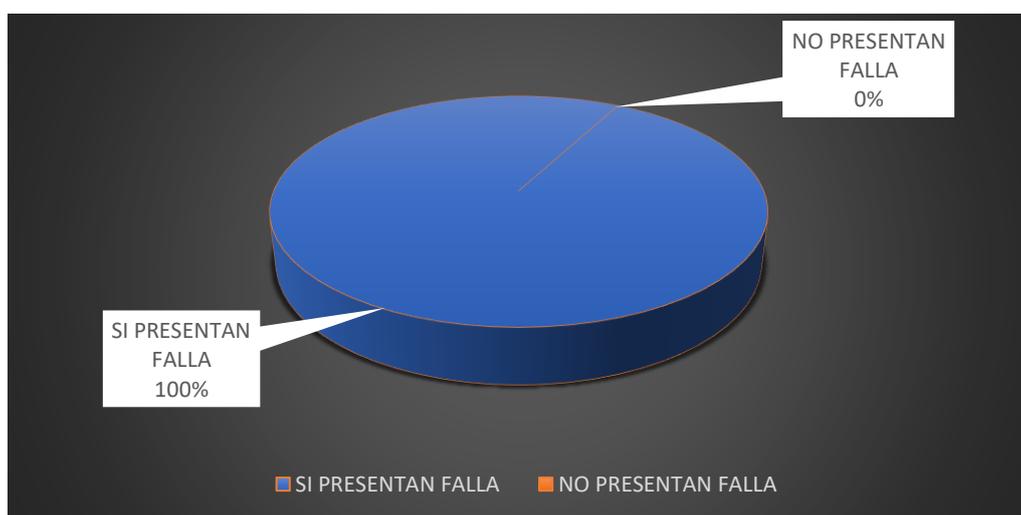


*Nota.* En las esquinas del parapeto se puede evidenciar que no existe confinamiento.

**No presentan junta de dilatación con la edificación colindante.** Las juntas de dilatación tienen como finalidad que la vivienda tenga libre movimiento, en casos de sismos o por efectos de las variaciones de temperatura. Todas las viviendas presentan estas fallas, es decir que no cuentan con juntas de dilatación con las edificaciones colindantes.

**Grafico 10.**

*Porcentaje de viviendas que no presentan junta de dilatación*



**Figura 20.**

*Ausencia de las juntas de dilatación en la vivienda N°23*

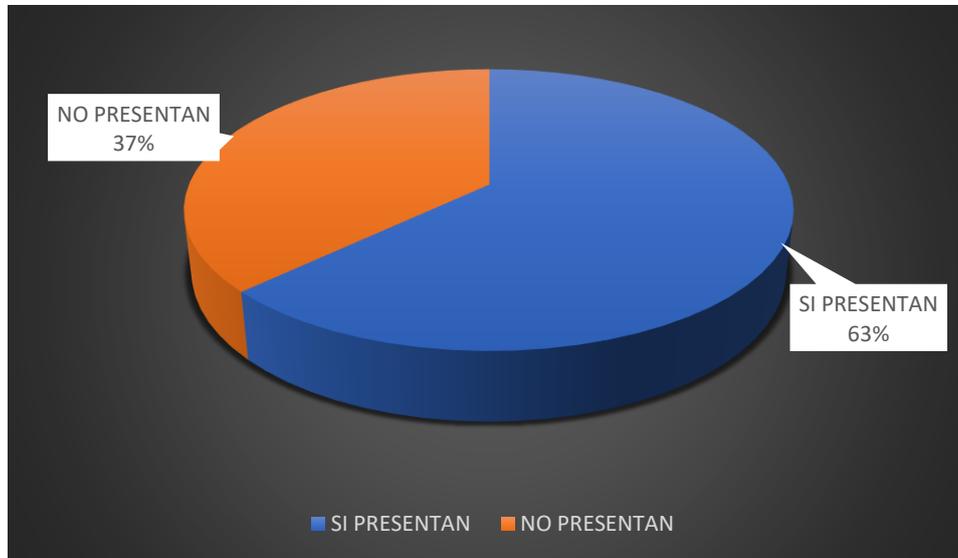


**Muros portantes sin confinamiento.** Esta falla es común ya que la frecuencia de incidencia en las viviendas de albañilería es elevada como se muestra en el gráfico 11. En la

figura 21, se evidencia que en la esquina no existe una columna que confine estos dos muros; lo cual los hace susceptible ante posibles sismos.

**Grafico 11.**

*Porcentaje de viviendas con muros sin confinar*



**Figura 21.**

*Muros portantes que no han sido confinados en la vivienda N°15*



En la siguiente tabla 5, se muestra un resumen a detalle de todos los resultados de fallas, en donde se puede ver todas las viviendas diagnosticadas, con las fallas que presentan.

**Tablas 5.**

Resumen a detalle de las viviendas para cada falla.

Fallas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Cant.
Vivienda N°01	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	7/11
Vivienda N°02	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°03	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	3/11
Vivienda N°04	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	8/11
Vivienda N°05	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°06	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	6/11
Vivienda N°07	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	5/11
Vivienda N°08	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°09	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	8/11
Vivienda N°10	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	5/11
Vivienda N°11	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	9/11
Vivienda N°12	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	5/11
Vivienda N°13	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	10/11
Vivienda N°14	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	5/11
Vivienda N°15	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°16	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	5/11
Vivienda N°17	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	7/11
Vivienda N°18	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	8/11
Vivienda N°19	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	7/11
Vivienda N°20	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	7/11
Vivienda N°21	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	6/11
Vivienda N°22	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	8/11
Vivienda N°23	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	4/11

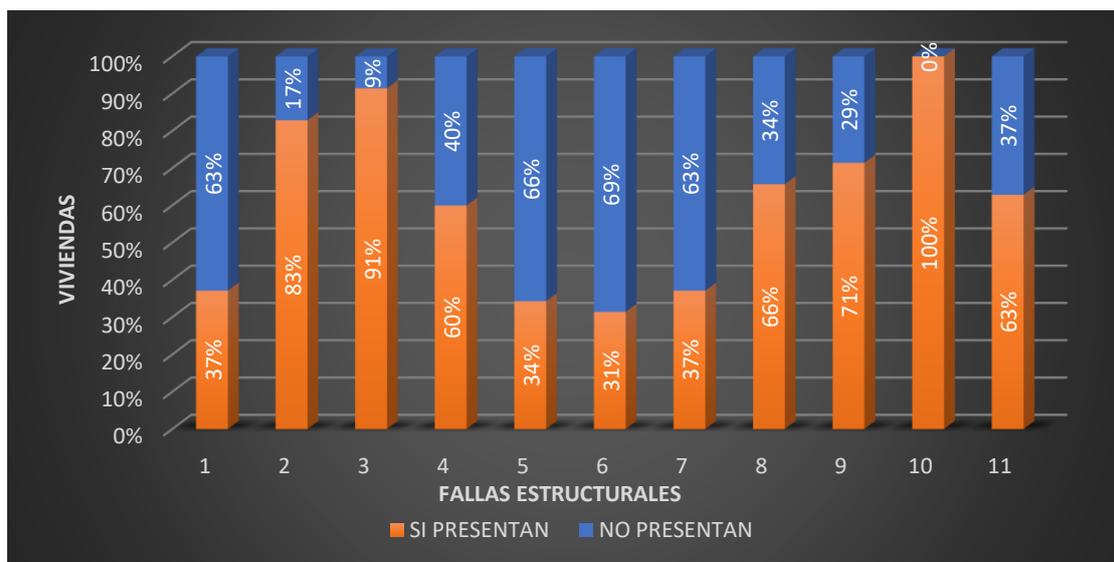
Vivienda N°24	SI	NO	SI	SI	10/11							
Vivienda N°25	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	7/11
Vivienda N°26	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	6/11
Vivienda N°27	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	7/11
Vivienda N°28	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	10/11
Vivienda N°29	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	6/11
Vivienda N°30	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	NO	4/11
Vivienda N°31	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	5/11
Vivienda N°32	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	8/11
Vivienda N°33	NO	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°34	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7/11
Vivienda N°35	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	8/11
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	
<b>Porcentaje</b>	<b>37%</b>	<b>83%</b>	<b>91%</b>	<b>60%</b>	<b>34%</b>	<b>31%</b>	<b>37%</b>	<b>66%</b>	<b>71%</b>	<b>100%</b>	<b>63%</b>	

*Nota:* Para la primera fila las fallas estructurales son las siguientes: 01. Muros fisurados o agrietados, 02. Mal encofrado y Cangrejeras, 03. Acero de refuerzo expuesto y corroído, 04. Fisuraciones en columnas, 05. Muros erosionados, 06. Fisuraciones en vigas, 07. Eflorescencias, 08. Columnas muy espaciadas entre sí, 09. tabiques sin arriostrar, 10. sin junta de dilatación y 11. muros portantes sin confinar. La última columna muestra la cantidad de falla que presenta cada vivienda.

La grafica 12, se muestran los resultados de los porcentajes de viviendas de albañilería confinada, que presentaron fallas estructurales.

**Grafico 12.**

*Porcentaje de vivienda que presentan fallas estructurales*



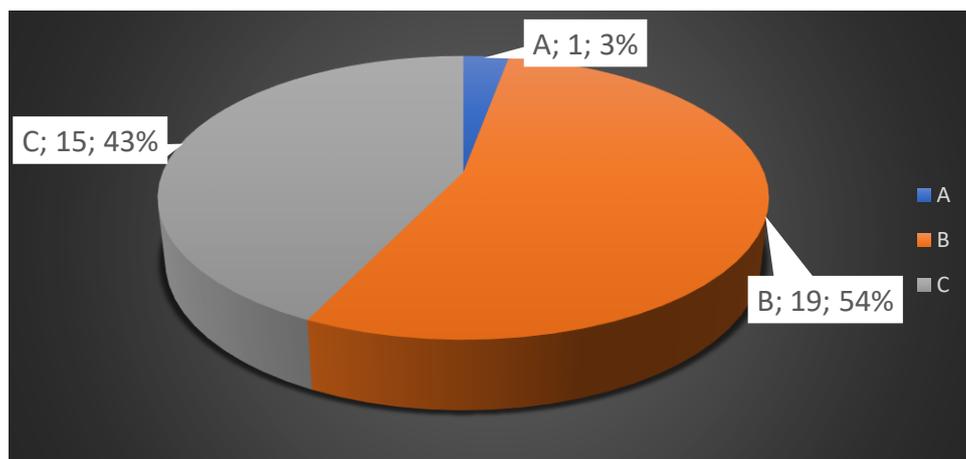
**Análisis de Vulnerabilidad Sísmica**

Para el análisis, se usará la calibración del método G.N.D.T para viviendas de albañilería confinada; en donde a través de 10 parámetros (Figura 8), se calculará el índice de vulnerabilidad, y por consiguiente el nivel de daño (Figura 9). Como ya se indicó anteriormente nuestra muestra es de 35 viviendas diagnosticadas.

**Parámetro N°01: Organización del sistema resistente.** En este parámetro se ha evaluado el confinamiento de los muros portante con las columnas y vigas.

**Grafico 1.**

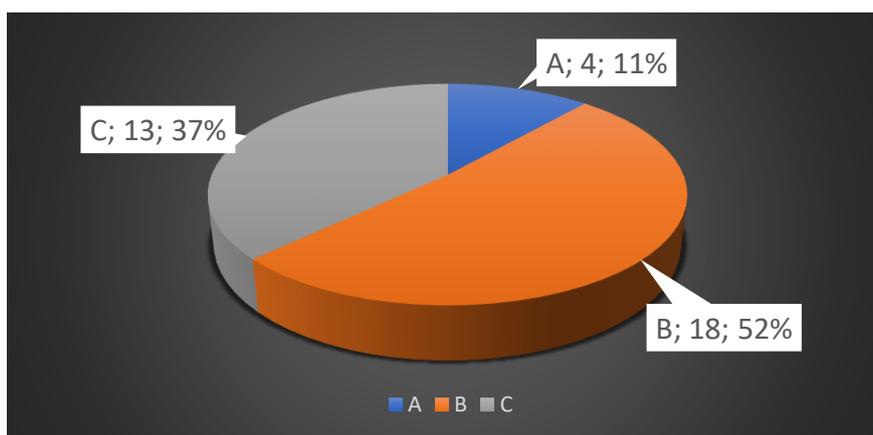
*Resultados del análisis para el parámetro N°01.*



**Parámetro N°02: Calidad Del Sistema Resistente.** Este parámetro nos permite evaluar el tipo de mampostería; teniendo en cuenta la calidad y resistencia de los ladrillos; así como también el espesor y calidad del mortero. En varias viviendas se pudo evidenciar que el espesor de las juntas del mortero es excesivo y además un muro de ladrillo pandereta, la cual es de una muy mala calidad.

**Grafico 2.**

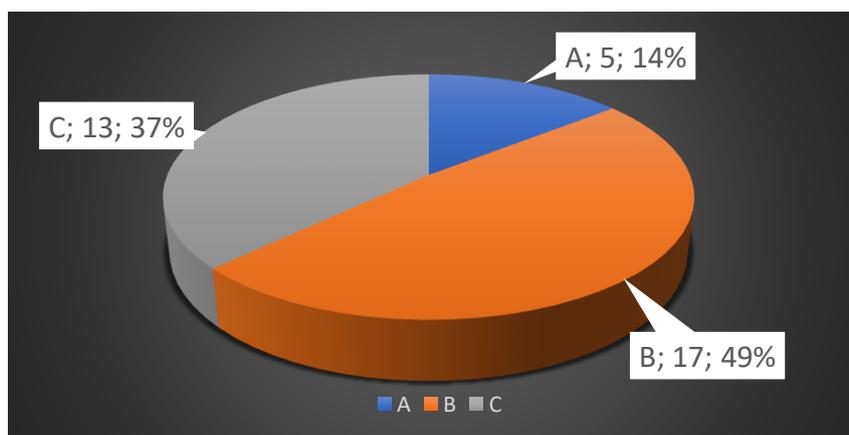
*Resultados del análisis para el parámetro N°02.*



**Parámetro N°03: Resistencia Convencional.** Este parametro relaciona la situacion propia del edificio y de su entorno; para su evaluacion se ha tenido en cuenta la densidad de muros en forma visual.

**Grafico 3.**

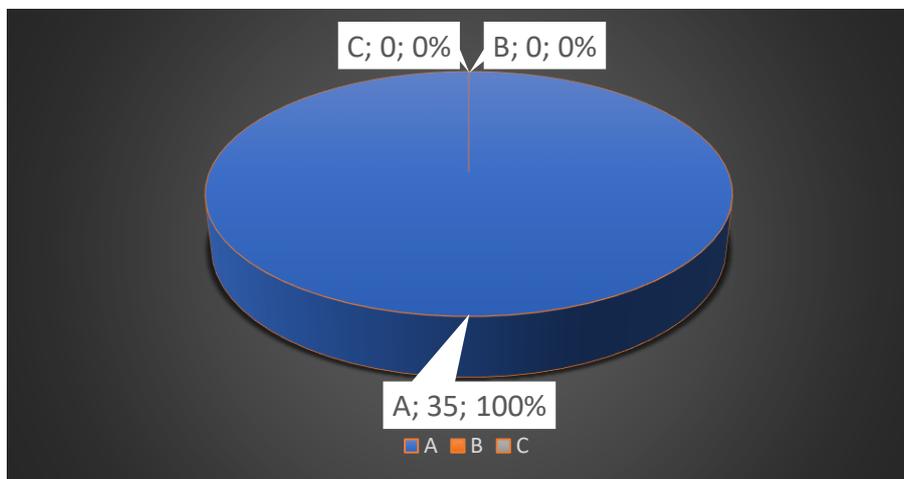
*Resultados del análisis para el parámetro N°03.*



**Parámetro N°04: Posición del Edificio y de la Cimentación.** Algunos de los aspectos que evalúa este parámetro es la pendiente y el tipo del terreno; así como también las diferencias de cotas de la cimentación;

**Grafico 4.**

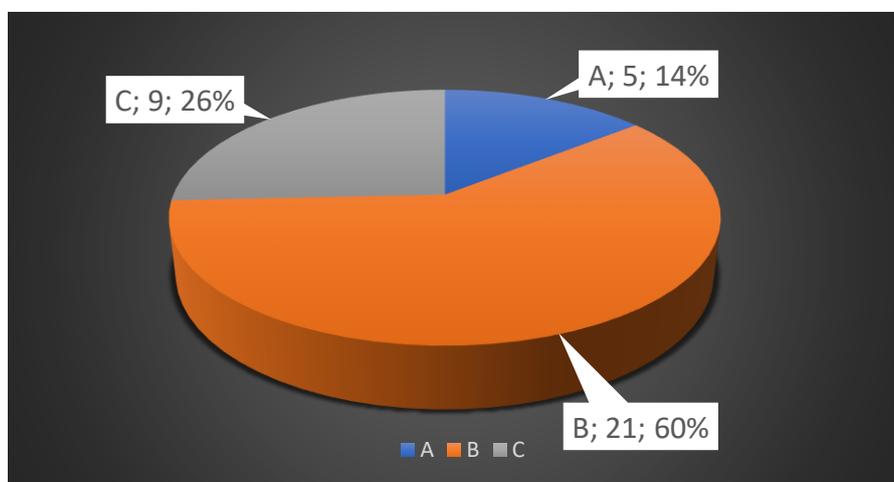
*Resultados del análisis para el parámetro N°04.*



**Parámetro N°05: Diagramas horizontales.** Este parámetro nos permite evaluar la calidad de los diagramas horizontales para la correcta de transmisión de cargas verticales y horizontales al sistema resistente vertical.

**Grafico 5.**

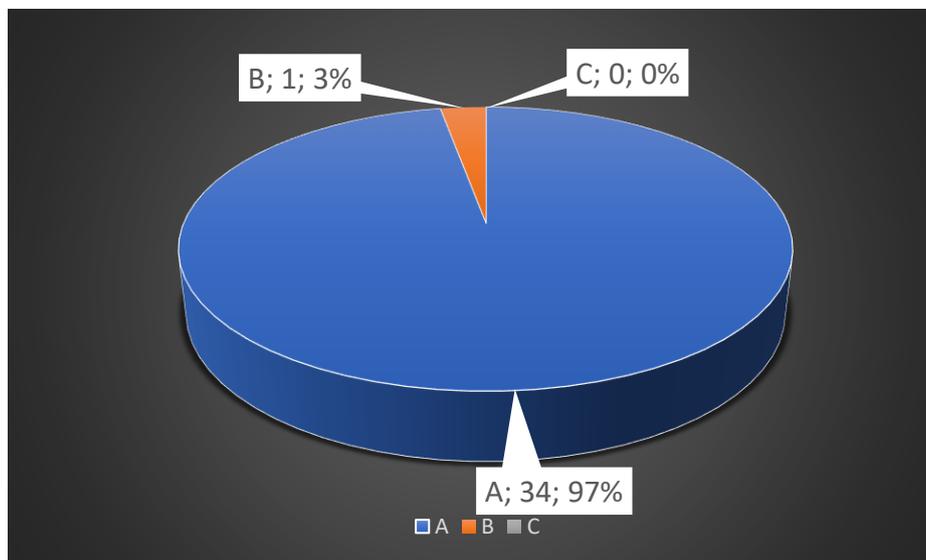
*Resultados del análisis para el parámetro N°05.*



**Parámetro N°06: Configuración en planta.** En este parámetro se van a evaluar las irregularidades que puedan existir en planta, para nuestra zona de estudio casi la totalidad de viviendas no tenían irregularidades en planta.

**Grafico 6.**

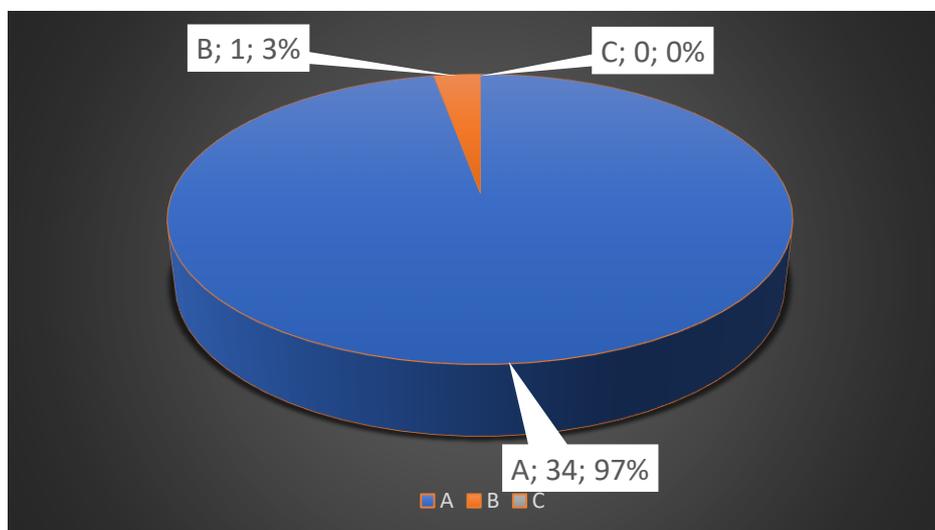
*Resultados del análisis para el parámetro N°06.*



**Parámetro N°07: Configuración en Altura.** Este parámetro nos permite evaluar la existencia de irregularidades en altura; solo una vivienda presenta irregularidad en planta.

**Grafico 7.**

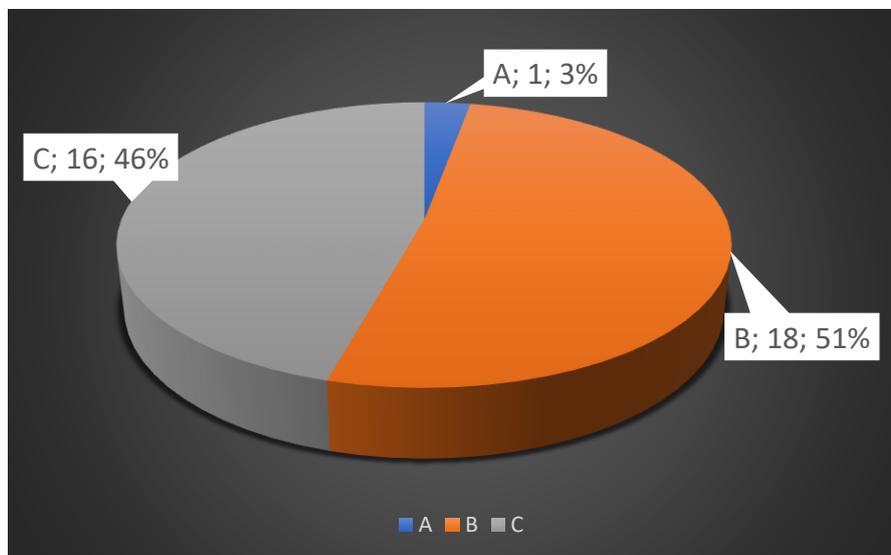
*Resultados del análisis para el parámetro N°07.*



**Parámetro N°08: Tipo de cubierta.** En este parámetro se ha evaluado la estabilidad de la cubierta, el material y las condiciones en las que encontraban.

**Grafico 8.**

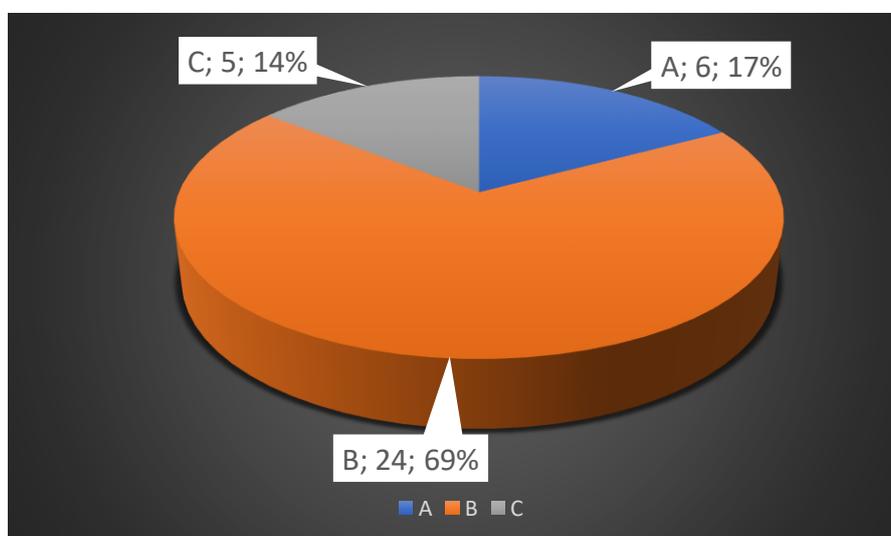
*Resultados del análisis para el parámetro N°08.*



**Parámetro N°09 Elementos no estructurales.** Este parámetro evalúa la existencia de elementos no estructurales, que no estén correctamente anclados en la estructura y que ante un eventual sismo puedan colapsar generando daños o incluso pérdidas humanas.

**Grafico 9.**

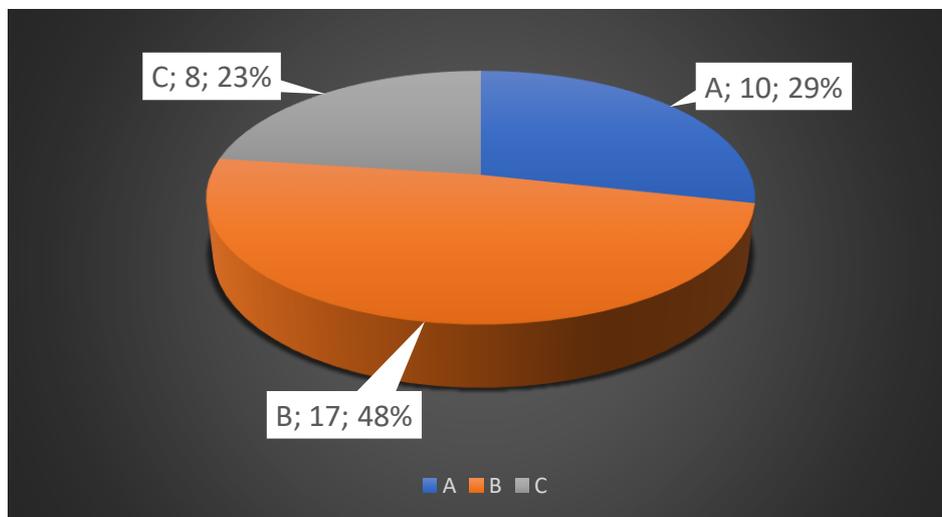
*Resultados del análisis para el parámetro N°09.*



**Parámetro N°10: Estado de Conservación.** Este parámetro evalúa las condiciones en que se encuentra la vivienda.

**Grafico 10.**

*Resultados del análisis para el parámetro N°10.*



En la tabla 6, se muestra la calificación de las viviendas de albañilería confinada; dependiendo de sus propiedades, para los 10 parámetros analizados.

**Tablas 6.**

Calificación de las

viviendas de albañilería confinada, para los 10 parámetros.

N.º de vivienda	Parámetros Analizados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vivienda N°01	C	C	C	A	B	A	A	C	A	B
Vivienda N°02	B	C	C	A	B	A	A	C	B	B
Vivienda N°03	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A
Vivienda N°04	C	B	B	A	C	A	A	A	B	C
Vivienda N°05	C	C	B	A	B	A	A	B	B	B
Vivienda N°06	B	B	B	A	B	A	A	C	B	B
Vivienda N°07	B	B	B	A	C	A	A	C	B	B
Vivienda N°08	C	A	C	A	C	A	A	C	B	B
Vivienda N°09	C	C	C	A	C	A	A	C	B	C
Vivienda N°10	B	B	B	A	A	A	A	B	B	B
Vivienda N°11	C	B	B	A	B	A	A	C	B	C

Vivienda N°12	B	C	C	A	C	A	A	C	B	B
Vivienda N°13	C	C	B	A	C	A	A	C	B	B
Vivienda N°14	C	B	B	A	B	A	A	B	A	A
Vivienda N°15	B	B	B	A	A	A	A	B	B	A
Vivienda N°16	B	C	B	A	A	A	A	B	A	B
Vivienda N°17	B	B	B	A	B	A	A	C	B	B
Vivienda N°18	C	B	C	A	B	A	A	B	B	A
Vivienda N°19	B	B	C	A	B	A	A	C	C	C
Vivienda N°20	B	B	C	A	C	A	A	C	C	B
Vivienda N°21	B	A	C	A	B	A	A	B	A	A
Vivienda N°22	B	B	B	A	B	A	A	B	B	B
Vivienda N°23	B	B	A	A	A	A	A	B	B	A
Vivienda N°24	C	C	B	A	B	A	A	B	C	C
Vivienda N°25	B	C	A	A	C	B	B	B	C	C
Vivienda N°26	C	C	A	A	B	A	A	C	B	C
Vivienda N°27	B	B	C	A	B	A	A	C	C	C
Vivienda N°28	C	C	B	A	C	A	A	C	B	B
Vivienda N°29	B	A	C	A	B	A	A	B	A	A
Vivienda N°30	B	B	A	A	A	A	A	B	B	A
Vivienda N°31	C	B	B	A	B	A	A	B	A	A
Vivienda N°32	B	B	B	A	B	A	A	B	B	B
Vivienda N°33	C	C	B	A	B	A	A	B	B	B
Vivienda N°34	B	C	C	A	B	A	A	C	B	B
Vivienda N°35	C	B	C	A	B	A	A	B	B	A

En la tabla 7, la columna de parámetros resulta del producto del puntaje de clase (A, B o C), y el peso de gent, para cada parámetro, estos valores se pueden revisar en la figura 21; el índice de vulnerabilidad resulta de la suma de los puntajes de parámetros; el índice de vulnerabilidad normalizado resulta de la división del índice de vulnerabilidad entre el valor máximo (27.5); finalmente el daño esperado resulta de los rangos en que se encuentra el índice de vulnerabilidad normalizada, como se muestra en la figura 22.

Tablas 7.

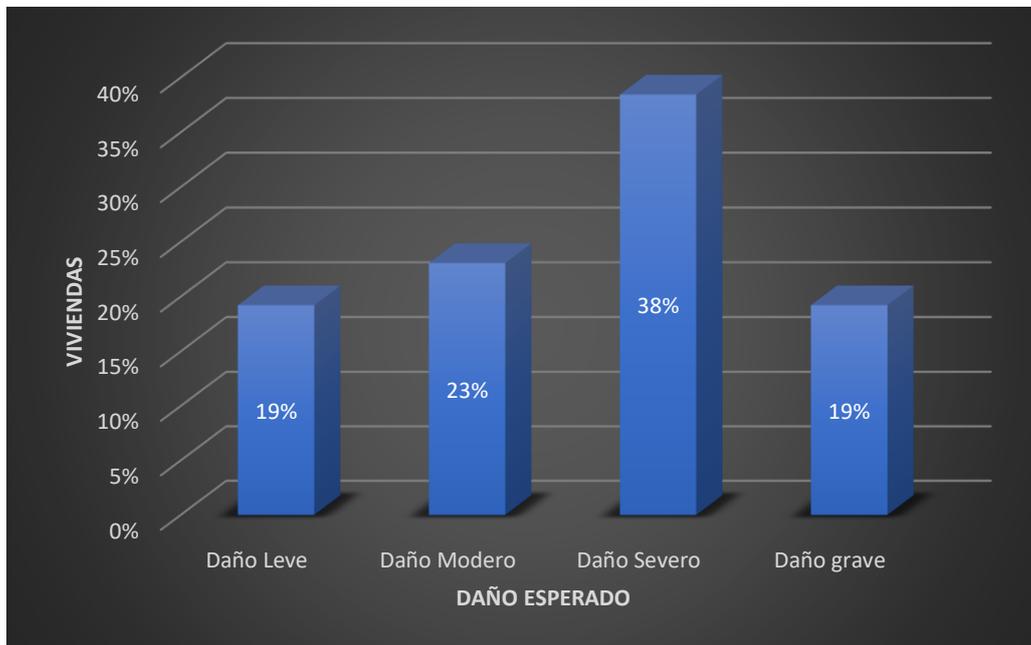
Índices de vulnerabilidad y daño esperado

Vivienda	Parámetros										Índice de Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad normalizada	Daño esperado
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	8	6	2	0	0.5	0	0	1	0	1	18.5	0.673	<i>Daño Grave</i>
2	4	6	2	0	0.5	0	0	1	1	1	15.5	0.564	<i>Daño Severo</i>
3	0	0	-2	0	0.5	0	0	0.5	1	0	0	0	<i>Daño Leve</i>
4	8	3	0	0	1	0	0	0	1	2	15	0.545	<i>Daño Severo</i>
5	8	6	0	0	0.5	0	0	0.5	1	1	17	0.618	<i>Daño Grave</i>
6	4	3	0	0	0.5	0	0	1	1	1	10.5	0.382	<i>Daño Moderado</i>
7	4	3	0	0	1	0	0	1	1	1	11	0.4	<i>Daño Moderado</i>
8	8	0	2	0	1	0	0	1	1	1	14	0.509	<i>Daño Severo</i>
9	8	6	2	0	1	0	0	1	1	2	21	0.764	<i>Daño Grave</i>
10	4	3	0	0	0	0	0	0.5	1	1	9.5	0.345	<i>Daño Leve</i>
11	8	3	0	0	0.5	0	0	1	1	2	15.5	0.564	<i>Daño Severo</i>
12	4	6	2	0	1	0	0	1	1	1	16	0.582	<i>Daño Severo</i>
13	8	6	0	0	1	0	0	1	1	1	18	0.655	<i>Daño Grave</i>
14	8	3	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	12	0.436	<i>Daño Moderado</i>
15	4	3	0	0	0	0	0	0.5	1	0	8.5	0.309	<i>Daño Leve</i>
16	4	6	0	0	0	0	0	0.5	0	1	11.5	0.418	<i>Daño Moderado</i>
17	4	3	0	0	0.5	0	0	1	1	1	10.5	0.382	<i>Daño Moderado</i>
18	8	3	2	0	0.5	0	0	0.5	1	0	15	0.545	<i>Daño Severo</i>
19	4	3	2	0	0.5	0	0	1	2	2	14.5	0.527	<i>Daño Severo</i>
20	4	3	2	0	1	0	0	1	2	1	14	0.509	<i>Daño Severo</i>
21	4	0	2	0	0.5	0	0	0.5	0	0	7	0.255	<i>Daño Leve</i>
22	4	3	0	0	0.5	0	0	0.5	1	1	10	0.364	<i>Daño Moderado</i>
23	4	3	-2	0	0	0	0	0.5	1	0	6.5	0.236	<i>Daño Leve</i>
24	8	6	0	0	0.5	0	0	0.5	2	2	19	0.691	<i>Daño Grave</i>
25	4	6	-2	0	1	0.5	1.5	0.5	2	2	15.5	0.564	<i>Daño Severo</i>
26	8	6	-2	0	0.5	0	0	1	1	2	16.5	0.6	<i>Daño Severo</i>
27	4	3	2	0	0.5	0	0	1	2	2	14.5	0.527	<i>Daño Severo</i>
28	8	6	0	0	1	0	0	1	1	1	18	0.655	<i>Daño Grave</i>
29	4	0	2	0	0.5	0	0	0.5	0	0	7	0.255	<i>Daño Leve</i>
30	4	3	-2	0	0	0	0	0.5	1	0	6.5	0.236	<i>Daño Leve</i>
31	8	3	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	12	0.436	<i>Daño Moderado</i>
32	4	3	0	0	0.5	0	0	0.5	1	1	10	0.364	<i>Daño Moderado</i>

33	8	6	0	0	0.5	0	0	0.5	1	1	17	0.618	<i><b>Daño Grave</b></i>
34	4	6	2	0	0.5	0	0	1	1	1	15.5	0.564	<i><b>Daño Severo</b></i>
35x	8	3	2	0	0.5	0	0	0.5	1	0	15	0.545	<i><b>Daño Severo</b></i>

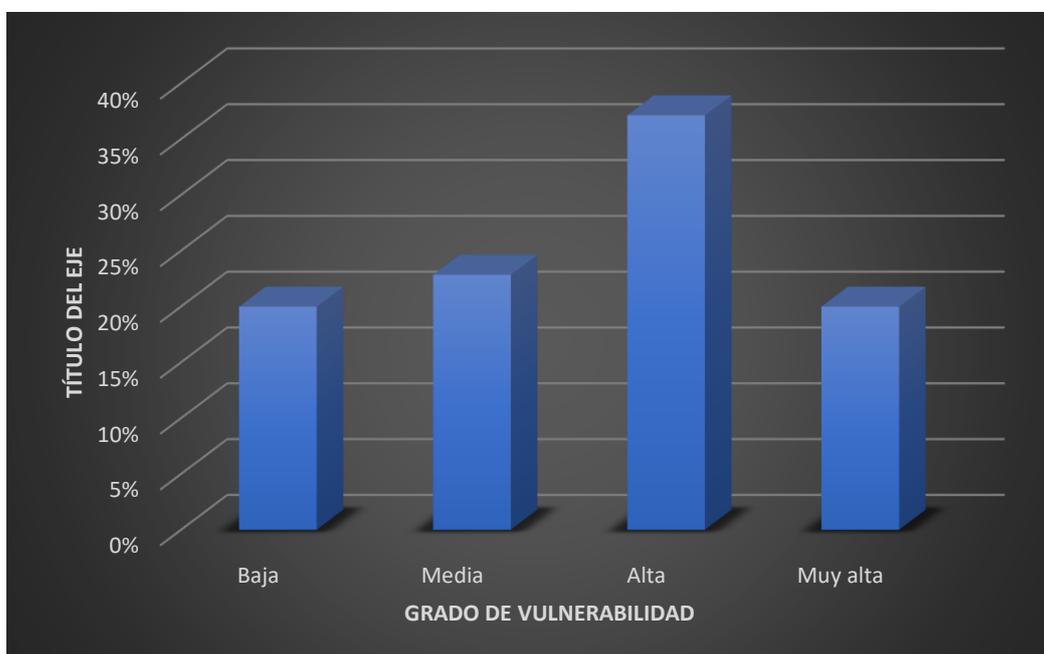
**Grafico 11.**

*Resultados de los daños esperados para las viviendas de albañilería confinada.*



**Grafico 12.**

*Grado de vulnerabilidad para las viviendas de albañilería confinada*



## Discusiones

Como se pudo apreciar en las figuras y gráficos anteriormente mostrados, las fallas estructurales encontradas fueron las siguientes: muros fisurados o agrietados (37%), mal encofrado y cangrejas (83%), acero de refuerzo expuesto y corroído (91%), fisuras en columnas (60%), muros erosionados (34%), fisuras en vigas (31%), eflorescencias (37%), columnas muy espaciadas entre sí (66%), tabiques sin arriostrar (71%), no presentar juntas de dilatación (100%), muros portantes sin confinar (63%).

La hipótesis planteada menciona que las principales fallas son: la erosión del ladrillo en los muros, la oxidación del acero en los elementos estructurales, eflorescencia, fisuras y grietas; sin embargo, los resultados obtenidos muestran que las fallas principales encontradas son: viviendas que no presentan juntas de dilatación con las edificaciones colindantes (100%), Acero de refuerzo expuesto y corroído (91%), Mal encofrado y cangrejas (83%), Tabiques sin arriostrar (71%) y columnas muy espaciadas entre si (66%). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada.

Respecto al grado de la vulnerabilidad sísmica; la hipótesis también es rechazada, debido a que indicaba un grado de vulnerabilidad sísmica alta, sin embargo, los resultados obtenidos muestran que el grado de vulnerabilidad sísmica alta solo incide en un 37%.

## Conclusiones

En este trabajo de investigación se identificó las fallas y analizó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada del A.H la primavera III-etapa, distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura.

Las principales fallas encontradas fueron: viviendas que no presentan juntas de dilatación con las edificaciones colindantes (100%), Acero de refuerzo expuesto y corroído (91%), Mal encofrado y cangrejas (83%), Tabiques sin arriostrar (71%) y columnas muy espaciadas entre si (66%).

Los grados de vulnerabilidad sísmica para las viviendas de albañilería de nuestra zona de estudio son los siguiente: Índice de vulnerabilidad baja (20%); Índice de vulnerabilidad media (23%), índice de vulnerabilidad alta (37%) y índice de vulnerabilidad muy alta (20%).

El mayor porcentaje de viviendas presenta un índice de vulnerabilidad alto (37%), que lo clasifica como un daño severo, y ante un posible sismo los daños podrían causar que caigan trozos de muros interiores como exteriores; corte en elementos que unen partes de las viviendas, y aproximadamente fallaría el 40% de los elementos estructurales.

Es muy importante tener en cuenta que un 20% de las viviendas tienen en un índice de vulnerabilidad muy alto, con un daño grave; y ante un posible sismo los efectos serian devastadores que harían colapsar a las viviendas parcialmente o hasta incluso en su totalidad poniendo en mucho riesgo a las personas que habitan en estas viviendas.

Evaluando los resultados obtenidos en ambas etapas; se llegó a la conclusión de que el porcentaje de fallas y el grado de vulnerabilidad sísmica en estas viviendas guardan cierta relación; por lo cual se podría estimar la vulnerabilidad sísmica hallando el porcentaje de la cantidad de fallas presentes en las viviendas; sin embargo, los resultados obtenidos tendrían un nivel de confianza bajo.

### **Recomendaciones**

Establecidas las conclusiones del presente trabajo de investigación, se dan las siguientes recomendaciones:

En las viviendas que presentan vulnerabilidad alta, tomar las medidas del caso en las cuales se debería exigir trabajos extensos de restauración y refuerzo para disminuir la vulnerabilidad sísmica en dichas viviendas. Además, para las viviendas que presentan una vulnerabilidad muy alta, se tendría como recomendación la demolición y reconstrucción.

Existen muchos lotes en nuestra zona de estudio que aún no han sido construidos, lo cual es recomendable que las construcciones nuevas que se ejecuten tengan un asesoramiento

técnico de un profesional a lo largo de todo el proceso constructivo; así como también se recomienda que el uso de los materiales de construcción sea de la buena calidad. Evitando así la gran mayoría de fallas; y poder gozar de viviendas dignas, habitables y seguras ante cualquier acontecimiento que pueda ocurrir.

La metodología usada; así como también la calibración del método G.N.D.T, se recomienda para futuras investigaciones que se desean elaborar, ya que es un método que no requiere de estudios tan complejos, para estimar el índice de vulnerabilidad sísmica que presentan las edificaciones de albañilería u otros materiales, así como también el daño esperado ante un posible sismo.

Difundir el presente trabajo de investigación en la “asociación de vivienda de interés social – III etapa”, esta es la asociación de nuestra zona de estudio; en donde se podrá alertar a la población para que tomen las medidas necesarias. Además, estos resultados quedarán como antecedentes para que posteriormente se realicen futuras investigaciones más complejas en donde se pueda determinar las causas que generan estas fallas.

**Referencias bibliográficas**

- Astroza I, M., & Schmidt A, A. (2004). CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA. *Revista de Ingeniería Sísmica* .
- Ayala, D. L. (2014). EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN LAS VIVIENDAS DEL SECTOR FILA ALTA-JÁEN. Jáen, Cajamarca, Perú.
- Barbera , J., Yeatts , D., & Machintyre, A. (2009). Challenge of Hospital Emergency Preparedness: Analysis and Recommendations.
- Bartolome, A. S. (2001). *CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERIA* . Lima-Peru: Fondo Editorial .
- Capani Llanco , E. A., & Huamaní Castro, J. (2018). ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA CONSTRUIDAS INFORMALMENTE EN EL DISTRITO DE YAULI, PROVINCIA DE HUANCVELICA, REGIÓN DE HUANCVELICA. Huancavelica, Perú.
- Carrillo, I. A. (Noviembre de 2013). Seminario de Promoción de la Normatividad Para El Diseño y Construcción de Edificaciones Seguras.
- Corsanego, A., & Gavarini, C. (abril de 1993). Ten years of research into the seismic vulnerability of constructions in Italy. Roma, Italia.
- DeMets, C., G.Gordon, R., Seth, S., & Aarhus. (1980). Current plate motions. *Geophys.*
- Gallegos , H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Gent, K., Astroza , M., & Giuliano, G. (2005). Calibración del índice de vulnerabilidad del GNDT a las edificaciones chilenas: estructuras de albañilería confinada. *Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica*.

Guerrero, G. F. (2004). Metodología de la Investigación.

Guzmán Mendivil, J. L., & Tavera, H. (2016). Metodología para la alerta de eventos tsunamigénicos locales a. Perú.

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill education.

INEI. (2017). CARACTERISTICAS DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES Y LOS HOGARES . Perú.

Isabel Bernal, H. T. (diciembre de 2002). geodinamica, sismicidad y energia sismica en el Perú. *monografía*. Lima, Perú.

Laucata Luna, J. E. (21 de noviembre de 2013). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo. Trujillo, Perú.

Laura, M. N. (Diciembre de 2017). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada según la norma E - 070 del RNE en la Ciudad de Juliaca Puno. 29. Juliaca.

Mosqueira Serván, D. L. (2013). Evaluacion de fallas estructurales en viviendas ubicadas al margen del río Mashcon - distrito de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

NORMA TECNICA PERUANA E.070 DE ALBAÑILERIA . (2006). Perú.

Ochoa Román, J. V., & Ulcuango Merino, F. D. (Enero de 2014). Estudio de La Seguridad y Diseño Del Reforzamiento Estructural de una Vivienda de Tres Pisos. Quito , Ecuador

Poicon Cornejo , A. O. (Mayo de 2017). ANALISIS Y EVALUACION DEL RIESGO SISMICO EN EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA EN EL CENTRO DEL DISTRITO DE CATACAOS- PIURA. Piura , Perú.

Ponce, A. D. (2019). ¿QUÉ LADRILLOS DEBO USAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MI VIVIENDA? *Blog De La Construcción*.

Porto Quintián. (2005). Manual de patologias en las estructuras de hormigon armado.

Rivera, H. M. (2005). *Geología General*. Megabyte.

Ruiz Medina , M. I., Borboa Quintero, M. D., & Rodríguez Valdez , J. C. (Julio de 2013). EL ENFOQUE MIXTO DE INVESTIGACIÓN EN LOS ESTUDIOS FISCALES . España.

San Bartolome, A. (Octubre de 1994). CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERIA- Comportamiento Sismico y Diseño Estructural. Perú: Fondo Editorial .

San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial PUCP. Obtenido de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>

SÁNCHEZ CÁRDENAS , M. I. (2013). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE CONSTRUCCIONES. 38. Valdivia, Chile.

Serván, D. L. (2013). EVALUACION DE FALLAS ESTRUCTURALES EN VIVIENDAS UBICADAS AL MARGEN DEL RIO MASHCON-DISTRITO DE CAJAMARCA. Cajamarca, Perú.

Silgado Ferron, E. (Enero de 1978). HISTORIA DE LOS SISMOS MAS NOTABLES OCURRIDOS EN EL P ERÚ (1513-1974). Lima, Perú.

SLEJKO, D. (jullio de 1993). GNDT AND ITS SEISMIC HAZARD ASSESSMENT PROJECT FOR AN ITALIAN SEISMIC ZONING. *Scientific meeting on the seismic protection*. REGIONE VENETO: Nuova Helvetia srl, Venezia.

Soto Suárez, M., Dalva, R., & Mayra, M. y. (octubre-diciembre de 2013). RIESGO SÍSMICO EN LAS VIVIENDAS INDIVIDUALES MODERNAS DEL REPARTO AMPLIACIÓN DE TERRAZAS EN SANTIAGO DE CUBA. santiago de cuba, cuba. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181330952004>

Supo, J. (2015). *Cómo empezar una tesis* . Perú: BIOESTADISTICO EIRL.

Vidal Sánchez, F. (1994). *Terremotos y sus causas*. España.



SIMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA UBICADAS EN EL A. H LA  
PRIMAVERA III-ETAPA, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE PIURA



Ficha de diagnostico para viviendas de albañilería confinada Pág. 1/3

Familia : \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Dirección : \_\_\_\_\_ Encuesta N.º \_\_\_\_\_

**Aspectos Generales**

Medidas : \_\_\_\_\_ Años de antigüedad \_\_\_\_\_  
 Numero de pisos: \_\_\_\_\_ Numero de pisos proyectados \_\_\_\_\_  
 ¿Se realizo estudios geotécnicos ? Si  No

**Fallas y Deficiencias**

Muros fisurados o agrietados.  Fisuraciones en columnas.  Fisuraciones en vigas.   
 Mal encofrado y Cangrejeras.  Acero de refuerzo expuesto y corroído  Eflorescencias   
 Muros erosionados.  Columnas muy espaciadas entre sí.  Tabiques sin arriostrar   
 No presenta junta de dilatación con la edificación colinda  Muros portantes no han sido confinados.   
 Otros: \_\_\_\_\_

**Observaciones Adicionales**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Anexos

Anexo A. Fichas de Reporte

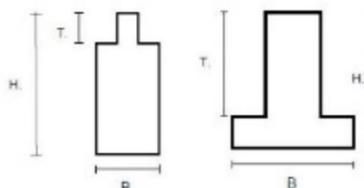


IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA UBICADAS EN EL A. H LA PRIMAVERA III-ETAPA, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA Y



Ficha de diagnostico para viviendas de albañilería confinada Pág. 2/

PARAMETRO		ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	A: Edificación construida de acuerdo a la normativa vigente o con características Equivalentes B: Edificaciones que presentan vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes debido a deficiencias en el proceso constructivo C: Edificación con conexiones malas entre muros.	A B C
2	CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE	A: Ladrillo de buena calidad y resistencia con piezas homogéneas por toda la extensión del muro; Y mortero de buena calidad con espesor de 10 - 15 mm B: Ladrillo de buena calidad y resistencia con piezas homogéneas por toda la extensión del muro; O mortero de buena calidad con espesor de 10 - 15 mm C: Sistema de albañilería; con mala calidad de unidades de ladrillo y mala calidad del mortero.	A B C
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	A: Densidad de muros adecuada B: Densidad de muros aceptable C: Densidad de muros inadecuada	A B C
4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	A: Edificación construida sobre suelo estable con pendiente $\leq 15\%$ . Posición de la fundación en una misma cota. B: Edificación sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre 15% y 30%. Edificio construido sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre 30% y 50%. C: Edificación construida sobre terreno suelto con pendiente no menor a 30% o sobre terreno rocoso con pendiente no menor al 50%. Diferencia de cota de fundación superior a un metro. Presencia de empujes de tierra terreno rocoso con pendiente no menor al 50%. Diferencia de cota de fundación superior a un metro. Presencia de empujes de tierra	A B C
5	DIAFRAGMAS HORIZONTALES	A: Edificaciones con diafragma que satisfacen las siguientes condiciones. 1. Ausencia de planos a desnivel. 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable (Ideal de concreto armado). 3. La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz. B: Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A. C: Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.	A B C
6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Siendo $\beta_1=B/H$ y $\beta_2=T/B$ A: $\beta_1 \geq 0.8$ $\beta_2 \leq 0.1$ B: $0.8 > \beta_1 \geq 0.4$ $0.1 < \beta_2 \leq 0.3$ C: $0.4 > \beta_1$ $0.3 < \beta_2$	A B C





IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA UBICADAS EN EL A. H LA PRIMAVERA III-ETAPA, DISTRITO DE CASTILLA, PROVINCIA Y



Ficha de diagnóstico para viviendas de albañilería confinada Pág. 3/3

PARAMETRO		ELEMENTOS DE EVALUACIÓN	
7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	A: Edificación que tiene una reducción de planta en altura menor al 15%. B: Edificación que tienen una reducción de planta en altura comprendida entre 15% y 25%. C: Edificación que tiene una reducción de planta en altura mayor al 50%.	A B C
8	TIPO DE CUBIERTA	A: Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas y de material liviano. O edificación con cubierta plana. B: Cubierta inestable de material liviano y en buenas condiciones. C: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.	A B C
9	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	A: Edificación provisto de accesorios bien colgados a la pared, de peso modesto. B: Edificación con balcones que no son parte integral de la estructura y/o con accesorios externos de dimensiones pequeñas mal colgadas. C: Edificación que presenta: accesorios mal colgados de peso, parapetos mal hechos o cualquier otro elemento pesado que pueda colapsar en caso de sismo. Balcones u otro elemento anexo al edificio con posterioridad y que no está bien unido a la estructura	A B C
10	ESTADO DE CONSERVACIÓN	A: Muros en buenas condiciones sin fisuras visibles. B: Edificación con fisuras medianas (entre 2 y 3 cm) o con lesiones capilares producidas por un sismo; o edificaciones que no presenta lesiones, pero cuyos muros no están bien conservados C: Edificaciones que presenta muros desaplomados y/o con lesiones graves; o con un grave deterioro del material de construcción.	A B C