



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

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

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

**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS  
VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO  
HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS,  
2017.**

**AUTORA: Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez**

**ASESOR: Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**



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

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

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

**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS  
VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO  
HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS,  
2017.**

**AUTORA: Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez**

**ASESOR: Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A DIOS:

Por darme la vida y por bendecirme, al otórgame los conocimientos necesarios para poder culminar esta investigación; por cuidar de mí y de mi familia que son mi fortaleza para enfrentar las adversidades.

A MIS PADRES:

Alejandro y Dolores, por su ejemplo y perseverancia a lo largo de este tiempo y por su apoyo incondicional en las metas que me trazo.

A MI HERMANA:

Mily, por su compañía y apoyo moral a lo largo de todo este proceso.

**Rocio Elizabeth López Ramírez**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme regalado la vida, salud y conocimientos para realizarme como profesional y por ser mi fortaleza para superar las adversidades.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la formación académica necesaria para desarrollarme como profesional.

A mi asesor Ing. Manuel Aguilar Rojas, porque gracias a su conocimiento y apoyo, he logrado realizar y culminar esta investigación.

A mis padres y familiares, que durante esta etapa me brindaron su apoyo moral y económico para poder realizar esta investigación.

A mis compañeros bachilleres que colaboraron con esta investigación, en especial a Darwin Goicochea Posito, por su apoyo durante el trabajo de campo.

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

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**RECTOR**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. Flor Teresa García Huamán

**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

M. Sc. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

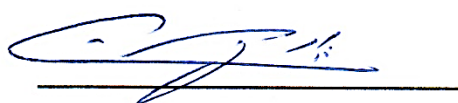
## **VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS**

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “**Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos De Murcia, Chachapoyas, 2017**”; de la tesista de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

**Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez**

El suscrito da el **VISTO BUENO** al informe de la tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación.

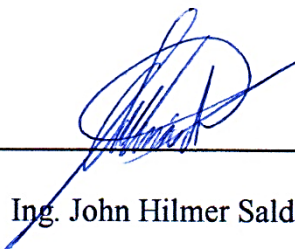
Chachapoyas, 31 julio de 2019



Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas

**ASESOR**


**JURADO EVALUADOR**



---

Ing. John Hilmer Saldaña Núñez


**PRESIDENTE**



---

Lic. José Luis Quispe Osorio

**SECRETARIO**



---

Ing. Lucila Arce Meza

**VOCAL**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Rocio Elizabeth López Ramírez, identificado con DNI N° 74616681, egresado de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas,

### DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

- Soy la autora de la tesis titulada: ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS, 2017, la misma que presento para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- La tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente, asumimos las consecuencias y sanciones civiles y penales que dé nuestras acciones se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas, 31 julio del 2019.



Rocio Elizabeth López Ramírez

DNI 74616681





**ANEXO 2-N**

**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS**

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de Agosto del año 2019, siendo las 12:00 horas, el aspirante: Rocio Elizabeth López Ramírez defiende públicamente la tesis titulada: Estudio de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Morúa, Chachapoyas, 2017 para optar el Título Profesional \_\_\_\_\_,

otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: Ing. John Hilmer Saldana Nónes

Secretario: Lic. José Luis Quispe Osorio

Vocal: Ing. Lucila Arce Meza

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente ( )      Aprobado (  )      No apto ( )

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 13:20 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

\_\_\_\_\_  
SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
VOCAL

OBSERVACIONES: .....

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vi
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	x
INDICE DE TABLAS .....	xiii
INDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
2.1. Localización de la investigación: .....	20
2.2. Materiales, herramientas y/o equipos .....	21
2.2.1. En campo.....	21
2.2.1.1. Materiales: .....	21
2.2.1.2. Herramientas.....	21
2.2.1.3. Equipos .....	21
2.2.2. En gabinete.....	22
2.2.2.1. Soporte informático .....	22
2.2.2.2. Equipos .....	22
2.3. Diseño de la investigación.....	22
2.3.1. Variables de investigación: .....	22
2.4. Universo muestral:.....	23

2.5.	Métodos .....	23
2.5.1.	Método inductivo .....	23
2.6.	Técnicas e instrumentos .....	23
2.6.1.	Técnica de recolección:.....	23
2.6.2.	Instrumentos de recolección de información: .....	23
2.7.	Procedimiento:.....	23
2.7.1.	Identificación y selección de las viviendas .....	23
2.7.2.	Adaptación de la Ficha de recolección de datos .....	24
2.7.3.	Aplicación de la Ficha de recolección de datos .....	24
2.7.4.	Evaluación de parámetros de investigación. ....	35
2.7.4.1.	Parámetro 01: Aspectos Geométricos .....	36
2.7.4.2.	Parámetro 02: Aspectos Constructivos.....	41
2.7.4.3.	Parámetro 03: Aspectos Estructurales .....	47
2.7.4.4.	Parámetro 04: Cimentación .....	58
2.7.4.5.	Parámetro 05: Suelos .....	59
2.7.4.6.	Parámetro 06: Entorno.....	61
2.7.5.	Calificación global de la vivienda.....	62
2.7.6.	Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica .....	64
2.8.	Análisis de datos .....	64
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
3.1.	Material predominante.....	65
3.2.	Aspectos geométricos .....	66
3.2.1.	Irregularidad en planta de la edificación.....	66
3.2.2.	Cantidad de muros en las dos direcciones.....	66
3.2.3.	Irregularidad en altura .....	67
3.3.	Aspectos constructivos .....	68
3.3.1.	Calidad de las juntas de pega del mortero.....	68

3.3.2.	Tipo y disposición de las unidades de mampostería .....	69
3.3.3.	Calidad de los materiales .....	70
3.4.	Aspectos estructurales .....	71
3.4.1.	Muros confinados y reforzados .....	71
3.4.2.	Detalles de columnas y vigas de confinamiento .....	72
3.4.3.	Vigas de amarre o corona.....	73
3.4.4.	Características de las aberturas .....	74
3.4.5.	Entrepiso .....	75
3.4.6.	Amarre de cubiertas .....	76
3.5.	Cimentación.....	77
3.6.	Suelos .....	78
3.7.	Entorno .....	79
3.8.	Valor de cada parámetro de la vivienda .....	80
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>84</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>91</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los muros en la dirección “X” del primer piso.....	38
Tabla 2. Características de los muros en la dirección “Y” del primer piso.....	39
Tabla 3. Características de los muros en la dirección “X” del segundo piso.....	39
Tabla 4. Características de los muros en la dirección “Y” del segundo piso.....	39
Tabla 5. Calificación global vivienda N° 01.....	62
Tabla 6. Calificación Global de la vivienda N° 21.....	63
Tabla 7. Material predominante.....	65
Tabla 8. Irregularidad en planta de la edificación.....	66
Tabla 9. Cantidad de muros en las dos direcciones.....	67
Tabla 10. Irregularidad en altura.....	67
Tabla 11. Calidad de las juntas de pega del mortero.....	68
Tabla 12. Tipo y disposición de las unidades de mampostería.....	69
Tabla 13. Calidad de los materiales.....	70
Tabla 14. Muros confinados y reforzados.....	71
Tabla 15. Detalles de columnas y vigas de confinamiento.....	72
Tabla 16. Vigas de amarre o corona.....	73
Tabla 17. Características de las aberturas.....	74
Tabla 18. Entrepiso.....	75
Tabla 19. Amarre de cubiertas.....	76
Tabla 20. Cimentación.....	77
Tabla 21. Suelo.....	78
Tabla 22. Entorno.....	79
Tabla 23. Valor de cada parámetro de la vivienda.....	81
Tabla 24. Grado de vulnerabilidad sísmica.....	82
Tabla 25. Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica.....	83

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas sísmicas en el Perú.....	18
Figura 2. Ubicación de la provincia de Chachapoyas en el mapa de la región Amazonas. .....	20
Figura 3. Ubicación del AA.HH. San Carlos de Murcia en la ciudad de Chachapoyas (Google Earth Pro).....	21
Figura 4. Información general de la edificación .....	25
Figura 5. Terreno y cimentación.....	26
Figura 6. Aspectos geométricos.....	26
Figura 7. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 1/3).....	29
Figura 8. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 2/3).....	29
Figura 9. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 3/3).....	30
Figura 10. Fotos representativas de la vivienda.....	30
Figura 11. Esquema de la vivienda.....	31
Figura 12. Ficha de Recolección de Datos. (1 de 3).....	32
Figura 13. Ficha de Recolección de Datos. (2 de 3).....	33
Figura 14. Ficha de Recolección de Datos. (3 de 3).....	34
Figura 15. Matriz de calificación de grado de vulnerabilidad. ....	35
Figura 16. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales..	45
Figura 17. Material predominante .....	65
Figura 18. Irregularidad en planta de la edificación .....	66
Figura 19. Cantidad de muros en las dos direcciones.....	67
Figura 20. Irregularidad en altura .....	68
Figura 21. Calidad de las juntas de pega del mortero.....	69
Figura 22. Tipo y disposición de las unidades de mampostería .....	70
Figura 23. Calidad de los materiales.....	71
Figura 24. Muros confinados y reforzados .....	72
Figura 25. Detalles de columnas y vigas de confinamiento.....	73
Figura 26. Vigas de amarre o corona.....	74
Figura 27. Características de las aberturas.....	75
Figura 28. Entrepiso.....	76
Figura 29. Amarre de cubiertas.....	77

Figura 30. Cimentación.....	78
Figura 31. Suelo.....	79
Figura 32. Entorno .....	80
Figura 33. Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica .....	83

## RESUMEN

Esta investigación de tipo descriptivo, tuvo como objetivo determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia. Para ello, fue necesario recoger la información de las viviendas aplicando una Ficha de Recolección de Datos, que luego fue analizada empleando el Método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), siendo los parámetros evaluados: aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, cimentación, suelo y entorno; de una muestra representativa de 30 viviendas.

La conclusión es que el 3.33% de las viviendas estudiadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica baja, el 36.67% de las viviendas estudiadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media y el 60% de las viviendas estudiadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica alta, comprobando así la hipótesis de la investigación.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad sísmica, Viviendas informales.



## **ABSTRACT**

This descriptive research aimed to determine the degree of seismic vulnerability of informal homes in the San Carlos Human Settlement in Murcia. For this, it was necessary to collect the information of the houses by applying a Data Collection Form, which was then analyzed using the Method of Evaluation of the Degree of Seismic Vulnerability of the Colombian Association of Seismic Engineering (AIS), the parameters being evaluated: aspects geometric, constructive aspects, structural aspects, foundation, soil and environment; of a representative sample of 30 homes.

The conclusion is that 3.33% of the homes studied have a low degree of seismic vulnerability, 36.67% of the homes studied have a medium degree of seismic vulnerability and 60% of the homes studied have a high degree of seismic vulnerability, checking thus the hypothesis of the investigation.

**Keywords:** Seismic vulnerability, Informal housing.

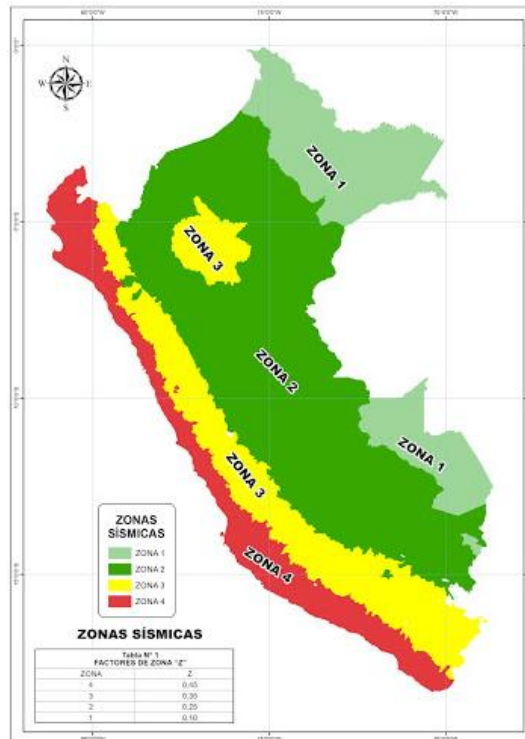
## I. INTRODUCCIÓN

El Perú, geográficamente, forma parte del llamado cinturón de fuego del Pacífico lo que le hace una de las regiones de más actividad sísmica en la tierra, por lo tanto, está expuesto a sufrir sismos de baja o alta intensidad.

En los últimos años se han suscitado sismos de gran magnitud, que dejaron un gran número de fallecidos, así como también pérdidas materiales.

Los sismos más recientes ocurridos en el norte fueron en Bagua Grande – Amazonas, el 18 de mayo del 2010, en Ucayali el 25 de noviembre del 2015, a esto podemos agregar el terremoto en Ecuador que se sintió muy fuerte en zonas del Perú el 16 de abril del 2016 que dejó muchas pérdidas humanas como materiales y el más actual que se dio en Loreto el 26 de mayo de 2019 con una magnitud de 8.0 grados.

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas sísmicas. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.



**Figura 1.** Zonas sísmicas en el Perú.

Fuente: Norma. E.030 Diseño sismorresistente (2016).

La ciudad de Chachapoyas, ubicada en la región Amazonas y considerada parte de la zona sísmica N° 02 (Figura 1); en los últimos años ha ido creciendo en población, lo que ha aumentado la necesidad de viviendas, sobre todo en los sectores de bajos ingresos quienes han optado en invadir terrenos para construir sus viviendas.

San Carlos de Murcia es uno de estos asentamientos humanos, ubicado en Chachapoyas, que fue invadido hace pocos años, la posibilidad de vivir en aquel lugar hizo que la población construya sus casas de manera económica y breve, dando origen a la autoconstrucción de viviendas (construcción informal), esto significa que el propietario construye su vivienda sin asesoría técnica de profesionales capacitados (ingenieros o arquitectos), contratando a albañiles o maestros de obra para que realicen la construcción de su vivienda, o en algunos casos en que es el mismo propietario junto a su familia, amigos y vecinos quien construye su vivienda sin tener consideraciones sísmicas.

El asentamiento humano San Carlos de Murcia no cuenta con ningún tipo de estudio formal que determine el grado de vulnerabilidad sísmica de sus viviendas, esto constituyó un motivo para iniciar la presente investigación. Para el cual se planteó el siguiente problema: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales del Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas, Amazonas - 2017? Siendo el objetivo el de determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de este sector. Este trabajo debió; primero, identificar y seleccionar las viviendas informales según indicadores que evidencien que estas se encuentran en mayor riesgo; segundo, evaluar los patrones generales: aspecto geométrico, aspecto constructivo, aspecto estructural, cimentación, suelo y entorno de las viviendas informales que indica el Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica; y por último, determinar las viviendas con mayor riesgo de vulnerabilidad y las posibles causas de daño sísmico.

La investigación consistió en recoger información de las viviendas informales, mediante la Ficha de Recolección de Datos (Anexo N° 01), para ser analizados mediante los parámetros generales: aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, cimentación, suelos y entorno; que señala el Método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), y teniendo en cuenta las normas técnicas E.030 Diseño sismorresistente, E.070 Albañilería, E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cada parámetro de las viviendas fue medido en un grado de vulnerabilidad baja, media y alta. Y finalmente se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica de todas las viviendas informales del asentamiento humano, resultando ser alto en un 60%.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Localización de la investigación:

La investigación se desarrolló en:

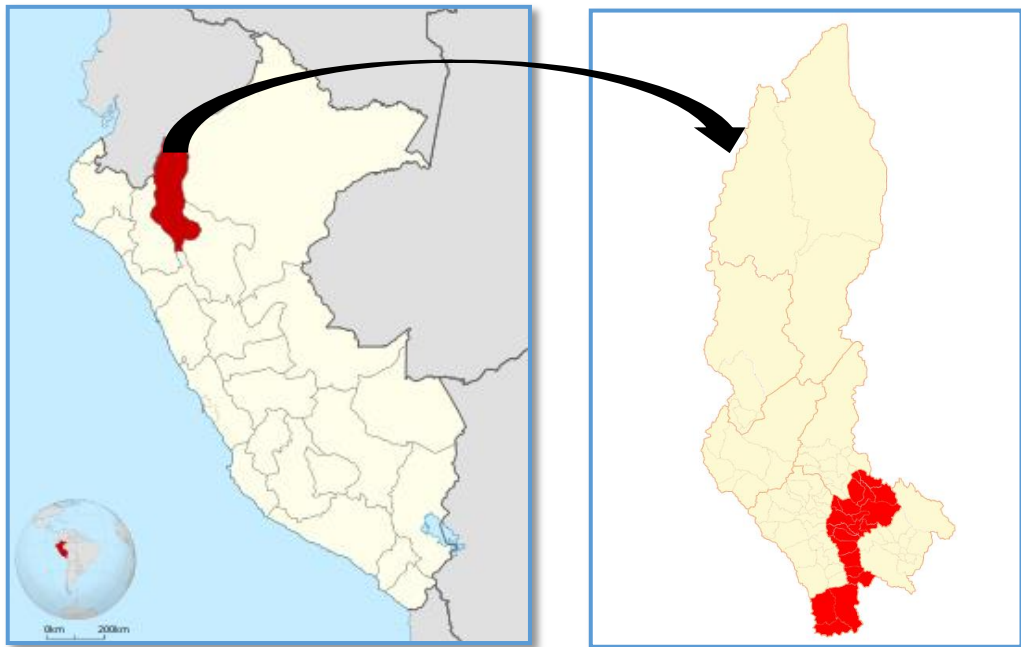
AA. HH : San Carlos de Murcia

Distrito : Chachapoyas

Provincia : Chachapoyas

Región : Amazonas

País : Perú



**Figura 2.** Ubicación de la provincia de Chachapoyas en el mapa de la región Amazonas.



**Figura 3.** Ubicación del AA.HH. San Carlos de Murcia en la ciudad de Chachapoyas (Google Earth Pro)

## **2.2. Materiales, herramientas y/o equipos**

Para la investigación, se requirió de los siguientes materiales, herramientas y equipos.

### **2.2.1. En campo**

#### **2.2.1.1. Materiales:**

- Plano catastral de la ciudad de Chachapoyas
- Ficha de Recolección de Datos
- Tablero
- Libreta de campo
- Lapiceros Marca Faber Castell

#### **2.2.1.2. Herramientas**

- Wincha Marca Truper de 5 y 50 m.
- Nivel de mano

#### **2.2.1.3. Equipos**

- GPS
- Cámara fotográfica Marca Canon 18 mpx.

## 2.2.2. En gabinete

### 2.2.2.1. Soporte informático

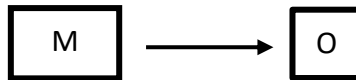
- Microsoft Word 2019
- Microsoft Excel 2019
- AutoCAD 2019
- Google Earth Pro

### 2.2.2.2. Equipos

- Laptop HP Core i7
- Calculadora científica Cassio
- Impresora EPSON L355

## 2.3. Diseño de la investigación

La investigación es del tipo descriptivo **no experimental**, se representa a través del siguiente esquema:



Donde :

M : Muestra

O : Observación

### 2.3.1. Variables de investigación:

- Aspectos geométricos.
- Aspectos constructivos.
- Aspectos estructurales.
- Cimentación.
- Suelos.
- Entorno.

#### Variable dependiente:

- Grado de vulnerabilidad sísmica.

## **2.4. Universo muestral:**

Para la investigación fueron elegidas 30 viviendas informales (17 de adobe y 13 de albañilería) del Asentamiento Humano San Carlos de Murcia. Seleccionadas teniendo en cuenta su ubicación y topografía.

## **2.5. Métodos**

### **2.5.1. Método inductivo**

Esta investigación se desarrolló bajo el método inductivo, porque a partir de las características recogidas de la vivienda se determinó su grado de vulnerabilidad sísmica.

## **2.6. Técnicas e instrumentos**

### **2.6.1. Técnica de recolección:**

- Observación

### **2.6.2. Instrumentos de recolección de información:**

Para la obtención de información se utilizó la Ficha de Recolección de Datos (Anexo N° 01) adaptada del Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural de la Red Nacional de Evaluadores (Cárdenas, Flores y López, 2011). Esta ficha recogió las características de cada vivienda, comprendiendo su información general, terreno y cimentación, aspectos geométricos, aspectos constructivos y estructurales, etc.

## **2.7. Procedimiento:**

Para alcanzar los objetivos específicos de esta investigación se tuvo que considerar los siguientes procedimientos:

### **2.7.1. Identificación y selección de las viviendas**

El Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, según el plano catastral de la ciudad de Chachapoyas, se encuentra en el sector N° 04, contando con un número de 41 manzanas y 317 lotes de terreno. De esta población fueron seleccionadas 30 viviendas informales para ser evaluadas (Anexo N° 03).

Las viviendas informales fueron seleccionadas teniendo en cuenta las siguientes características:

- Que éstas se ubiquen a rivera de la quebrada de Murcia (la que se muestra en la Anexo N° 03), por encontrarse, evidentemente, en mayor riesgo.
- Que se ubiquen en zonas de relieve accidentado (de fuertes pendientes).

Para la identificación de cada una de ellas, se empleó el plano catastral de la ciudad de Chachapoyas, así como también del software Google Earth Pro.

### **2.7.2. Adaptación de la Ficha de recolección de datos**

Para emplear el Método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), fue necesario recoger las características de cada vivienda, al carecer el Método del AIS de una Ficha de Recolección de Datos se tuvo que adaptar el Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural de la Red Nacional de Evaluadores (Cárdenas, Flores y López, 2011).

El instrumento se validó con un grupo de estudiantes de los últimos ciclos de la carrera de Ingeniería Civil, además se sometió a juicio de expertos (Anexo N° 02). Este procedimiento incluyó las secciones e ítems como se muestra en el Anexo N° 01.

### **2.7.3. Aplicación de la Ficha de recolección de datos**

Como muestra representativa se eligió al azar dos viviendas, la vivienda N° 01 de adobe y la vivienda N° 21 de albañilería.

#### **FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA VIVIENDA N° 01:**

##### **A) Información general de la edificación**

En la sección “A” de la ficha se colocó la información general de la vivienda:

1. Ubicación geográfica
  - Ubicación de la vivienda: **Ricardo Palma C-01**
2. Fotografía de la vivienda


Es una información complementaria para poder identificar con mayor facilidad la vivienda informal.



### 3. Uso de la edificación

Es una **vivienda unifamiliar**, habitada por **04 personas**.

➤ Material predominante: **adobe**.

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL AA. HH. SAN CARLOS DE MURCIA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
VIVIENDA N° 01	
A. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2. FOTOGRAFÍA VIVIENDA
Av./Ca./Jr./Psje. <u>Ricardo Palma</u> N° <u>Cda 01</u> Mz: _____ Lote: _____ Sector : <u>AA.HH San Carlos de Murcia</u> Localidad : <u>Chachapoyas</u> Provincia : <u>Chachapoyas</u> Coordenadas ( <u>6°13'16.11</u> "S, <u>77°51'49.20</u> "O, <u>2321</u> msnm)	
3. USO DE EDIFICACIÓN	
Vivienda unifamiliar (X) Vivienda multifamiliar ( ) Vivienda comercio ( ) Comercial ( ) Institución pública ( ) Institución privada ( )	
OCUPACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños Número de ocupantes: <u>04</u>	
MATERIAL PREDOMINANTE: <input checked="" type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Albañilería <input type="checkbox"/> Concreto armado <input type="checkbox"/> Otro	

**Figura 4.** Información general de la edificación

### B) Terreno y cimentación

Esta sección “B” incluye los datos fundamentales acerca del terreno de donde se ubica la vivienda, tanto sus características topográficas como una descripción del tipo de suelo y cimentación.

En el caso de la vivienda N° 01, se obtuvo la siguiente información:

- Topografía: La vivienda se ubica en la **ladera del cerro**.
- El tipo de suelo que se observó es **limo arcilloso**.
- Suelo: Este ítem resume la consistencia del suelo sobre el que se cimienta la vivienda, en esta vivienda contamos con un **suelo intermedio**.
- Cimentación: Esta vivienda se construyó con una cimentación superficial basado en un **cimiento de piedra**.
- Distancia a quebrada: Como se hizo referencia en el primer procedimiento de esta investigación, El Asentamiento Humano San Carlos de Murcia se encuentra adyacente a la quebrada denominada por el mismo nombre (Anexo N° 03). En el caso de esta primera vivienda, haciendo uso del Software Google Earth Pro, se midió que la distancia de la vivienda a la quebrada es de **70 m**.

- Inclinación de terreno: Según lo identificado en campo, la vivienda se encuentra construida sobre una pendiente de  $20^\circ$  y se comprobó mediante los datos obtenidos del Software Google Earth Pro.

B. TERRENO Y CIMENTACIÓN				
<b>TOPOGRAFÍA</b>	<b>TIPO SUELO</b>	<b>SUELO</b>	<b>CIM. SUPERFICIAL</b>	<b>CIMENTACIÓN PROFUNDA</b>
<input type="checkbox"/> Planicie	<input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda	<input type="checkbox"/> Blando	<input type="checkbox"/> Zapatas aisladas	<input type="checkbox"/> Pilotes/pilas
<input checked="" type="checkbox"/> Ladera de cerro	<input checked="" type="checkbox"/> Limo o arcilla	<input checked="" type="checkbox"/> Intermedio	<input type="checkbox"/> Zapatas corridas	<input type="checkbox"/> Otro
<input type="checkbox"/> Rivera río/ quebrada	<input type="checkbox"/> Granular suelto	<input type="checkbox"/> Duro/ firme	<input checked="" type="checkbox"/> Cimiento de piedra	
<input type="checkbox"/> Fondo de valle	<input type="checkbox"/> Granular compacto	Observación: _____	<input type="checkbox"/> Losa	
<input type="checkbox"/> Depósitos lacustres	<input type="checkbox"/> Roca		<input type="checkbox"/> Cajón	
<input type="checkbox"/> Costa				
Distancia a río/ quebrada: <u>70.00</u> m. Inclinación de terreno: <u>20°</u>				

**Figura 5.** Terreno y cimentación.

### C) Aspectos Geométricos

Esta sección incluye la información de los datos geométricos de la vivienda.

Los datos obtenidos para la vivienda N° 01 son:

- Número de niveles: **01.**
- Número de sótanos: **00**
- Se da otras características que puede tener la vivienda, para este caso no aplica ninguno de ellos.
- Año de construcción: **2012.**
- Área del terreno: El área total medida es de **214 m<sup>2</sup>.**
- Área construida: Se calculó un área de **95.23 m<sup>2</sup>.**
- Dimensiones generales: La vivienda cuenta con las siguientes medidas:
  - X= Frente: 10.70 m.
  - Y= Fondo: 8.90 m.
  - Altura de planta baja: 2.95 m.

C. ASPECTOS GEOMÉTRICOS		
N° de niveles, n= <u>01</u>	Año de construcción: <u>2012</u>	Área del terreno: <u>214.00</u> m <sup>2</sup>
N° de sótanos: <u>00</u>	Año rehabilitación: _____	Área construida: <u>95.23</u> m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Apéndice en azotea (escalera/ elevador/ cuarto azotea)		<b>DIMENSIONES GENERALES</b> X= Frente: <u>10.70</u> m Y= Fondo: <u>8.90</u> m Altura planta baja: <u>2.95</u> m Altura entresijos: _____ m
<input type="checkbox"/> Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta)		
<input type="checkbox"/> Piso a media altura (de los entresijos tipo)		
<input type="checkbox"/> Escalera externa		
<input type="checkbox"/> Semisótano (primer sótano a medio nivel de calle)		
		<p style="text-align: center;"><b>PLANTA</b></p>

**Figura 6.** Aspectos geométricos.

### D) Aspectos Constructivos y estructurales

Esta sección incluye la siguiente información:

### 1. Material muros

A través de la observación minuciosa dentro de la vivienda, se identificó el material que se usó para la construcción de sus muros, siendo el **adobe**. Además, se añadió que se realizó un asentado de adobe en sogá.

Y se detalló otros datos que incluye este ítem, tales como se muestra en la Figura 7.

### 2. Refuerzo en la mampostería

En esta vivienda, el adobe viene a ser un tipo de mampostería, que fue construido sin refuerzo (mampostería simple), pues no cuenta con ningún tipo de vigas o columnas que puedan dar rigidez a la edificación.

### 3. Sección de elementos predominantes

Como se señaló anteriormente, esta vivienda no cuenta con ningún tipo de refuerzo (viga o columna).

### 4. Calidad de mampostería

A través de una observación minuciosa se determinó las características de los siguientes ítems:

- Calidad de pieza de mampostería, en este caso la pieza evaluada fue el adobe, destacando que presenta fisuras en la mayor parte de los muros, por tanto, su calidad es **intermedia**.
- Calidad de juntas, el espesor de las juntas verticales y horizontales en los muros de esta vivienda varía provocando una mala alineación entre los adobes, su espesor promedio calculado es de 2 cm, por tanto, su calidad es calificada como **intermedia**.

### 5. Materiales de acabado

Este ítem describe el estado en el que se encuentre el acabado de la vivienda, en este **caso no se hizo** ningún acabado.

### 6. Vigas de cerramiento o corona

Son las vigas de madera o concreto armado que conectan a los muros durante un sismo, para esta vivienda **no se colocó**.

## 7. Características de las aberturas o huecos de la planta representativa.

Este ítem recoge los datos tales como:

- Sumatoria del área de las aberturas (ventanas y/o puertas) de los muros en la dirección “x” e “y”.
- Sumatoria del área total de muro en la dirección “x” e “y”.
- Sumatoria de la longitud de las aberturas (ventanas y/o puertas) de los muros en dirección “x” e “y”.
- Sumatoria total de los muros tanto en la dirección “x” e “y”.

Además de:

- Refuerzo en las aberturas: La vivienda N° 01 cuenta con dintel en las ventanas y puertas como refuerzo a éstas.
- Distancia mínima entre borde y abertura de muro, para la vivienda N° 01 la distancia es **0.97 m.**

## 8. Sistema de piso/ techo

Para la vivienda N° 01, que cuenta con 01 nivel se consideró que el sistema de piso vendría a ser el techo, que está comprendido de vigas separadas cada 0.92 m., de trabes secundarios separados cada 0.92 m y largueros colocados cada 1.20 m. Formando un techo de dos aguas inclinado con una pendiente de 17°.

La cubierta de techo es de calamina amarrada a los largueros a través de clavos.

## 9. Planos

Este ítem fue para comprobar que la vivienda estudiada viene a ser una vivienda informal o autoconstruida.

Todas las viviendas tuvieron la misma situación ya que la investigación se trata de evaluar este tipo de viviendas solamente.

D. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES																																																																			
<p><b>1. MATERIAL MUROS</b></p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Concreto reforzado</td> <td><input type="checkbox"/> Piedra</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Concreto prefabricado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Adobe</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ladrillo</td> <td><input type="checkbox"/> Mat. precario (débil: lámina/ cartón/desecho)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Madera</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Otro: _____</td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Observación: El aparejo que se realizó es de saga.</i></p> <p><b>Muros en el entrepiso representativo</b></p> <p>Espesor de muros: <math>t = 0.30</math> m.</p> <p>Cantidad de muros:</p> <p>Dirección X: <u>05</u></p> <p>Dirección Y: <u>04</u></p> <p>Long. de muro del cuarto mas grande: <u>04.63</u> m.</p>	<input type="checkbox"/> Concreto reforzado	<input type="checkbox"/> Piedra	<input type="checkbox"/> Concreto prefabricado	<input checked="" type="checkbox"/> Adobe	<input type="checkbox"/> Ladrillo	<input type="checkbox"/> Mat. precario (débil: lámina/ cartón/desecho)	<input type="checkbox"/> Madera		<input type="checkbox"/> Otro: _____		<p><b>3. SECCIÓN DE ELEMENTOS PREDOMINANTES</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>Forma</b></td> <td>Rectangular</td> <td>Circula</td> <td>Tubo</td> <td>Sección H/I</td> <td>Cajón</td> <td>Sección L</td> <td>Armadura</td> <td><b>Material</b></td> <td>Concreto</td> <td>Acero</td> <td>Prefabricad</td> <td>Madera</td> <td><b>Sección:</b></td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vigas Principales</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vigas secundarias</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table> <p>Ejemplo: <math>b \times h</math>    <math>\phi = D</math>    <math>b \times h</math>    <math>b \times h</math>    <math>b \times h</math>    <math>2L \ b \times t</math></p>	<b>Forma</b>	Rectangular	Circula	Tubo	Sección H/I	Cajón	Sección L	Armadura	<b>Material</b>	Concreto	Acero	Prefabricad	Madera	<b>Sección:</b>	Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Vigas Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Vigas secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Concreto reforzado	<input type="checkbox"/> Piedra																																																																		
<input type="checkbox"/> Concreto prefabricado	<input checked="" type="checkbox"/> Adobe																																																																		
<input type="checkbox"/> Ladrillo	<input type="checkbox"/> Mat. precario (débil: lámina/ cartón/desecho)																																																																		
<input type="checkbox"/> Madera																																																																			
<input type="checkbox"/> Otro: _____																																																																			
<b>Forma</b>	Rectangular	Circula	Tubo	Sección H/I	Cajón	Sección L	Armadura	<b>Material</b>	Concreto	Acero	Prefabricad	Madera	<b>Sección:</b>																																																						
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																							
Vigas Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																							
Vigas secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																							
<p><b>2. REFUERZO EN LA MAMPOSTERÍA</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sin refuerzo</p> <p><input type="checkbox"/> Mampostería confinada</p> <p><input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas)</p> <p><input type="checkbox"/> Con refuerzo interior</p> <p><input type="checkbox"/> Otro: _____</p> <p><i>Observación:</i> _____</p>	<p><b>Espaciado entre elementos estructurales</b></p> <p>Distancia entre ejes de vigas: _____    Distancia entre ejes de columnas: _____</p> <p>Máx. distancia= _____    Máx. distancia= _____</p> <p>Min. distancia= _____    Min. Distancia= _____</p> <p><b>Refuerzo de vigas y columnas:</b></p> <p>( ) Con refuerzo    ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sin refuerzo</p> <p>Acero long. = Cant <math>\phi</math> _____</p> <p>Acero transversal= <math>\phi</math> _____</p> <p><i>Observación:</i> _____</p>																																																																		

Figura 7. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 1/3)

<p><b>4. CALIDAD DE MAMPOSTERÍA</b></p> <p>Pieza de mampostería:</p> <p>( <input checked="" type="checkbox"/> ) Presenta fisuras    ( ) Sin Traslape</p> <p>( ) Presenta grietas    ( ) No adecuada</p> <p>Juntas:</p> <p>( <input checked="" type="checkbox"/> ) Espesores variables (mala alineación de piezas de mampostería)</p> <p>( ) Mortero presenta mala adherencia con pieza de mampostería</p> <p>Espesor promedio de juntas: <u>2.00 cm</u></p>																									
<p><b>5. MATERIALES DE ACABADO</b></p> <p>Acabados:</p> <p>( ) Presenta fisuras</p> <p>( ) Presenta grietas</p> <p>( ) Las vigas y columnas están expuestas</p> <p>( <input checked="" type="checkbox"/> ) No se hizo</p>																									
<p><b>6. VIGAS DE CERRAMIENTO, CORONA O AMARRE</b></p> <p>( ) Fija en la losa de techo    ( ) No visible</p> <p>( ) Fija a los muros    ( <input checked="" type="checkbox"/> ) No se hizo</p> <p>( ) No hay losa de techo</p>																									
<p><b>7. CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS O HUECOS EN MUROS DE LA PLANTA REPRESENTATIVA</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>Área de aberturas:</b></td> <td></td> <td><b>Área de muro:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math> área aberturas en muro "x" =</td> <td><math>\frac{11.11}{5.40}</math> m<sup>2</sup></td> <td><math>\Sigma</math> área total de muro "x" =</td> <td><math>\frac{63.14}{58.06}</math> m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math> área aberturas en muro "y" =</td> <td></td> <td><math>\Sigma</math> área total de muro "y" =</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Longitud de aberturas:</b></td> <td></td> <td><b>Longitud de muro:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math> longitud de aberturas en muro "x" =</td> <td><math>\frac{6.00}{3.00}</math> m</td> <td><math>\Sigma</math> longitud total de muro "x" =</td> <td><math>\frac{21.04}{17.80}</math> m</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math> longitud de aberturas en muro "y" =</td> <td></td> <td><math>\Sigma</math> longitud total de muro "y" =</td> <td></td> </tr> </table> <p>Refuerzo en las aberturas    ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Dintel y/o vigueta    ( ) Columneta    ( ) Sin refuerzo</p> <p>Distancia mínima entre borde y abertura de muro = <u>0.97 m.</u></p>		<b>Área de aberturas:</b>		<b>Área de muro:</b>		$\Sigma$ área aberturas en muro "x" =	$\frac{11.11}{5.40}$ m <sup>2</sup>	$\Sigma$ área total de muro "x" =	$\frac{63.14}{58.06}$ m <sup>2</sup>	$\Sigma$ área aberturas en muro "y" =		$\Sigma$ área total de muro "y" =		<b>Longitud de aberturas:</b>		<b>Longitud de muro:</b>		$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "x" =	$\frac{6.00}{3.00}$ m	$\Sigma$ longitud total de muro "x" =	$\frac{21.04}{17.80}$ m	$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "y" =		$\Sigma$ longitud total de muro "y" =	
<b>Área de aberturas:</b>		<b>Área de muro:</b>																							
$\Sigma$ área aberturas en muro "x" =	$\frac{11.11}{5.40}$ m <sup>2</sup>	$\Sigma$ área total de muro "x" =	$\frac{63.14}{58.06}$ m <sup>2</sup>																						
$\Sigma$ área aberturas en muro "y" =		$\Sigma$ área total de muro "y" =																							
<b>Longitud de aberturas:</b>		<b>Longitud de muro:</b>																							
$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "x" =	$\frac{6.00}{3.00}$ m	$\Sigma$ longitud total de muro "x" =	$\frac{21.04}{17.80}$ m																						
$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "y" =		$\Sigma$ longitud total de muro "y" =																							

Figura 8. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 2/3)

8. SISTEMA DE PISO / TECHO			
<b>Sistema de piso</b> <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes) <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado		<input checked="" type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería	
		<b>Distancia a ejes de:</b> Trabes secundarios = <u>0.92</u> cm Vigas, viguetas o nervaduras = <u>0.92</u> cm Largueros = <u>1.20</u> cm	
		<b>Losa de concreto</b> <input type="checkbox"/> Maciza <input type="checkbox"/> Aligerada <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto <input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total = _____ cm	
<b>Cubierta de techo</b> <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso <input checked="" type="checkbox"/> Lámina metálica/ calamina <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico <input type="checkbox"/> Cartón o desecho <input type="checkbox"/> Paneles <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Paja <input type="checkbox"/> Teja		<b>Armaduras</b> <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera <input type="checkbox"/> Peralte variable Claro : _____ m Peralte: _____ m Separación de armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____	
		<b>Forma de la cubierta</b> <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Inclinado pendiente: <u>17°</u> % <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica Ø= _____ m <input type="checkbox"/> Cúpula    Ø= _____ m	
<b>AMARRE DE FIJACIÓN DE LA CUBIERTA</b> Sujetación <input checked="" type="checkbox"/> Clavos    ( ) tornillos    ( ) Cuerdas    ( ) Otro: _____			
<b>9. PLANOS:</b> <input type="checkbox"/> Arquitectónico <input type="checkbox"/> Estructural <input type="checkbox"/> Memoria de cálculo <input checked="" type="checkbox"/> Autoconstrucción (informal)    Especificar: _____			

Figura 9. Aspectos constructivos y estructurales (Parte 3/3)

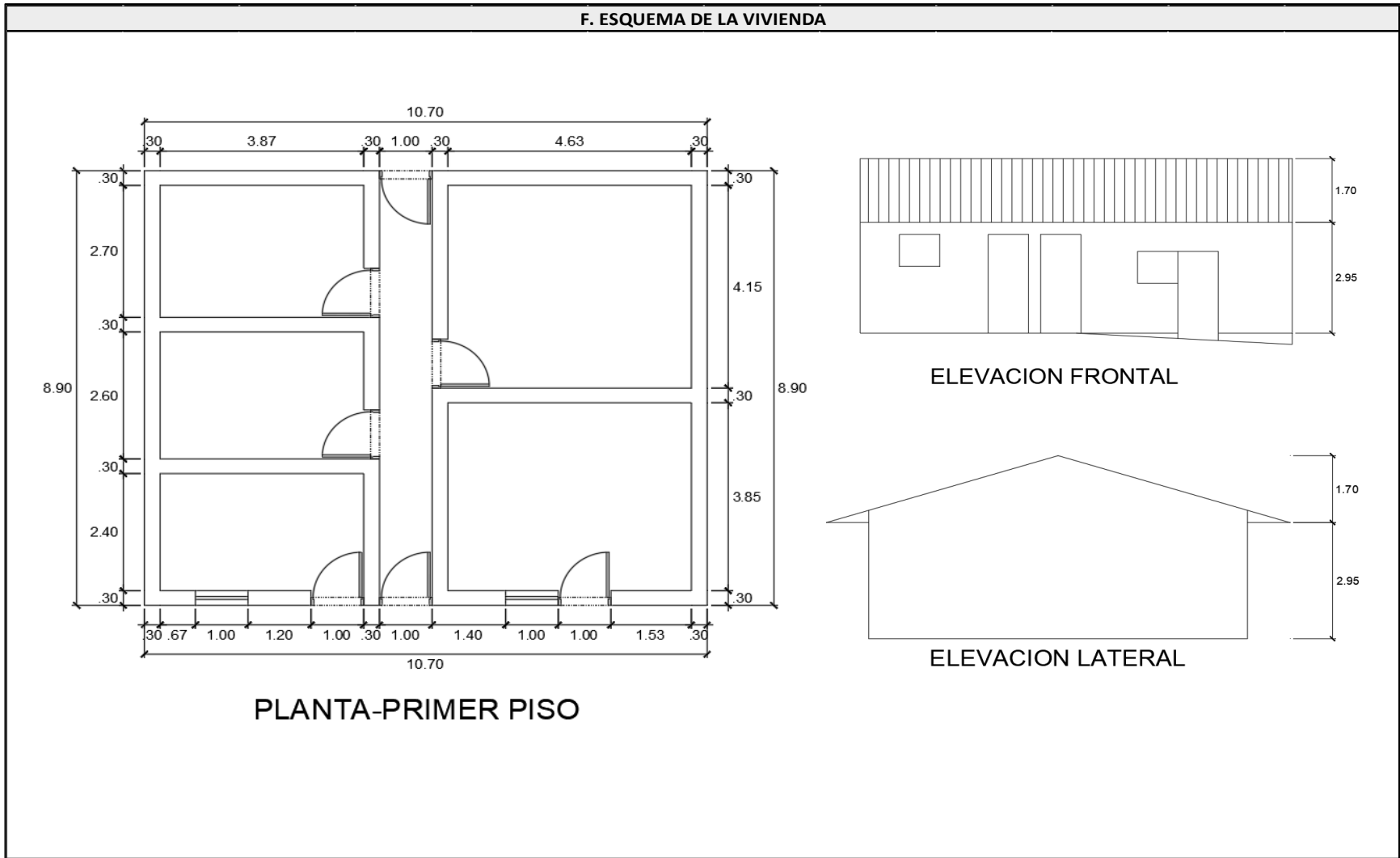
### E) Fotos representativas de la vivienda



Figura 10. Fotos representativas de la vivienda.

### F) Esquema de la vivienda

En esta sección de la Ficha de Recolección de Datos presenta los planos de planta y elevación de la vivienda analizada, elaborados a partir de bosquejos efectuados durante la visita, para ello se empleó el software AutoCAD 2019.



*Figura 11.* Esquema de la vivienda

## Ficha de Recolección de Datos de la vivienda N° 21:


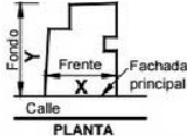

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL AA. HH. SAN CARLOS DE MURCIA																																																									
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																									
<b>VIVIENDA N°</b>	<b>21</b>																																																								
A. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN																																																									
<b>1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b> Av./Ca./Ir./Psje. <u>San Martin</u> N° <u>Cda 01</u> Mz: _____ Lote: _____ Sector : <u>AA.HH San Carlos de Murcia</u> Localidad : <u>Chachapoyas</u> Provincia : <u>Chachapoyas</u> Coordenadas ( <u>6°13'2.41"S, 77°51'41.16"O</u> , <u>2375</u> msnm)	<b>2. FOTOGRAFÍA VIVIENDA</b> 																																																								
<b>3. USO DE EDIFICACIÓN</b> Vivienda unifamiliar ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Vivienda multifamiliar ( ) Vivienda comercio ( ) Comercial ( ) Institución pública ( ) Institución privada ( )																																																									
OCUPACIÓN: <input checked="" type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños      Número de ocupantes: <u>02</u>																																																									
EDIFICACIÓN DE: <input type="checkbox"/> Adobe <input checked="" type="checkbox"/> Albañilería <input type="checkbox"/> Concreto armado <input type="checkbox"/> Otro																																																									
B. TERRENO Y CIMENTACIÓN																																																									
<b>TOPOGRAFÍA</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input checked="" type="checkbox"/> Rivera río/ quebrada <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	<b>TIPO SUELO</b> <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input checked="" type="checkbox"/> Limo o arcilla <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	<b>SUELO</b> <input checked="" type="checkbox"/> Blando <input type="checkbox"/> Intermedio <input type="checkbox"/> Duro/ firme Observación: <u>Vivienda construida sobre relleno.</u>	<b>CIM. SUPERFICIAL</b> <input checked="" type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón	<b>CIMENTACIÓN PROFUNDA</b> <input type="checkbox"/> Pilotes/pilas <input type="checkbox"/> Otro																																																					
Distancia a río/ quebrada: <u>20.00</u> m.      Inclinación de terreno: <u>27°</u>																																																									
C. ASPECTOS GEOMÉTRICOS																																																									
N° de niveles, n= <u>02</u> Año de construcción: <u>2017</u> N° de sótanos: _____      Año rehabilitación: _____ <input type="checkbox"/> Apéndice en azotea (escalera/ elevador/ cuarto azotea) <input type="checkbox"/> Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta) <input type="checkbox"/> Piso a media altura (de los entrepisos tipo) <input type="checkbox"/> Escalera externa <input type="checkbox"/> Semisótano (primer sótano a medio nivel de calle)	Área del terreno: <u>200.00</u> m <sup>2</sup> Área construida: <u>35.91</u> m <sup>2</sup> <b>DIMENSIONES GENERALES</b> X= Frente: <u>8.55</u> m Y= Fondo: <u>4.20</u> m Altura planta baja: <u>2.20</u> m Altura entrepisos: <u>2.10</u> m																																																								
																																																									
D. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES																																																									
<b>1. MATERIAL MUROS</b> <input type="checkbox"/> Concreto reforzado <input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado <input type="checkbox"/> Adobe <input checked="" type="checkbox"/> Ladrillo <input type="checkbox"/> Mat. precario (débil: lámina/ cartón/desecho) <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro: _____ Observación: <u>Ladrillo pandereta, de canto.</u> <b>Muros en el entrepiso representativo</b> Espesor de muros: t= <u>0.15</u> m. Cantidad de muros: Dirección X: <u>03</u> Dirección Y: <u>03</u> Long. de muro de cuarto mas grande: <u>4.30</u> m.	<b>3. SECCIÓN DE ELEMENTOS PREDOMINANTES</b> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Forma</td> <td>Rectangular</td> <td>Circular</td> <td>Tubo</td> <td>Sección H/I</td> <td>Cajón</td> <td>Sección L</td> <td>Armadura</td> <td>Material</td> <td>Concreto</td> <td>Acero</td> <td>Prefabricad</td> <td>Madera</td> <td>Sección:</td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><u>20x20 cm</u></td> </tr> <tr> <td>Vigas Principales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><u>20x20 cm</u></td> </tr> <tr> <td>Vigas secundarias</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><u>20x20 cm</u></td> </tr> </table> 	Forma	Rectangular	Circular	Tubo	Sección H/I	Cajón	Sección L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricad	Madera	Sección:	Columnas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>	Vigas Principales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>	Vigas secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>
Forma	Rectangular	Circular	Tubo	Sección H/I	Cajón	Sección L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricad	Madera	Sección:																																												
Columnas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>																																												
Vigas Principales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>																																												
Vigas secundarias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>20x20 cm</u>																																												
<b>2. REFUERZO EN LA MAMPOSTERÍA</b> <input type="checkbox"/> Sin refuerzo <input checked="" type="checkbox"/> Mampostería confinada <input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas) <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior <input type="checkbox"/> Otro: _____ Observación: _____	<b>Espaciado entre elementos estructurales</b> Distancia entre ejes de vigas:      Distancia entre ejes de columnas: Máx. distancia= <u>4.45 m.</u> Máx. distancia= <u>4.45 m.</u> Min. distancia= <u>3.90 m.</u> Min. Distancia= <u>3.90 m.</u> <b>Refuerzo de vigas y columnas:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Con refuerzo      ( ) Sin refuerzo Acero long. = Cant <u>04</u> $\phi$ <u>1/2"</u> Acero transversal= $\phi$ <u>3/8"</u> Observación: _____																																																								

Figura 12. Ficha de Recolección de Datos. (1 de 3)



**4. CALIDAD DE MAMPOSTERÍA**  
 Pieza de mampostería:  
 Presenta fisuras ( ) Sin Trasape  
 Presenta grietas (X) No adecuada

Juntas:  
 Espesores variables (mala alineación de piezas de mampostería)  
 ( ) Mortero presenta mala adherencia con pieza de mampostería  
**Espesor promedio de juntas: 1.50 cm.**

**5. MATERIALES DE ACABADO**  
 Acabados:  
 ( ) Presenta fisuras  
 ( ) Presenta grietas  
 Las vigas y columnas expuestas  
 ( ) No se hizo

**6. VIGAS DE CERRAMIENTO, CORONA O AMARRE**  
 ( ) Fija en la losa de techo ( ) No visible  
 Fija a los muros ( ) No se hizo  
 No hay losa de techo

**7. CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS O HUECOS EN MUROS DE LA PLANTA REPRESENTATIVA**  
**Área de aberturas:**  
 $\Sigma$  área aberturas en muro "x" = 2.40 m<sup>2</sup>  
 $\Sigma$  área aberturas en muro "y" = \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
**Área de muro:**  
 $\Sigma$  área total de muro "x" = 12.30 m<sup>2</sup>  
 $\Sigma$  área total de muro "y" = \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
**Longitud de aberturas:**  
 $\Sigma$  longitud de aberturas en muro "x" = 3.00 m  
 $\Sigma$  longitud de aberturas en muro "y" = \_\_\_\_\_ m  
**Longitud de muro:**  
 $\Sigma$  longitud total de muro "x" = 6.15 m  
 $\Sigma$  longitud total de muro "y" = \_\_\_\_\_ m  
**Refuerzo en las aberturas** (X) Dintel y/o vigueta ( ) Columneta ( ) Sin refuerzo  
**Distancia mínima entre borde y abertura de muro = 0.25 m.**

**8. SISTEMA DE PISO / TECHO**  
**Sistema de piso**  
 Losa apoyada en trabes  Vigas, largueros y cubierta  
 Losa plana (sin trabes)  Armaduras y cubierta  
 Vigas y piso de madera  Vigas de madera  
 Vigas y enladrillado  Arcos de mampostería

**Distancia a ejes de:**  
 Trabes secundarios = 1.00 cm  
 Vigas, viguetas o nervaduras = 1.00 cm  
 Largueros = 1.00 cm

**Losa de concreto**  
 Maciza  
 Aligerada  
 Prefabricada de concreto  
 Vigueta y bovedilla  
 Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero)  
 Espesor total = \_\_\_\_\_ cm

**Cubierta de techo**  
 Igual a sistema de piso  
 Lámina metálica/calamina  
 Lámina de asbesto/plástico  
 Cartón o desecho  
 Paneles  
 Madera  
 Paja  
 Teja


**Armaduras**  
 De acero  De madera  
 Peralte variable  
 Claro : \_\_\_\_\_ m  
 Peralte: \_\_\_\_\_ m  
 Separación de armaduras: \_\_\_\_\_ m  
 Sección cuerdas: \_\_\_\_\_  
 Secc. diagonales: \_\_\_\_\_

**Forma de la cubierta**  
 Techo plano horizontal  
 Inclinado pendiente: 18%  
 Bóveda cilíndrica  $\phi$  = \_\_\_\_\_ m  
 Cúpula  $\phi$  = \_\_\_\_\_ m


**AMARRE DE FIJACIÓN DE LA CUBIERTA**  
 Sujetación ( ) Clavos (X) tornillos ( ) Cuerdas ( ) Otro: \_\_\_\_\_

**9. PLANOS:**  Arquitectónico  Estructural  Memoria de cálculo  Autoconstrucción (informal) Especificar: \_\_\_\_\_

**E. FOTOS REPRESENTATIVAS DE LA VIVIENDA**

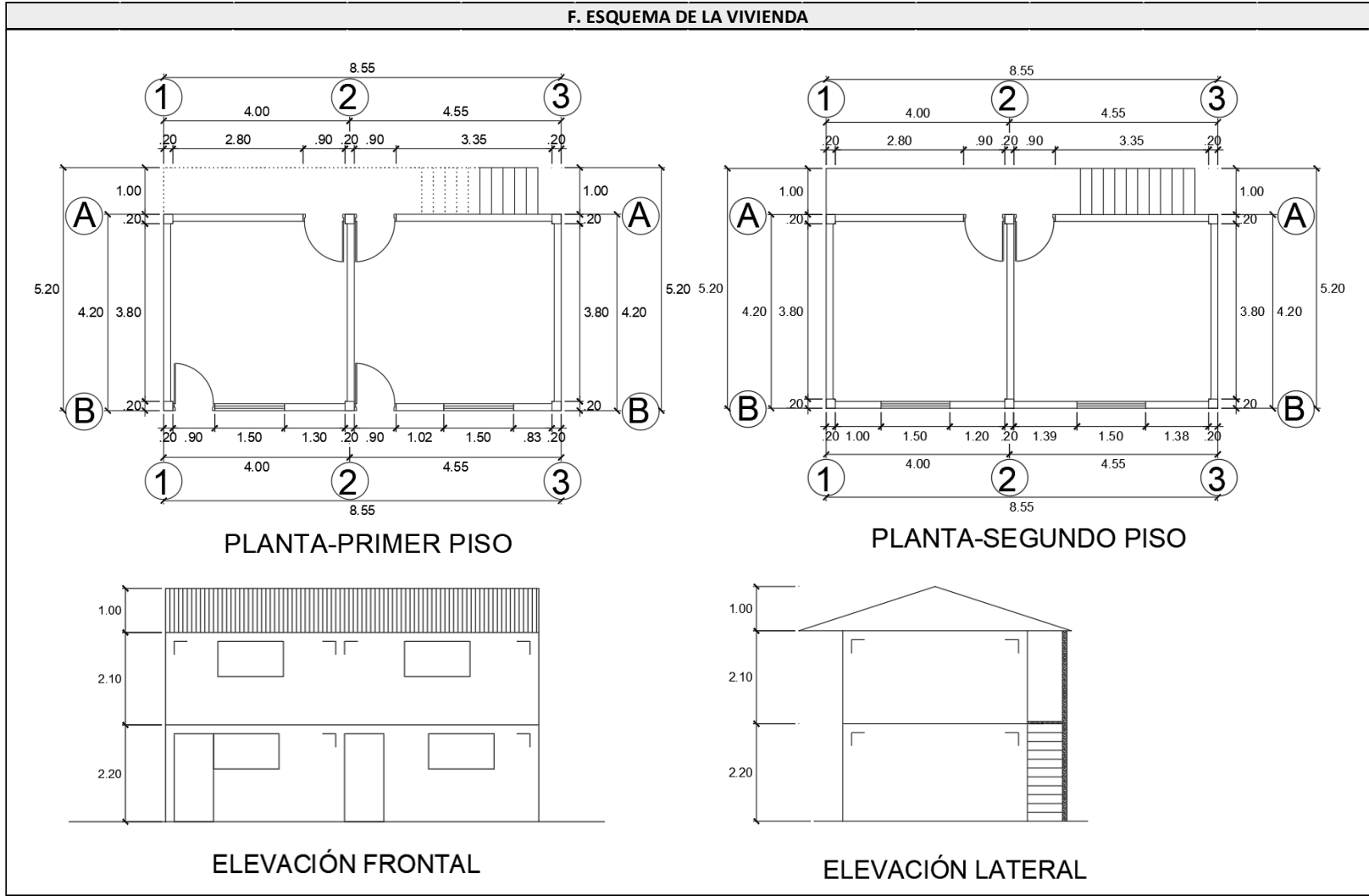


*Elevación frontal de la vivienda*



*Elevación lateral de la vivienda*

**Figura 13.** Ficha de Recolección de Datos. (2 de 3)



*Figura 14.* Ficha de Recolección de Datos. (3 de 3)

#### 2.7.4. Evaluación de parámetros de investigación.

La evaluación de los parámetros de investigación de la vivienda consistió en analizar la información de la Ficha de Recolección de Datos y comparar con los patrones del Método de Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), teniendo en cuenta, además, la Norma Peruana (Reglamento Nacional de Edificaciones).

La calificación del grado de vulnerabilidad se hizo de acuerdo a los siguientes valores que determina la matriz del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS).

COMPONENTE	VULNERABILIDAD		
	BAJA	MEDIA	ALTA
<b>ASPECTOS GEOMÉTRICOS</b>			
• Irregularidad en planta de la edificación	1	2	4
• Cantidad de muros en las dos direcciones principales	1	3	20
• Irregularidad en altura	1	2	4
<b>ASPECTOS CONSTRUCTIVOS</b>			
• Calidad de las juntas de mezcla entre tabiques	1	2	3
• Tipo y disposición de los ladrillos o tabiques	1	2	3
• Calidad de los materiales del acabado o repellado	1	2	3
<b>ASPECTOS ESTRUCTURALES</b>			
• Muros confinados y reforzados	1	2	6
• Detalles de castillos y dalas de confinamiento	1	2	4
• Dalas de cerramiento, corona o amarre	1	2	4
• Características de las aberturas o huecos en muros	1	2	6
• Tipo y disposición de pisos	1	2	4
• Amarre y fijación de cubiertas	1	2	3
• Cimentación, dalas de cerramiento o amarre	1	2	4
<b>SUELO</b>	1	2	8
<b>ENTORNO</b>	1	2	4
	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
<b>CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA</b>	Suma menor que 20	Suma entre 20 y 31	Suma mayor que 31

**Figura 15.** Matriz de calificación de grado de vulnerabilidad.

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001)

Esta etapa se describe a continuación, dando como ejemplo a la vivienda N° 01 y la vivienda N° 21, por ser de diferentes materiales de construcción.

### 2.7.4.1. Parámetro 01: Aspectos Geométricos

#### A) Irregularidad en planta de la edificación

Se realizó un análisis minucioso sobre la irregularidad en planta de la vivienda, teniendo en cuenta la sección “C” y “F” de la Ficha de Recolección de datos; obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

Este análisis consistió en:

#### 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

##### Vulnerabilidad baja

- Forma geométrica regular y aproximadamente simétrica.
- Largo menor que 3 veces el ancho.
- No tiene “entradas y salidas”, visto en planta como en altura.

##### Vulnerabilidad media

- Presenta algunas irregularidades en planta o en altura no muy pronunciadas.

##### Vulnerabilidad alta

- El largo es mayor que 3 veces ancho.
- La forma es irregular, con entradas y salidas abruptas.

#### 2°. Comparar la información de la Ficha de Recolección de Datos con los patrones generales:

- ✓ Para la vivienda N° 01:
  - Las dimensiones generales de la vivienda (Figura 6) son X= Frente: 10.70 m. y Y= Fondo: 8.90 m; por tanto, el largo viene a ser menor que 3 veces el ancho.
  - El esquema de la vivienda (Figura 11), demuestra que no posee entradas ni salidas.

- Se concluye que la vivienda N° 01, respecto a su irregularidad en planta, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja**.
- ✓ Para la vivienda N° 21:
  - Las dimensiones generales de la vivienda (Figura 12), son X= Frente: 8.55 m. y Y= Fondo: 4.20 m; por tanto, el largo viene a ser menor que 3 veces el ancho.
  - El esquema de la vivienda (Figura 14), demuestra que no posee entradas ni salidas.
  - Se concluye que la vivienda N° 21, respecto a su irregularidad en planta, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja**.

#### B) Cantidad de muros en las dos direcciones

Se analizó la cantidad de muros construidos en las direcciones “x” e “y” de la vivienda, teniendo en cuenta la información obtenida en el ítem 1 y 2 de la sección “D” y de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 3.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

##### Vulnerabilidad baja

- Existen muros estructurales en las dos direcciones principales de la vivienda y estos son confinados o reforzados.
- Hay una densidad de muros confinados en cada una de las direcciones principales mayor a la requerida.

##### Vulnerabilidad media

- La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección.
- Hay muy pocos muros confinados o reforzados.
- La densidad de muros confinados en cada una de las direcciones principales menor a la requerida.

### Vulnerabilidad alta

- Más del 70% de los muros están en una sola dirección.
- Hay muy pocos muros confinados o reforzados
- La densidad de muros confinados en cada una de las direcciones principales menor a la requerida.

2°. Comparar la información recogida con los patrones generales:

✓ Para la vivienda informal N° 01:

- La vivienda consta de 5 muros en dirección “X” y 4 en dirección “Y” que no cuentan con algún tipo de refuerzo o confinamiento (Figura 7).
- En resumen, por encontrarse con muros distribuidos en ambas direcciones pero que no están confinados, la vivienda se considera con un grado de **vulnerabilidad media**.

✓ Para la vivienda informal N° 21:

- Por contar con muros confinados se aplica la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que indica calcular la densidad de muros confinados de la vivienda:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L.t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

- Para considerar la cantidad de muros en cada dirección se tiene en cuenta lo que señala la Norma de Albañilería en su artículo 17, inciso “c” del R.N.E: “Los muros portantes deben tener: (...) Una longitud mayor o igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales (Norma E.070, 2006). Por lo tanto, contamos con los siguientes muros confinados:

#### 1° PISO

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS EN EL EJE "X"				
EJE	CANTIDAD	LONGITUD (L)	ESPESOR	L.t
XA	1	2.80	0.15	0.42
XA	1	3.35	0.15	0.50
XB	1	1.30	0.15	0.20
			$\Sigma L.t$	1.12

**Tabla 1.** Características de los muros en la dirección “X” del primer piso.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS EN EL EJE "Y"				
EJE	CANTIDAD	LONGITUD (L)	ESPESOR	L.t
Y1	1	3.80	0.15	0.57
Y2	1	3.80	0.15	0.57
Y3	1	3.80	0.15	0.57
ΣL.t				1.71

**Tabla 2.** Características de los muros en la dirección “Y” del primer piso.

**2° PISO**

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS EN EL EJE "X"				
EJE	CANTIDAD	LONGITUD (L)	ESPESOR	L.t
XA	1	2.80	0.15	0.42
XA	1	3.35	0.15	0.50
XB	1	1.20	0.15	0.18
XB	1	1.39	0.15	0.21
XB	1	1.38	0.15	0.21
ΣL.t				1.52

**Tabla 3.** Características de los muros en la dirección “X” del segundo piso.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS EN EL EJE "Y"				
EJE	CANTIDAD	LONGITUD (L)	ESPESOR	L.t
Y1	1	3.80	0.15	0.57
Y2	1	3.80	0.15	0.57
Y3	1	3.80	0.15	0.57
ΣL.t				1.71

**Tabla 4.** Características de los muros en la dirección “Y” del segundo piso.

Se toma los siguientes datos de la Ficha de Recolección de Datos y de la Norma E.030:

Área total techada (Figura 12):

Primer piso : 35.91 m<sup>2</sup>

Segundo piso : 35.91 m<sup>2</sup>

Factor de zona (Z) = 0.25 (Zona 2)

Factor de uso de edificación (U) = 1.00 (Para vivienda)

Factor de amplitud de suelo (S) = 1.40 (Suelo blando)

Número de pisos (n) = 2.00 (2 Pisos)

### Densidad mínima de muros portantes (R.N.E-PERÚ):

PRIMER PISO:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de planta}} = \frac{\sum L.t}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\text{Eje "X": } \frac{\sum L.t}{Ap} = 0.031 \geq 0.013$$

$$\text{Eje "Y": } \frac{\sum L.t}{Ap} = 0.048 \geq 0.013$$

SEGUNDO PISO:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros}}{\text{Área de planta}} = \frac{\sum L.t}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\text{Eje "X": } \frac{\sum L.t}{Ap} = 0.042 \geq 0.013$$

$$\text{Eje "Y": } \frac{\sum L.t}{Ap} = 0.048 \geq 0.013$$

Los resultados indican que la densidad de muros tanto en el eje "X" como en el eje "Y", son mayores que la densidad de muros mínimo requerido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Es así que se determinó que la vivienda presenta una **vulnerabilidad baja** respecto a la cantidad de muros en las dos direcciones, ya que existen muros confinados en las dos direcciones principales y la densidad de los muros es mayor que lo requerido.

### C) Irregularidad en altura

Se analizó la irregularidad en altura de la vivienda, a través de la observación en campo, obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):



#### Vulnerabilidad baja

- La mayoría de los muros estructurales son continuos desde la cimentación hasta la cubierta.

#### Vulnerabilidad media

- Algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta la cubierta.

#### Vulnerabilidad alta

- La mayoría de los muros no son continuos en altura desde su cimentación hasta la cubierta.
- Cambios de alineación en el sistema de muros continuos en dirección vertical.
- Cambio de sistema de muros en pisos superiores a columnas en el piso inferior.

2°. De lo anterior, se determina que:

✓ La vivienda N° 01:

- Cuenta con un (01) nivel y desde la cimentación hasta la cubierta no existe ninguna irregularidad, esto se comprueba con el esquema de la vivienda (Figura 11).
- Por lo tanto, tiene un grado de **vulnerabilidad baja**, respecto a su irregularidad en altura.

✓ La vivienda N° 21:

- Cuenta con dos (02) niveles y en el esquema de la vivienda (Figura 14) se observa que presenta una regularidad en la altura, desde la cimentación hasta la cubierta.
- Por lo tanto, tiene un grado de **vulnerabilidad baja**, respecto a su irregularidad en altura.

#### **2.7.4.2. Parámetro 02: Aspectos Constructivos**

##### A) Calidad de las juntas de pega del mortero

Se realizó un análisis minucioso del estado en el que se encontró las juntas de las piezas de mampostería. La información se obtuvo del ítem 4 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por tanto tiene un valor de 2.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por tanto tiene un valor de 2.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- El espesor de la mayoría de las juntas está entre 0.7 y 1.3 cm.
- Las juntas son uniformes y continuas.
- Hay juntas de buena calidad, verticales y horizontales rodeando cada unidad de mampostería.
- El mortero es de buena calidad y presentan buena adherencia con la pieza de mampostería.

Vulnerabilidad media

- El espesor de la mayoría de las pegas es mayor a 1.3 cm o menor de 0.7 cm.
- Las juntas no son uniformes.
- No existen juntas verticales o son de mala calidad.

Vulnerabilidad alta

- La pega es muy pobre entre los bloques, casi inexistente.
- Poca regularidad en la alineación de las piezas.
- El mortero es de muy mala calidad o evidencia separación con las piezas de mampostería.
- No existen juntas verticales y/o horizontales en zonas del muro.

2°. Se tuvo que considerar las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, según el tipo de material predominante de cada vivienda:

- ✓ Para la vivienda N° 01, que es de adobe:
  - El Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice lo siguiente: “El espesor de los morteros pueden variar de 5 mm a 20 mm”. (Norma E.080, 2017, artículo 19.5)

- ✓ Para la vivienda N° 21, que es de albañilería:
  - El Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice lo siguiente: “En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedarán completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo 10 mm y el espesor máximo será 15 mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4 mm, lo que sea mayor”. (Norma E.070, 2006, artículo 10.2)

3°. De las consideraciones anteriores y la información recogida, se determinó:

- ✓ Para la vivienda N° 01:
  - Que el espesor de las juntas varía provocando una mala alineación de las unidades de adobe.
  - Que el espesor de las juntas no es uniforme siendo el promedio 20 mm o 2 cm (Figura 8).
  - Por lo tanto, la vivienda, respecto a la calidad de las juntas de pega de mortero, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media**, aunque el espesor promedio se encuentre en el rango que señala la Norma E.080.
- ✓ Para la vivienda N° 21:
  - Que el espesor de las juntas varía provocando una mala alineación de las unidades de ladrillo.
  - Que el espesor de las juntas no es uniforme siendo el promedio 15 mm o 1.5 cm (Figura 13).
  - Por lo tanto, la vivienda, según la calidad de las juntas de pega de mortero, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media**, aunque el espesor promedio se encuentre en el rango que señala la Norma E.070.

#### B) Tipo y disposición de las unidades de mampostería

Se analizó el tipo y disposición de las unidades de mampostería, la información se obtuvo del ítem 4 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos, obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene un valor de 2.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad alta** y por tanto lo tiene un valor de 3.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- Las unidades de mampostería están trabadas.
- Las unidades de mampostería son de buena calidad. No presentan agrietamientos importantes, no hay piezas deterioradas o rotas.
- Las piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.

Vulnerabilidad media

- Algunas piezas están trabadas, mientras otras no lo están. Siendo la mayoría de la primera clase.
- Algunas piezas presentan agrietamiento o deterioro.
- Algunas piezas están colocadas de manera uniforme y continua hilada tras hilada.

Vulnerabilidad alta

- Las unidades de mampostería NO están trabadas (petaca).
- Las unidades de mampostería son de muy mala calidad. Se presentan agrietamientos importantes con piezas deterioradas o rotas.
- Las piezas no están colocadas de manera uniforme y continua hiladas tras hiladas.

2°. De las consideraciones dadas y la información conseguida a través de la Ficha de Recolección de Datos se determinó lo siguiente:

- ✓ Para la vivienda N° 01
  - Los adobes presentan dimensiones permitidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones: “El bloque de adobe cuadrado no debe

sobre pasar los 0.40 m. de lado, por razones de peso. El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho”. (Norma E.080, 2017, artículos 18.6 y 18.7) y la mayor parte de ellos están trabados entre sí, con fisuras considerables que causan que el muro de la vivienda se encuentre regularmente vulnerable (Figura 8).

- Por lo tanto, la vivienda, respecto a su tipo y disposición de unidad de mampostería, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media**.
  - En la sección “E” de la Ficha de Recolección de Datos (Figura 10), se puede observar el estado en el que se encuentra los muros de esta vivienda.
- ✓ Para la vivienda N° 21
- Los ladrillos con los que fueron construidos los muros de la vivienda son de tipo tubular (pandereta) que según la Norma Peruana no está permitido por tratarse de muros portantes (Figura 16).

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

**Figura 16.** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.

Fuente: Norma E.070 Albañilería (2006)

- Además, presentan fisuras y grietas considerables (Figura 13); esta situación refleja una deficiente calidad de las unidades de mampostería (ladrillo).

- Por lo tanto, la vivienda, respecto a su tipo y disposición de unidad de mampostería, se encontró con un grado de **vulnerabilidad alta**.
- En la sección “E” (Figura 13), se puede observar las fotos representativas que muestran el estado en el que se encuentra los muros de la vivienda.

### C) Calidad de los materiales

Se analizó la calidad de los materiales que fueron empleados en la construcción de la vivienda (mortero del tarrajeo, elementos de confinamiento y la unidad de mampostería), la información se obtuvo de la observación in situ, anotado en la Ficha de Recolección de Datos en la sección “D”; determinando que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encontró con un grado de **vulnerabilidad alta** y por lo tanto tiene el valor de 3.
- ✓ La vivienda N° 21 se encontró con grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

#### Vulnerabilidad baja

- El mortero no se deja rayar o desmoronar con un clavo o herramienta metálica.
- El concreto tiene buen aspecto, sin hormigueros y el acero no está expuesto.
- En los elementos de confinamiento en concreto reforzado, hay estribos abundantes y por lo menos 3 o 4 barras No 3 en sentido longitudinal.
- El ladrillo es de buena calidad, no está muy fisurado, quebrado, ni despegado y resiste caídas de por lo menos 2 metros de alto sin desintegrarse ni deteriorarse en forma apreciable.

#### Vulnerabilidad media

- Se cumplen varios de los requisitos mencionados anteriormente.

### Vulnerabilidad alta

- No se cumplen más de dos requisitos de los mencionados anteriormente.
- 2°. De la información obtenida de la Ficha de Recolección de Datos, mediante la observación in situ, se determinó:
- ✓ Para la vivienda N° 01
    - No se hizo ningún tipo de acabado (Figura 8).
    - La edificación no cuenta con ningún tipo de elemento de confinamiento.
    - Por lo tanto, se consideró que la vivienda, respecto a la calidad de los materiales, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad alta**.
  - ✓ Para la vivienda N° 21
    - Se hizo un tarrajeo de los muros de la vivienda (Figura 13), dejando expuestas las vigas y columnas.
    - Los elementos de confinamiento en concreto reforzado, tienen estribos abundantes No 3 (3/8") en sentido longitudinal (Figura 12).
    - Por lo tanto, se consideró que la vivienda, según la calidad de los materiales, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media**.

### **2.7.4.3. Parámetro 03: Aspectos Estructurales**

#### A) Muros confinados y reforzados

Se analizó los muros confinados y reforzados de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 2 de la sección "D" de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad alta** y por lo tanto tiene el valor de 6.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

### Vulnerabilidad baja

- Todos los muros de mampostería de la vivienda están confinados con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de ellos.
- El espaciamiento máximo entre elementos de confinamiento es del orden de 4 m. o la altura entre pisos.
- Todos los elementos de confinamiento tienen refuerzo tanto longitudinal como transversal y está adecuadamente dispuesto.
- Las culatas y antepechos también están confinadas.

### Vulnerabilidad media

- Algunos muros de la edificación no cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

### Vulnerabilidad alta

- La mayoría de los muros de mampostería de la vivienda no tienen confinamiento mediante columnas y vigas de concreto reforzado.

2°. Se determina:

- ✓ Para la vivienda N° 01:
  - Según sus muros reforzados y confinados, se determinó que tiene un grado de **vulnerabilidad alta**, ya que los muros no cuentan con ningún tipo de confinamiento. Esto se corrobora en la Figura 11.
- ✓ Para la vivienda N° 21:
  - Todos los muros de mampostería de la vivienda están confinados con vigas y columnas de concreto reforzado alrededor de ellos (Figura 12).
  - El Reglamento Nacional de Edificaciones señala: “Se considerará como muro portante confinado, a aquél que cumpla las siguientes condiciones: (...) que la distancia máxima centro a centro entre columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m”. (Norma. E.070, 2006, artículo 20.1). Esta vivienda tiene una distancia máxima de 4.45 m. entre ejes de columnas (Figura 12), por lo tanto, se encuentra dentro del rango que señala el RNE.



- Todos los elementos de confinamiento tienen refuerzo tanto longitudinal como transversal y está adecuadamente dispuesto (Figura 12).
- Se determinó que la vivienda, respecto a sus muros reforzados y confinados, esta con grado de **vulnerabilidad baja**.

#### B) Detalles de columnas y vigas de confinamiento

Se analizó las columnas y vigas de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 3 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad alta** y por tanto tiene el valor de 4.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja** y por tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

##### Vulnerabilidad baja

- Las columnas y vigas tienen más de 20 cm de espesor o más de 400 cm<sup>2</sup> de espesor o más de 400 cm<sup>2</sup> de área transversal.
- Las columnas y vigas tienen al menos 4 barras No 3 longitudinales y estribos espaciados a no más de 10 a 15 cm.
- Existe un buen contacto entre el muro de mampostería y los elementos de confinamiento.
- El refuerzo longitudinal de las columnas y vigas debe estar adecuadamente anclado en sus extremos y a los elementos de la cimentación.

##### Vulnerabilidad media

- No todas las columnas y vigas cumplen con los requisitos anteriores.

### Vulnerabilidad alta

- La mayoría de las columnas y vigas de confinamiento no cumplen con los requisitos establecidos anteriormente.

#### 2°. De información de la Ficha de Recolección de Datos:

##### ✓ La vivienda N° 01:

- No cuenta con ningún tipo de refuerzo o confinamiento, por lo tanto, las consideraciones del Método del AIS.
- Se determinó que la vivienda, según sus detalles de vigas y columnas, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad alta**.

##### ✓ La vivienda N° 21:

- Las columnas y vigas tienen 20 cm de espesor y 400 cm<sup>2</sup> de área transversal (Figura 12).
- Las columnas y vigas tienen un refuerzo de 4 barras No 4 longitudinales y estribos de N° 3 (Figura 12).
- Existe un buen contacto entre el muro de mampostería y los elementos de confinamiento.
- El refuerzo longitudinal de las columnas y vigas están anclados en sus extremos y a los elementos de la cimentación.
- Se determinó que la vivienda, según sus detalles de vigas y columnas, se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja**.

#### C) Vigas de amarre o corona

Se analizó las vigas de amarre o corona de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 6 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra en un grado de **Vulnerabilidad alta** y por lo tanto tiene el valor de 4.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **Vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

1°. Teniendo en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- Existen vigas de amarre o de corona en concreto reforzado en todos los muros, parapetos, fachadas y culatas en mampostería.

Vulnerabilidad media

No todos los muros o elementos de mampostería disponen de vigas de amarre o de corona.

Vulnerabilidad alta

- La vivienda no dispone de vigas de amarre o corona en los muros o elementos de mampostería.

2°. De la información obtenida in situ mediante la Ficha de Recolección de Datos, se supo:

- ✓ Que la vivienda N° 01 no cuenta con ninguna viga de amarre o corona (Figura 8), por tanto, se determinó que tiene un grado de **vulnerabilidad alta**.
- ✓ Que la vivienda N° 21 si cuenta con viga de amarre o corona de concreto armado en todos sus muros (Figura 13), por lo tanto, se determinó que tiene un grado de **vulnerabilidad baja**, respecto a sus vigas de amarre o corona.

D) Características de las aberturas

Se analizó las aberturas o vanos de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 7 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo:

- La vivienda N° 01 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.
- La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- Las aberturas en los muros estructurales totalizan menos del 35% del área total del muro.
- La longitud total de aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud total del muro.
- Existe una distancia desde el borde del muro hasta la abertura adyacente igual a la altura de la misma o 50 cm, la que sea mayor.

Vulnerabilidad media

- No se cumplen algunos de los anteriores requisitos en algunos de los muros de la vivienda.

Vulnerabilidad alta

- Muy pocos o ningún muro estructural de la vivienda cumple con los requisitos anteriores.

- 2°. Teniendo la información recogida en el ítem 7 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos:

- ✓ Para la vivienda N° 01, de la Figura 8, se calculó:
- Área de las aberturas en relación al área total del muro.

Dirección “X”

$$\frac{\text{Área de las aberturas en "X"}}{\text{Área total del muro en "X"}} = \frac{11.11}{63.14} = 0.18 = 18\%$$

Se dice: El área de las aberturas en “X” viene a ser el 18% del área total de muro en la dirección “X”.

Dirección “Y”

$$\frac{\text{Área de las aberturas en "Y"}}{\text{Área total del muro en "Y"}} = \frac{5.40}{58.06} = 0.09 = 9\%$$

Se dice: El área de las aberturas en “Y” viene a ser el 9% del área total de muro en la dirección “Y”.

El promedio del porcentaje de “X” e “Y” es 13%; es decir el área de las aberturas en los muros viene a ser el 13% del área total de los muros en las dos direcciones.

- Longitud total de las aberturas en relación a la longitud total del muro.

#### Dirección “X”

$$\frac{\text{Long. de las aberturas en "X"}}{\text{Long. total del muro en "X"}} = \frac{6.00}{21.04} = 0.28 = 28\%$$

Se dice: La longitud de las aberturas en “X” viene a ser el 28% de la longitud total de muro en la dirección “X”.

#### Dirección “Y”

$$\frac{\text{Long. de las aberturas en "Y"}}{\text{Long. total del muro en "Y"}} = \frac{3.00}{17.80} = 0.17 = 17\%$$

Se dice: La longitud de las aberturas en “Y” viene a ser el 17% de la longitud total de muro en la dirección “Y”.

El promedio del porcentaje de “X” e “Y” es 23%; es decir la longitud de las aberturas en los muros viene a ser el 23% de la longitud total de los muros en las dos direcciones.

- Las aberturas en los muros totalizan menos del 35% del área total del muro.
  - La longitud total de aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud total del muro.
  - Existe una distancia desde el borde del muro hasta la abertura adyacente de 0.97 m.
  - La distancia entre aberturas es menor al 0.50 m.
  - Todas estas características hacen que la vivienda N° 01 se encuentre, según las características de las aberturas, en un **grado de vulnerabilidad media.**
- ✓ Para la vivienda N° 21, de la Figura 13, se calculó:
- Área de las aberturas en relación al área total del muro.

Dirección "X"

$$\frac{\text{Área de las aberturas en "X"}}{\text{Área total del muro en "X"}} = \frac{2.40}{12.30} = 0.20 = 20\%$$

Se dice: El área de las aberturas en "X" viene a ser el 20% del área total de muro en la dirección "X".

- Longitud total de las aberturas en relación a la longitud total del muro.

Dirección "X"

$$\frac{\text{Long. de las aberturas en "X"}}{\text{Long. total del muro en "X"}} = \frac{3.00}{6.15} = 0.49 = 49\%$$

Se dice: La longitud de las aberturas en "X" viene a ser el 49% de la longitud total de muro en la dirección "X".

- Las aberturas en los muros totalizan menos del 35% del área total del muro.
- La longitud total de aberturas en el muro corresponde a menos de la mitad de la longitud total del muro.
- Existe una distancia desde el borde del muro hasta la abertura adyacente de 0.25 m.
- La distancia entre aberturas es menor al 0.50 m.
- Todas estas características hacen que la vivienda N° 21 se encuentre, según las características de las aberturas, en un **grado de vulnerabilidad media**.

E) Entrepiso

Se analizó el entrepiso de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 8 de la sección "D" de la Ficha de Recolección de Datos; obteniendo el resultado de que:

- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- El entrepiso está conformado por placas de concreto fundidas en el sitio o placas prefabricadas que funcionan de manera monolítica.
- La placa de entrepiso se apoya de manera adecuada a los muros de soporte y proporciona continuidad y monolitismo.
- La placa de entrepiso es continua, monolítica y uniforme en relación con los materiales que lo componen.

Vulnerabilidad media

- La placa de entrepiso no cumple con alguna de las anteriores consideraciones.

Vulnerabilidad alta

- La placa de entrepiso no cumple con varias de las consideraciones anteriores.
- Los entrepisos están conformados por madera o combinaciones de materiales (guadua, mortero, concreto) y no proporcionan las características de continuidad y amarre deseados.

- 2°. Considerando, además:

- ✓ Para la vivienda N° 01:

El Reglamento Nacional de Edificaciones, a través de la Norma E.080 (2017, Art. 7.4), afirma:

- a). Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros. Además, deben estar adecuadamente fijados en los muros a través de la viga solera.
- b). Deben estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, o tijerales, o diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros, a través de las vigas collares superiores.
- c). Los tijerales no deben crear empujes horizontales a los muros. Para evitarlo, deben utilizarse tensores horizontales inferiores.

e). Los techos pueden ser inclinados (una o varias aguas).

En el diseño de los techos se debe considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

g). En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

Por las consideraciones dadas anteriormente, se concluyó:

- La vivienda es de 01 nivel, por lo tanto, el techo vendría a ser el entrepiso. (Figura 10).
  - El techo está construido de acuerdo a la norma peruana, es liviano y cuenta con tijerales fijados en los muros a través de las vigas soleras, separadas cada 0.92 metros. A demás tiene una inclinación de 17° dividido en dos aguas.
  - Entonces la vivienda N° 01, según su entrepiso, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja**, por que cumple con las consideraciones de la Norma Peruana.
- ✓ Para la vivienda N° 21:
- La vivienda es de 02 niveles (Figura 12).
  - El entrepiso está construido de vigas y piso de madera, es liviano y cuenta vigas separadas cada 1.00 metro.
  - El entrepiso no está conformado por placas de concreto fundidas en el sitio o placas prefabricadas que funcionan de manera monolítica, está conformado por madera.
  - La madera se apoya de manera adecuada a los muros de soporte.
  - La placa de entrepiso es continua, monolítica y uniforme en relación con los materiales que lo componen.
  - Entonces la vivienda N° 21, según su entrepiso, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media**.

#### F) Amarre de cubiertas

Se analizó el estado del amarre de la cubierta de la vivienda, la información se obtuvo del ítem 8 de la sección “D” de la Ficha de Recolección de Datos; concluyendo que:



- ✓ La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.
- ✓ La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

Vulnerabilidad baja

- Existen tornillos, alambres o conexiones similares que amarran el techo a los muros.
- Hay arrostramiento de las vigas y la distancia entre vigas no es muy grande.
- La cubierta es liviana y está debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta.

Vulnerabilidad media

- Algunos de los anteriores requisitos se cumplen.

Vulnerabilidad alta

- La mayoría de los requisitos mencionados anteriormente no se cumplen.
- La cubierta es pesada y no está debidamente soportada o arriostrada.

2°. Según la información obtenida mediante la Ficha de Recolección de datos:

- ✓ La Vivienda N° 01 utilizó clavos para fijar la cubierta liviana a los muros (Figura 10), por lo tanto, la vivienda se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja**.
- ✓ La Vivienda N° 21 utilizó tornillos para fijar la cubierta liviana a los muros confinados (Figura 13). Por lo tanto, se determinó que la vivienda se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja**.

#### 2.7.4.4. Parámetro 04: Cimentación

Se analizó la cimentación de la vivienda, con la información que se obtuvo en la sección “B” de la Ficha de Recolección de Datos; concluyendo que:

- La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad baja** y por lo tanto tiene el valor de 1.
- La vivienda N° 21 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

##### Vulnerabilidad baja

- La cimentación está conformada por vigas corridas en concreto reforzado bajo los muros estructurales.
- Las vigas de cimentación conforman anillos amarrados.
- Las vigas de cimentación están colocadas sobre zapatas de mampostería o concreto reforzado, deberán contar con al menos cuatro varillas de refuerzo longitudinal y tener estribos de refuerzo transversal.

##### Vulnerabilidad media

- La cimentación no está debidamente amarrada.
- No se cumplen algunos de los requerimientos anteriores.

##### Vulnerabilidad alta

- La edificación no cuenta con una cimentación adecuada de acuerdo con los requerimientos anteriores.

2°. De la información recogida en la sección “B”, se señala que:

- ✓ La vivienda N° 01:
  - Tiene una cimentación superficial a base de piedra (Figura 5).
  - El Reglamento Nacional de Edificaciones, a través de la Norma E.080 (2017), artículo 7.1, afirma:  
Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:

- i. Piedra grande tipo pirca compactada con piedras pequeñas.
  - ii. Concreto ciclópeo.
  - iii. Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.
- Por lo tanto, la vivienda N° 01, según su cimentación, se encuentra en un grado de **vulnerabilidad baja**, ya que utilizó el primer tipo de cimentación recomendada por la norma peruana para construcciones de viviendas con muros de adobe, considerando además que la cimentación se hizo a una altura de modo que evitará el deterioro de la edificación (humedecimiento del muro).
- ✓ La vivienda N° 21:
- Tiene una cimentación superficial constituyente por zapatas aisladas (Figura 12).
  - Se consideró, según su cimentación, que la vivienda se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media**. Debido a que el método nos dice: “Si no viste el proceso de construcción de la vivienda, pero sabes que fue construida por un constructor o desarrollador formal, considera que tiene vulnerabilidad media. (AIS, 2001)

#### 2.7.4.5. Parámetro 05: Suelos

Se analizó el suelo sobre el cual se construyó la vivienda, la información se obtuvo de la sección “B” de la Ficha de Recolección de Datos; concluyendo que:

- La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.
- La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad alta** y por lo tanto tiene el valor de 8.

El análisis consistió en:

- 1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

### Vulnerabilidad baja

- El suelo de fundación es duro. Esto se puede saber cuándo alrededor de la edificación no existen hundimientos, cuando no se evidencian árboles o postes inclinados, no se siente vibración cuando pasa un vehículo pesado cerca de la vivienda o cuando en general las viviendas no se presentan agrietamientos o daños generalizados, especialmente grietas en los pisos o hundimientos y desniveles en el mismo.

### Vulnerabilidad media

- El suelo de la fundación es de mediana resistencia. Se puede presentar en general algunos hundimientos y vibraciones por el paso de vehículos pesados. Se pueden identificar algunos daños generalizados en viviendas o manifestaciones de hundimientos pequeños.

### Vulnerabilidad alta

- El suelo de la fundación es blando o es arena suelta. Se sabe por el hundimiento en zonas vecinas, se siente la vibración al paso de vehículos pesados y la vivienda ha presentado asentamientos considerables en el tiempo de construcción. La mayoría de las viviendas de la zona presentan agrietamientos y/o hundimientos.

2°. De la información recogida en la sección “B”, mediante la visita a campo, se determinó que:

- ✓ Para la vivienda N° 01:
  - El suelo de fundación que se observó es de mediana resistencia tipo arcilloso limoso (Figura 5).
  - Por lo tanto, la vivienda respecto al suelo se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media**.
- ✓ Para la vivienda N° 21:
  - El suelo de fundación que se observó fue un relleno mal compactado lo que le hace ser blando del tipo granular suelto (Figura 12).
  - Por lo tanto, la vivienda respecto al suelo se encuentra con un grado de **vulnerabilidad alta**.

#### 2.7.4.6. Parámetro 06: Entorno

Se analizó el entorno de la vivienda, la información se obtuvo de la sección “B” de la Ficha de Recolección de Datos; concluyendo que:

- La vivienda N° 01 se encuentra con un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.
- La vivienda N° 21 se encuentra en un grado de **vulnerabilidad media** y por lo tanto tiene el valor de 2.

El análisis consistió en:

1°. Tener en cuenta los patrones generales del Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS):

##### Vulnerabilidad baja

- La topografía donde se encuentra la vivienda es plana o muy poco inclinada.

##### Vulnerabilidad media

- La topografía donde se encuentra la casa tiene un ángulo entre 20 a 30 grados de inclinación con la horizontal.

##### Vulnerabilidad alta

- La vivienda se encuentra localizada en pendientes con una inclinación mayor de 30 grados con la horizontal.

2°. De esto se determinó que:

- ✓ La vivienda N° 01:
  - Se encuentra ubicada en una topografía con una inclinación de 20° con la horizontal (Figura 5); para comprobar el dato se empleó el software Google Earth Pro 2019.
  - Siendo la pendiente igual a 20°, se concluyó que la vivienda, respecto a su entorno, tiene un grado de **vulnerabilidad media**.

- ✓ La vivienda N° 21
  - Se encuentra ubicada en una topografía con una inclinación de 27° con la horizontal (Figura 12); para comprobar el dato se empleó el software Google Earth Pro 2019.
  - Siendo la pendiente mayor a 20° pero menor a 30°, se concluyó que la vivienda, según su entorno, tiene un grado de **vulnerabilidad media**.

### 2.7.5. Calificación global de la vivienda

- ✓ Para la vivienda N° 01

**Tabla 5.** Calificación global vivienda N° 01

<b>VIVIENDA N° 01</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>		
	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
<b>1) ASPECTOS GEOMÉTRICOS</b>			
a) Irregularidades en planta de la edificación	1		
b) Cantidad de muros en las dos direcciones		3	
c) Irregularidad en altura	1		
<b>2) ASPECTOS CONSTRUCTIVOS</b>			
a) Calidad de las juntas de pega del mortero		2	
b) Tipo y disposición de las unidades de mampostería		2	
c) Calidad de los materiales			3
<b>3) ASPECTOS ESTRUCTURALES</b>			
a) Muros confinados y reforzados			6
b) Detalles de columnas y vigas de confinamiento			4
c) Vigas de amarre o corona			4
d) Características de las aberturas		2	
e) Entrepiso	1		
f) Amarre de cubiertas	1		
<b>4) CIMENTACIÓN</b>	1		
<b>5) SUELOS</b>		2	
<b>6) ENTORNO</b>		2	
<b>CALIFICACIÓN GLOBAL</b>	<b>35</b>		

✓ Para la vivienda N° 21

**Tabla 6.** Calificación Global de la vivienda N° 21

<b>VIVIENDA N° 21</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>VULNERABILIDAD</b>		
	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
<b>1) ASPECTOS GEOMÉTRICOS</b>			
a) Irregularidad en planta de la edificación	1		
b) Cantidad de muros en las dos direcciones	1		
c) Irregularidad en altura	1		
<b>2) ASPECTOS CONSTRUCTIVOS</b>			
a) Calidad de las juntas de pega del mortero		2	
b) Tipo y disposición de las unidades de mampostería			3
c) Calidad de los materiales		2	
<b>3) ASPECTOS ESTRUCTURALES</b>			
a) Muros confinados y reforzados	1		
b) Detalles de columnas y vigas de confinamiento	1		
c) Vigas de amarre o corona	1		
d) Características de las aberturas		2	
e) Entrepiso		2	
f) Amarre de cubiertas	1		
<b>4) CIMENTACIÓN</b>		2	
<b>5) SUELOS</b>			8
<b>6) ENTORNO</b>		2	
<b>CALIFICACIÓN GLOBAL</b>	<b>30</b>		

### 2.7.6. Determinación del grado de vulnerabilidad sísmica

El grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda se determinó teniendo en cuenta lo que señala el Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (Figura 15).

✓ Para la vivienda N° 01

La vivienda tiene una calificación global de 35; por lo tanto, se encuentra en grado de **vulnerabilidad alta**.

✓ Para la vivienda N° 21

La vivienda tiene una calificación global de 30; por lo tanto, se encuentra en grado de **vulnerabilidad media**.

### 2.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos por medio de la Ficha de Recolección de Datos, fueron analizados mediante los parámetros que señala el Método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), aplicando las Normas técnicas peruanas: E.030 Diseño sismorresistente, E.070 Albañilería y E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada; los valores o calificativos del grado de vulnerabilidad de cada parámetro fueron procesados en hojas de cálculo del Software Microsoft Excel y representados en tablas y figuras que finalmente fueron descritos e interpretados, obteniendo resultados satisfactorios que demuestran que la hipótesis de la investigación es verdadera.



### III. RESULTADOS

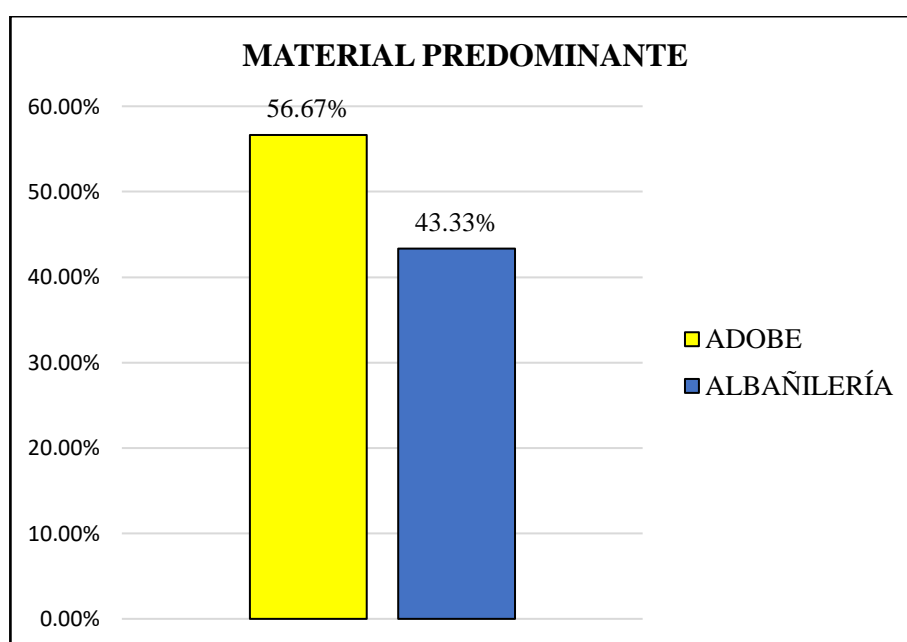
De las 30 viviendas evaluadas según los parámetros que indica el Método de la Asociación de Ingeniería Sísmica, se obtuvo los siguientes resultados:

#### 3.1. Material predominante

Según su material predominante, 17 viviendas que representan el 56.67% son de albañilería y 13 viviendas que representan el 43.33% son de adobe.

**Tabla 7.** Material predominante

MATERIAL PREDOMINANTE			
Grado	N° vivienda	Total	Total (%)
Adobe	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 22 y 25	17	56.67%
Albañilería	2, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29 y 30	13	43.33%
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>	<b>100.00%</b>



*Figura 17.* Material predominante

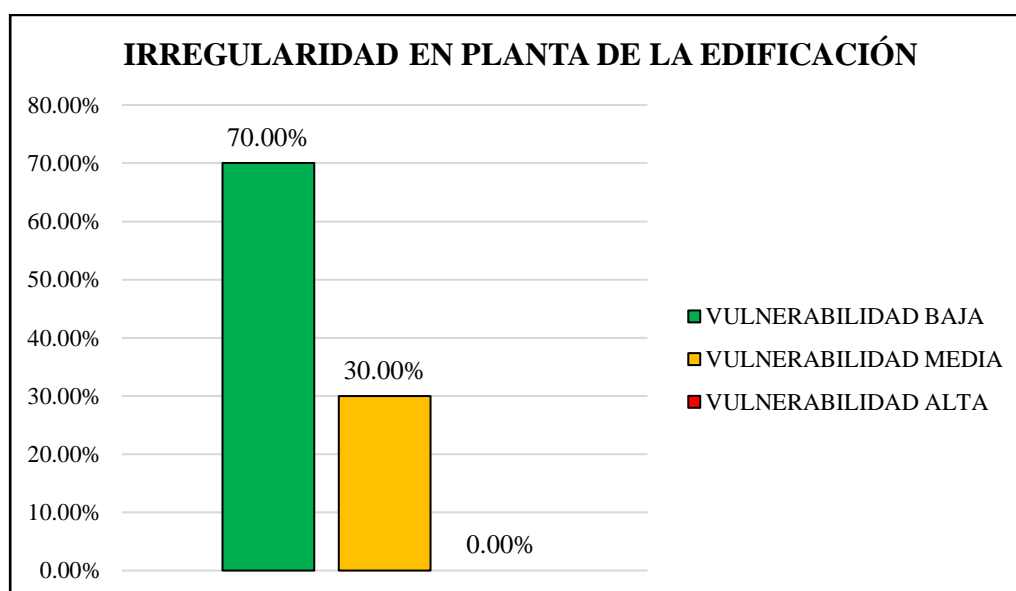
### 3.2. Aspectos geométricos

#### 3.2.1. Irregularidad en planta de la edificación

Según la irregularidad en planta, el mayor número de viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja, como indica la Tabla 8. Estas viviendas poseen regularidad en su distribución en planta.

**Tabla 8.** Irregularidad en planta de la edificación

IRREGULARIDAD EN PLANTA DE LA EDIFICACIÓN		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	21	70.00%
Vulnerabilidad media	9	30.00%
Vulnerabilidad alta	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



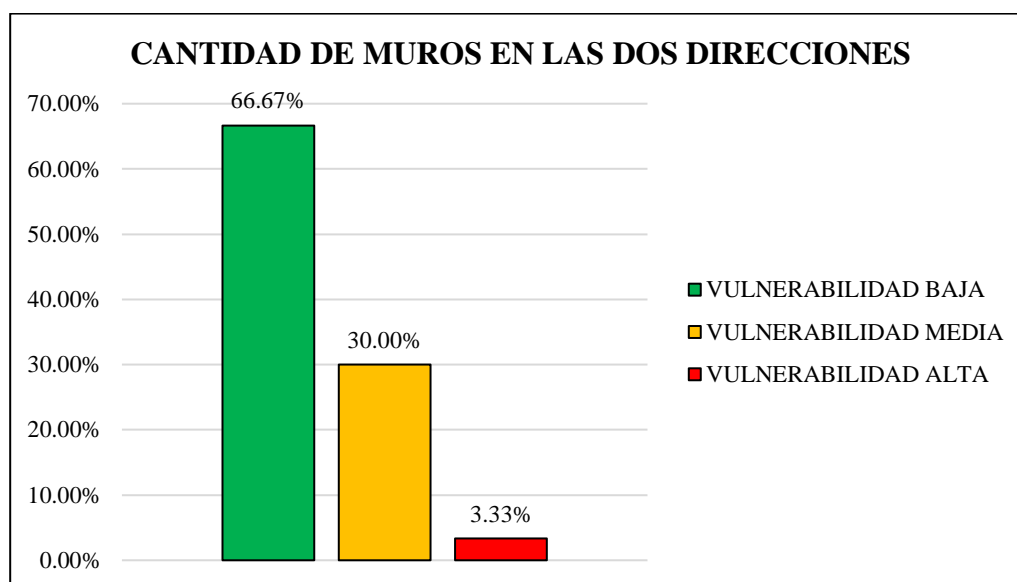
**Figura 18.** Irregularidad en planta de la edificación

#### 3.2.2. Cantidad de muros en las dos direcciones

Según la distribución y cantidad de muros en las direcciones “X” e “Y”, el mayor número de las viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja (Tabla 9), lo que significa que la densidad de muros de estas viviendas es mayor a la densidad que señala el Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Tabla 9.** Cantidad de muros en las dos direcciones

<b>CANTIDAD DE MUROS EN LAS DOS DIRECCIONES</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	20	66.67%
Vulnerabilidad media	9	30.00%
Vulnerabilidad alta	1	3.33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



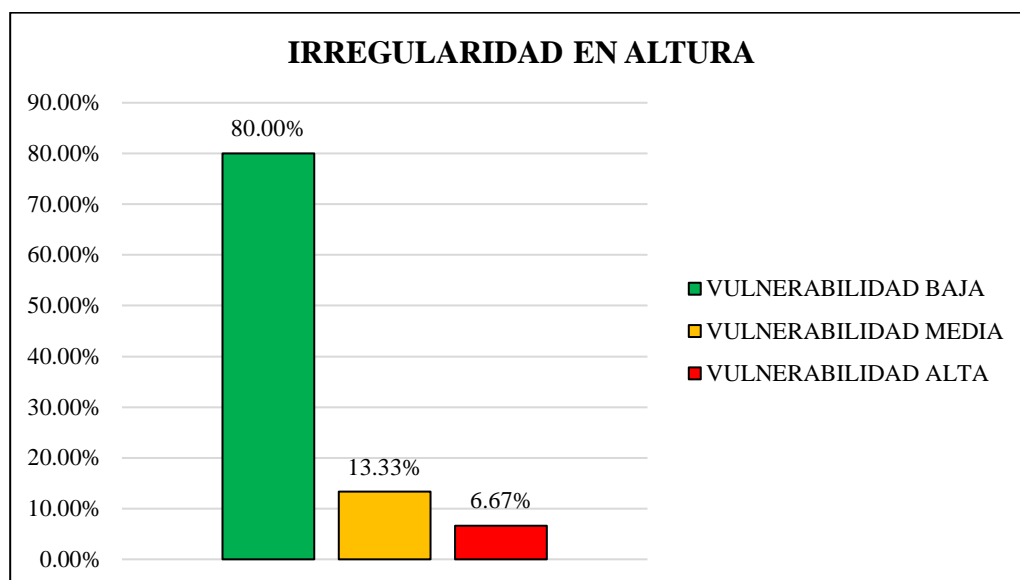
**Figura 19.** Cantidad de muros en las dos direcciones

### 3.2.3. Irregularidad en altura

Según su irregularidad en altura, el mayor número de viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja (Tabla 10), ya que se construyeron guardando continuidad de columnas y muros entre sus pisos.

**Tabla 10.** Irregularidad en altura

<b>IRREGULARIDAD EN ALTURA</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	24	80.00%
Vulnerabilidad media	4	13.33%
Vulnerabilidad alta	2	6.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 20.** Irregularidad en altura

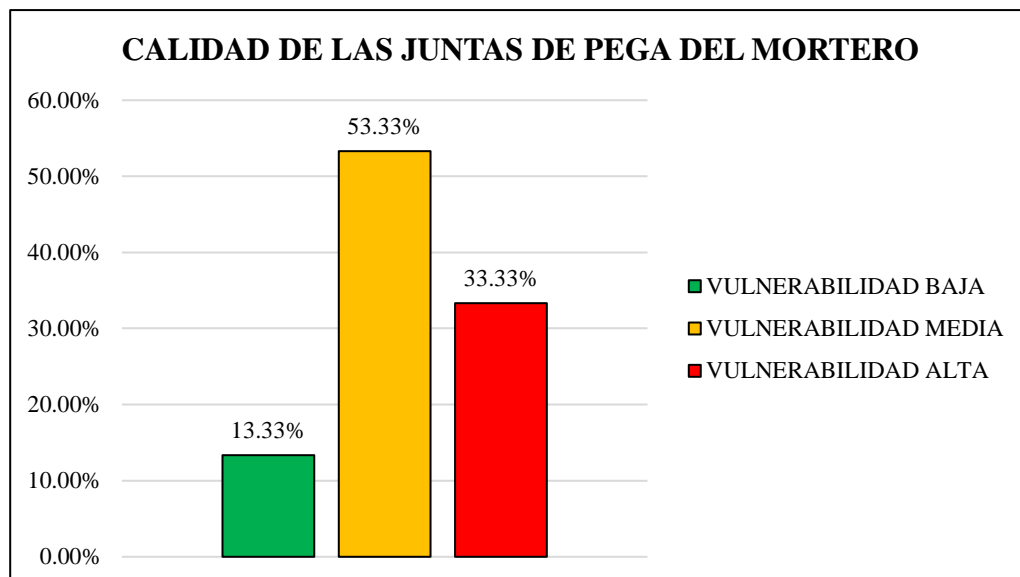
### 3.3. Aspectos constructivos

#### 3.3.1. Calidad de las juntas de pega del mortero

Según la calidad de las juntas de las pegas de mortero, el mayor número de viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad media (Tabla 11), pues el espesor de sus juntas son variables generando mala alineación entre piezas de mampostería pero que aún no han presentado fisuras o grietas significativas.

**Tabla 11.** Calidad de las juntas de pega del mortero

<b>CALIDAD DE LAS JUNTAS DE PEGA DEL MORTERO</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	4	13.33%
Vulnerabilidad media	16	53.33%
Vulnerabilidad alta	10	33.33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



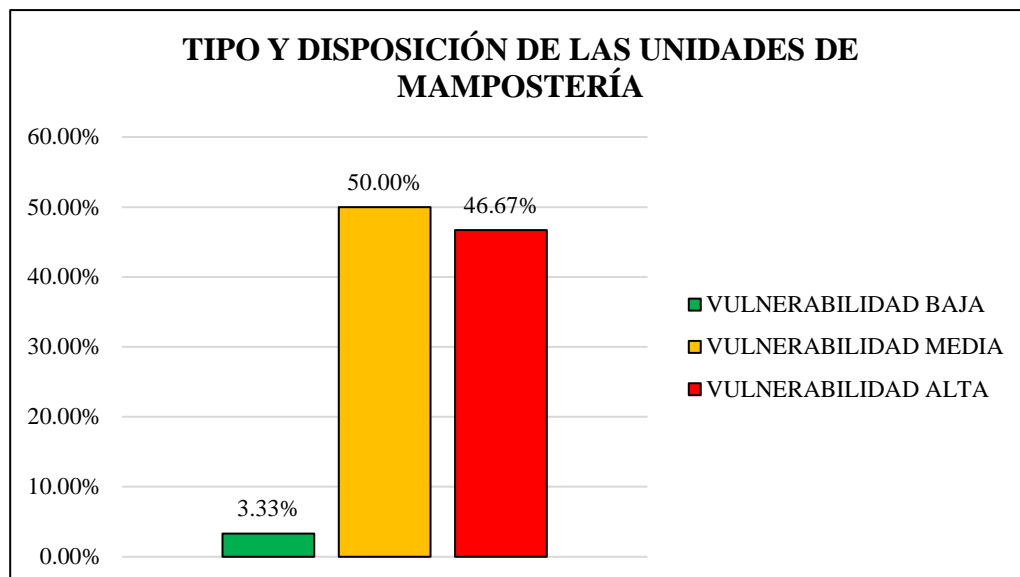
**Figura 21.** Calidad de las juntas de pega del mortero

### 3.3.2. Tipo y disposición de las unidades de mampostería

Según su tipo y disposición de las unidades de mampostería, las viviendas evaluadas mayormente se encuentran en un grado de vulnerabilidad media y alta (Tabla 12), por haberse utilizado una unidad de mampostería inadecuada, en el caso de las viviendas de albañilería se empleo ladrillo pandereta que no es aprobado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Tabla 12.** Tipo y disposición de las unidades de mampostería

TIPO Y DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	1	3.33%
Vulnerabilidad media	15	50.00%
Vulnerabilidad alta	14	46.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



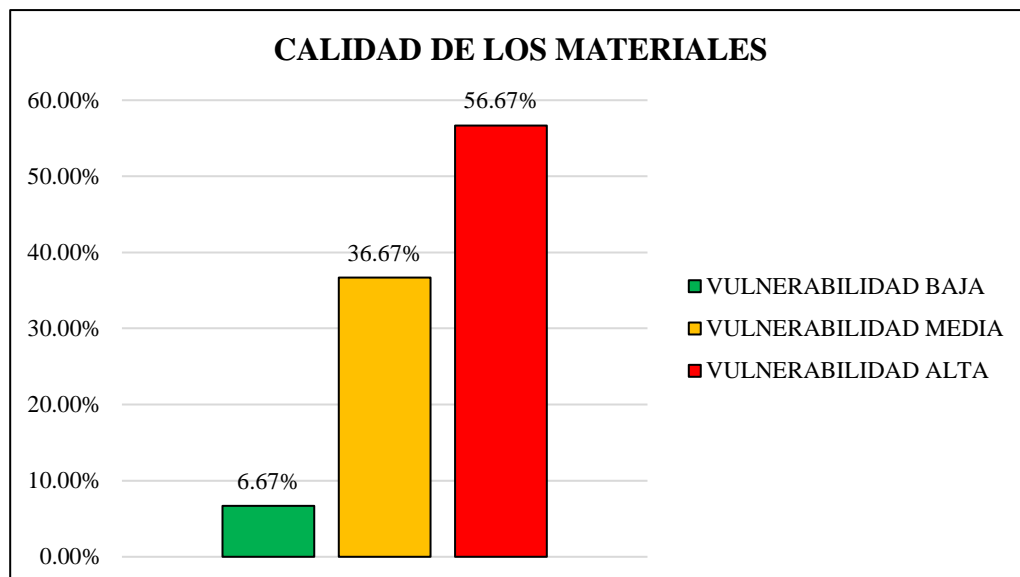
*Figura 22.* Tipo y disposición de las unidades de mampostería

### 3.3.3. Calidad de los materiales

Según la calidad de sus materiales, el mayor porcentaje de viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta (Tabla 13), ya que su recubrimiento no se hizo completo y porque el estado en el que se encuentra la unidad de mampostería es malo.

**Tabla 13.** Calidad de los materiales

<b>CALIDAD DE LOS MATERIALES</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	2	6.67%
Vulnerabilidad media	11	36.67%
Vulnerabilidad alta	17	56.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



*Figura 23.* Calidad de los materiales

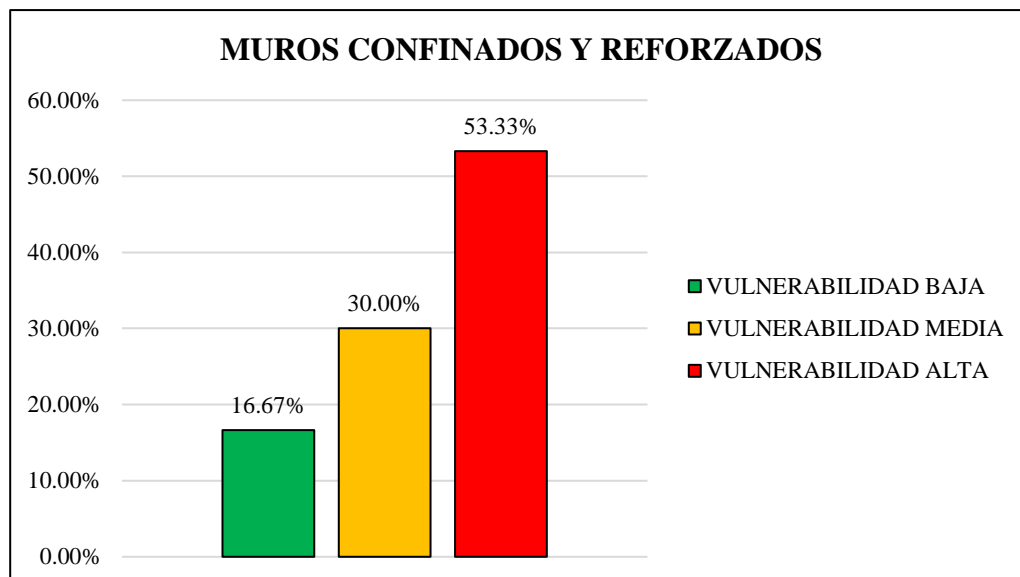
### 3.4. Aspectos estructurales

#### 3.4.1. Muros confinados y reforzados

Según los muros confinados y reforzados, el mayor número de las viviendas evaluadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta (Tabla 14), debido a que éstas no cuentan con muros confinados, aquí están incluidas en su mayoría las viviendas de adobe.

**Tabla 14.** Muros confinados y reforzados

<b>MUROS CONFINADOS Y REFORZADOS</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	5	16.67%
Vulnerabilidad media	9	30.00%
Vulnerabilidad alta	16	53.33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 24.** Muros confinados y reforzados

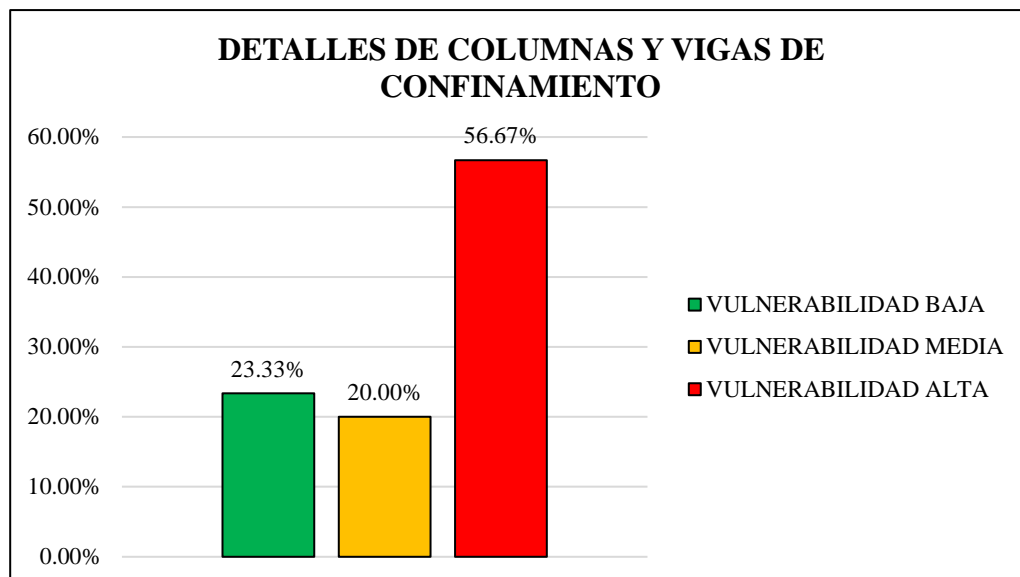
### 3.4.2. Detalles de columnas y vigas de confinamiento

Según el detalle de columnas y vigas de confinamiento, las viviendas evaluadas, en su mayoría, se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta, ya que no cuentan con estos tipos de elementos de confinamiento. Incluye mayormente a las viviendas de adobe.

**Tabla 15.** Detalles de columnas y vigas de confinamiento

<b>DETALLES DE COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	7	23.33%
Vulnerabilidad media	6	20.00%
Vulnerabilidad alta	17	56.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>





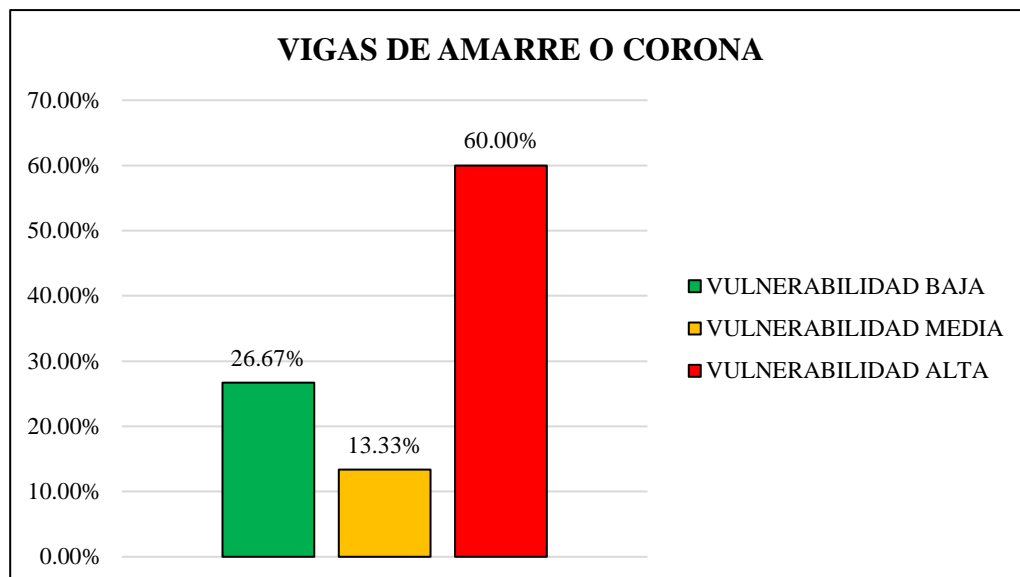
*Figura 25.* Detalles de columnas y vigas de confinamiento

### 3.4.3. Vigas de amarre o corona

Las viviendas evaluadas en su mayoría se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta (Tabla 16), por no contar con vigas de amarre o corona.

**Tabla 16.** Vigas de amarre o corona

<b>VIGAS DE AMARRE O CORONA</b>		
<b>Grado</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Vulnerabilidad baja	8	26.67%
Vulnerabilidad media	4	13.33%
Vulnerabilidad alta	18	60.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



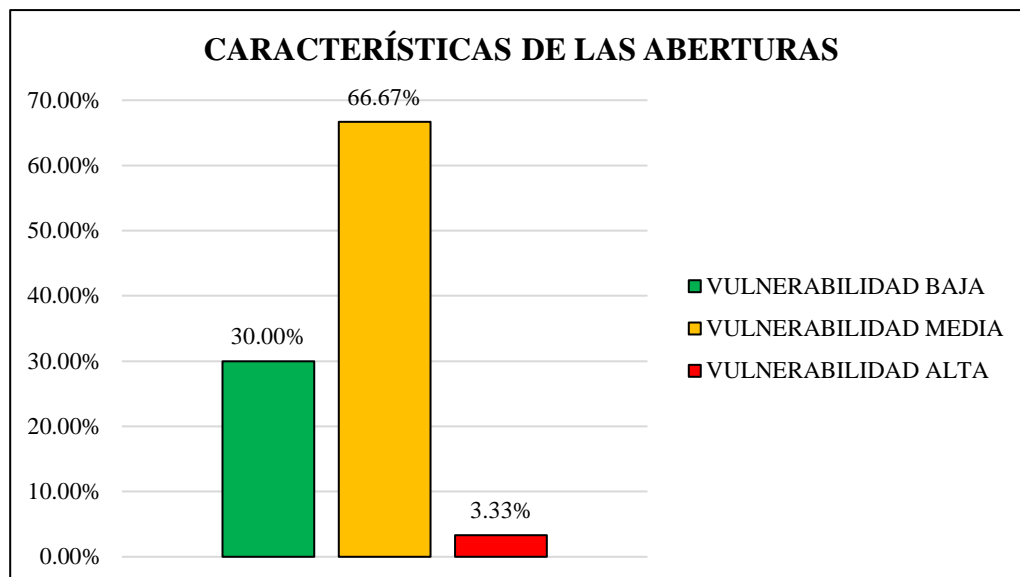
**Figura 26.** Vigas de amarre o corona

#### 3.4.4. Características de las aberturas

Las viviendas evaluadas, respecto a las características de sus aberturas o vanos, en su mayoría se encuentran en un grado de vulnerabilidad media (Tabla 17), debido a que las dimensiones de las aberturas o vanos en los muros cumple en algunas consideraciones que señala el Método AIS.

**Tabla 17.** Características de las aberturas

CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	9	30.00%
Vulnerabilidad media	20	66.67%
Vulnerabilidad alta	1	3.33%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



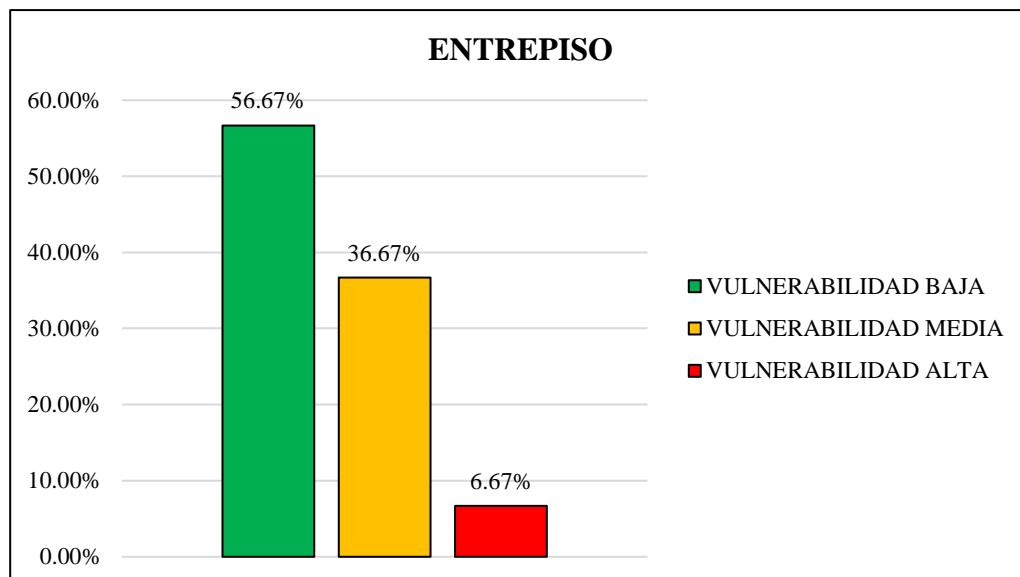
*Figura 27.* Características de las aberturas

### 3.4.5. Entrepiso

Las viviendas evaluadas, según su entrepiso, en su mayor número se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja (Tabla 18), ya que en entrepiso se encuentran en buenas condiciones y se construyó con los materiales adecuados.

**Tabla 18.** Entrepiso

ENTREPISO		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	17	56.67%
Vulnerabilidad media	11	36.67%
Vulnerabilidad alta	2	6.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



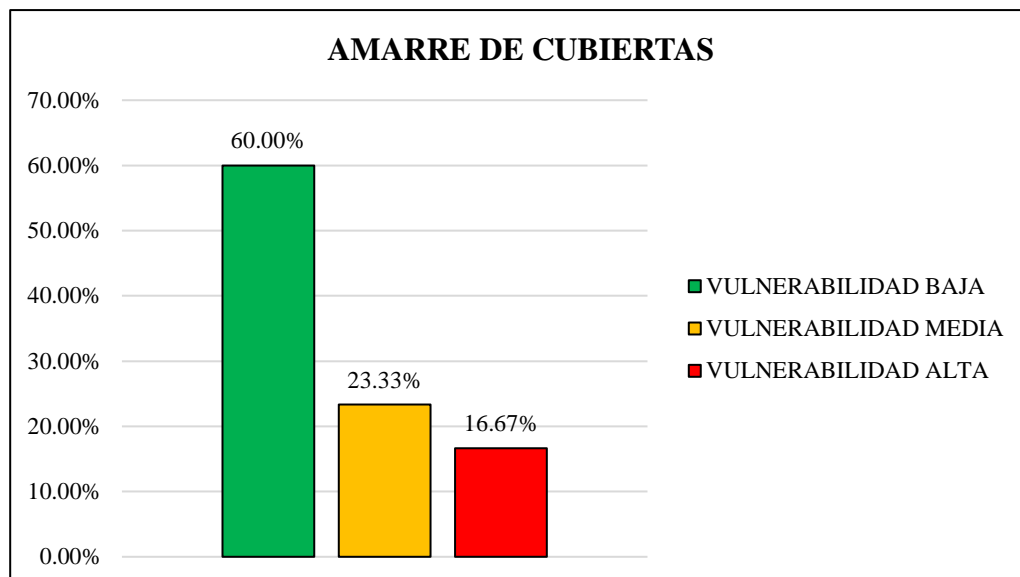
**Figura 28.** Entrepiso

### 3.4.6. Amarre de cubiertas

Las viviendas evaluadas, respecto al estado del amarre de cubiertas, en su gran mayoría se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja (Tabla 19), ya que sus cubiertas son livianas y están bien amarradas hacia los muros.

**Tabla 19.** Amarre de cubiertas

AMARRE DE CUBIERTAS		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	18	60.00%
Vulnerabilidad media	7	23.33%
Vulnerabilidad alta	5	16.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



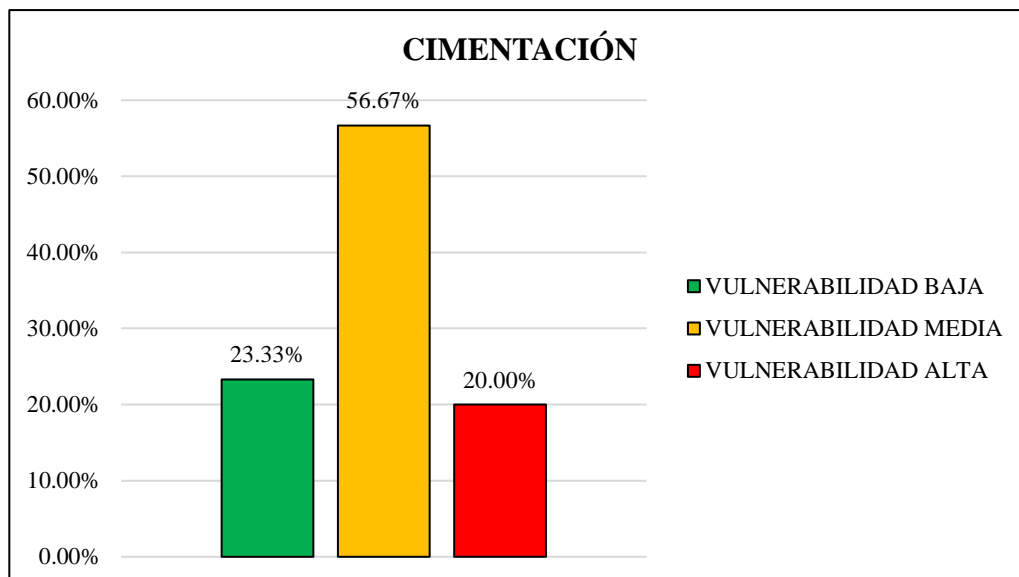
*Figura 29.* Amarre de cubiertas

### 3.5. Cimentación

Las viviendas evaluadas, respecto al estado de su cimentación, en su mayoría se encuentran en un grado de vulnerabilidad media (Tabla 20).

**Tabla 20.** Cimentación

CIMENTACIÓN		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	7	23.33%
Vulnerabilidad media	17	56.67%
Vulnerabilidad alta	6	20.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



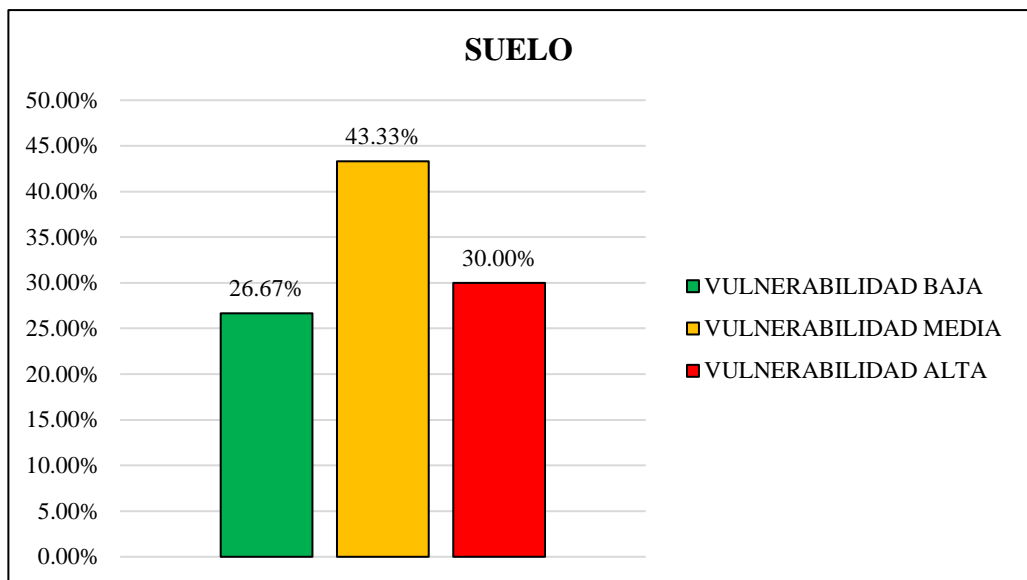
**Figura 30.** Cimentación

### 3.6. Suelos

La identificación del tipo de suelo de fundación, se realizó visualmente teniendo en cuenta los patrones del Método del AIS, resultando que 8 viviendas se encuentran construidas sobre suelos duros (grado de vulnerabilidad baja), representando el 26.67% del total de las viviendas analizadas; 13 se encuentran sobre un suelo de intermedia resistencia (grado de vulnerabilidad media), representando el 43.33% del total de las viviendas analizadas y 9 se encuentran sobre un suelo blando (grado de vulnerabilidad alta), representando el 30% del total de las viviendas analizadas.

**Tabla 21.** Suelo

SUELO		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	8	26.67%
Vulnerabilidad media	13	43.33%
Vulnerabilidad alta	9	30.00%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



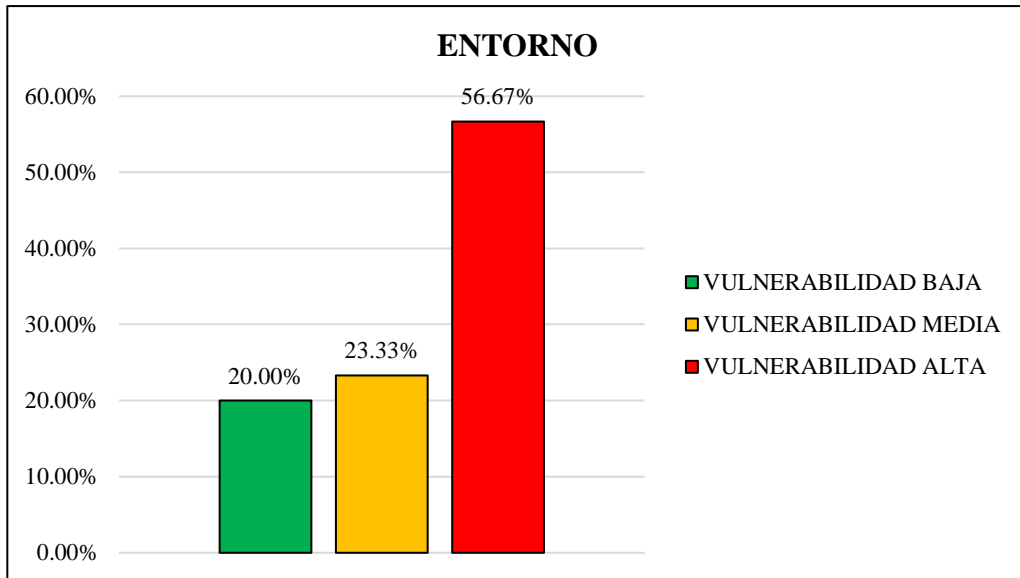
**Figura 31.** Suelo

### 3.7. Entorno

Según el entorno o topografía del suelo de fundación, 6 viviendas que representan el 20% del total de las viviendas analizadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja, 7 viviendas que representan el 23.33% del total de las viviendas analizadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad media y 17 viviendas que representan el 56.67% del total de las viviendas analizadas se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta.

**Tabla 22.** Entorno

ENTORNO		
Grado	Total	Total (%)
Vulnerabilidad baja	6	20.00%
Vulnerabilidad media	7	23.33%
Vulnerabilidad alta	17	56.67%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100.00%</b>



*Figura 32.* Entorno

### 3.8. Valor de cada parámetro de la vivienda

El valor de cada parámetro de la vivienda se hizo de acuerdo a la matriz de calificación (Figura 15), siguiendo el procedimiento explicado anteriormente.



**Tabla 23.** Valor de cada parámetro de la vivienda

<b>VALOR DE CADA PARÁMETRO DE LA VIVIENDA</b>																
<b>N° de vivienda</b>	<b>Parámetros evaluados</b>															<b>Σ TOTAL</b>
	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>						<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>				
1	1	3	1	2	2	3	6	4	4	2	1	1	1	2	2	35
2	2	1	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	25
3	1	1	1	3	2	2	6	4	2	2	2	1	2	2	2	33
4	1	1	1	2	2	3	6	4	4	1	1	1	2	8	4	41
5	1	20	2	3	2	3	6	4	4	2	4	1	2	1	4	59
6	1	1	1	2	1	1	6	4	2	1	1	2	2	1	1	27
7	1	1	1	3	3	3	6	4	4	1	1	2	2	2	4	38
8	1	3	1	3	3	3	6	4	4	1	1	2	2	2	4	40
9	1	1	2	3	3	3	6	4	4	2	1	1	2	2	4	39
10	1	3	1	3	3	3	6	4	4	2	2	3	2	8	4	49
11	1	3	1	3	3	3	6	4	4	1	2	2	4	8	4	49
12	1	1	1	3	3	3	6	4	4	2	1	3	4	8	4	48
13	1	1	1	3	2	2	6	4	4	2	2	2	2	8	4	44
14	1	1	1	2	3	2	2	1	4	2	1	1	4	8	4	37
15	2	1	1	2	3	3	2	2	4	2	4	3	4	8	4	45
16	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	2	4	28
17	1	3	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	4	24
18	2	1	1	2	2	1	2	2	1	6	2	1	2	2	4	31
19	1	1	1	2	2	2	6	4	4	1	2	1	1	2	2	32
20	2	1	4	2	3	3	2	4	4	2	2	3	4	8	2	46
21	1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	1	2	8	2	30
22	1	3	1	2	2	3	6	4	4	2	1	1	4	2	2	38
23	2	3	2	1	3	2	1	2	3	2	1	2	2	1	4	31
24	2	1	4	2	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2	4	29
25	2	3	1	2	2	3	6	4	4	2	2	2	2	2	2	39
26	2	1	1	1	2	3	6	4	4	2	2	3	2	2	4	39
27	2	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	20
28	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	19
29	2	2	1	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	26
30	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	20

### 3.1. Grado de vulnerabilidad sísmica

El grado de vulnerabilidad sísmica se determinó de acuerdo a la matriz de calificación (Figura 15), resultando que UNA vivienda presenta un grado de vulnerabilidad baja, ONCE se encuentran con un grado de vulnerabilidad media y DIECIOCHO se encuentran con un grado de vulnerabilidad alta.

**Tabla 24.** Grado de vulnerabilidad sísmica

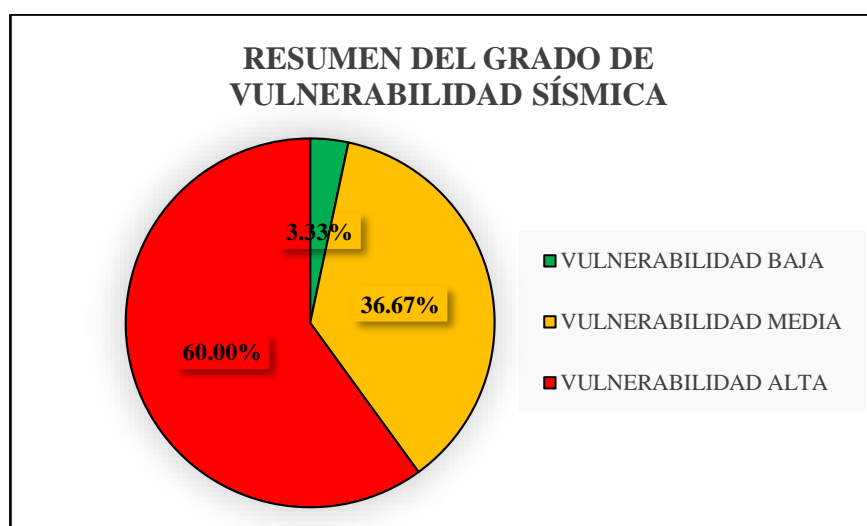
<b>N° de vivienda</b>	<b>Características relevantes</b>	<b>Calificación</b>	<b>Grado de vulnerabilidad sísmica</b>
1	Muros de adobe sin arriostrar	35	ALTA
2	Muro de ladrillo pandereta	25	MEDIA
3	Muros de adobe sin arriostrar	33	ALTA
4	Muros de adobe sin arriostrar	41	ALTA
5	Muros de adobe sin arriostrar	59	ALTA
6	Muros de adobe sin arriostrar	27	MEDIA
7	Muros de adobe sin arriostrar	38	ALTA
8	Muros de adobe sin arriostrar	40	ALTA
9	Muros de adobe sin arriostrar	39	ALTA
10	Muros de adobe sin arriostrar	49	ALTA
11	Muros de adobe sin arriostrar	49	ALTA
12	Muros de adobe sin arriostrar	48	ALTA
13	Muros de adobe sin arriostrar	44	ALTA
14	Muro de ladrillo pandereta	37	ALTA
15	Muro de ladrillo pandereta mal estructurado	45	ALTA
16	Muros de adobe arriostrado	28	MEDIA
17	Muro de ladrillo pandereta	24	MEDIA
18	Muros de adobe arriostrado	31	MEDIA
19	Muros de adobe sin arriostrar	32	ALTA
20	Muro de ladrillo pandereta mal estructurado	46	ALTA
21	Muro de ladrillo pandereta	30	MEDIA
22	Muros de adobe sin arriostrar	38	ALTA
23	Muro de ladrillo pandereta	31	MEDIA
24	Muro de ladrillo pandereta	29	MEDIA
25	Muros de adobe sin arriostrar	39	ALTA
26	Muros de adobe sin arriostrar	39	ALTA
27	Muro de ladrillo pandereta	20	MEDIA
28	Muro de ladrillo pandereta	19	BAJA
29	Muro de ladrillo pandereta	26	MEDIA
30	Muro de ladrillo pandereta	20	MEDIA

### 3.1.1. Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica

El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia, se resume: 1 vivienda presenta un grado de vulnerabilidad sísmica baja, representando el 3.33% del total de viviendas analizadas; 11 viviendas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media, representando el 36.67% del total de viviendas analizadas y 18 viviendas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica alta, representando el 60% del total de viviendas analizadas (Anexo N° 04).

**Tabla 25.** Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica

<b>RESUMEN GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS</b>		
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL (%)</b>
<b>BAJA</b>	1	3.33%
<b>MEDIA</b>	11	36.67%
<b>ALTA</b>	18	60%
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>



**Figura 33.** Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica

#### IV. DISCUSIÓN

- ✓ El estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales del AA. HH. San Carlos de Murcia, determinó que el 3.33% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica baja, el 36.67% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica media y el 60% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica alta; estos resultados fueron obtenidos del análisis de los parámetros de cada una de las 30 viviendas seleccionadas: Aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, cimentación, suelo y entorno. De acuerdo a los resultados obtenidos se demuestra que la hipótesis planteada, en donde se afirma que el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el AA.HH. San Carlos de Murcia es alto, es verdadera.
- ✓ La investigación de pregrado “Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo” (Laucata, 2013), menciona que de las 30 viviendas analizadas de dos distritos de la ciudad de Trujillo (Víctor Larco y Porvenir), se obtuvo que: el 7% de las viviendas analizadas presentaron una vulnerabilidad sísmica baja; el 10% de las viviendas analizadas presentaron una vulnerabilidad sísmica media; y el 83% de las viviendas analizadas presentaron una vulnerabilidad sísmica alta. Similarmente al resultado de la presente investigación, donde la mayor parte de las viviendas se encuentran en un grado de vulnerabilidad sísmica alta, la diferencia de porcentajes se debe a que Laucata (2013) se basó en investigar solamente viviendas de albañilería confinada, contrario a la presente investigación que se basó también en las viviendas de adobe, además eligió zonas de estudio donde su tipología y topografía de suelo reflejaban mayor riesgo y distinto al suelo con el que disponemos en esta presente investigación.
- ✓ Si comparamos la investigación de pregrado “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del Asentamiento Humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017” (Rojas, 2017) indica que, de las 15 viviendas analizadas con métodos cualitativos y cuantitativos, el 6.67% presentó una vulnerabilidad sísmica baja, el 33.33% presentó una vulnerabilidad sísmica media y el 60.00% presentó una vulnerabilidad sísmica alta; caso que en la presente investigación se cuenta con el mismo porcentaje de grado de vulnerabilidad alta,

pero con diferente porcentaje en la vulnerabilidad sísmica media y baja, debido a que Rojas (2017) analiza viviendas de albañilería confinada con y sin asesoría técnica, resultando que las viviendas que contaron con asesoría técnica fueron las mejor construidas y se identificaron con una vulnerabilidad media o baja.

- ✓ La investigación de pregrado “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel” (Mesta, 2014), señala que se evaluó 3026 viviendas empleando el método del índice de vulnerabilidad (Benedetti y Petrini), obteniendo que: el 20.8% de las viviendas analizadas presentaron un grado de vulnerabilidad sísmica baja, el 33.5% presentaron un grado de vulnerabilidad sísmica media y el 45.7% presentaron un grado de vulnerabilidad sísmica alta, concluyendo así que las viviendas de la ciudad de Pimentel se encuentran con un grado de vulnerabilidad alta. Al compararla con la presente investigación los resultados son similares, diferenciándose en los porcentajes obtenidos, esto debido que Mesta (2014) analizó viviendas de adobe, albañilería y concreto armado, que recibieron asesoría técnica, así como también las que no lo hicieron; una vivienda construida con asesoría técnica y de concreto armado se va encontrar en un grado de vulnerabilidad sísmica menor que una que fue construida a base de adobe.
- ✓ En la investigación de pregrado “Diagnóstico de vulnerabilidad estructural para verificar viviendas, urbanización Carlos Stein Chávez Primera Etapa, José Leonardo Ortiz, Lambayeque-2016” (Díaz, 2016), señala que evaluó 15 viviendas, resultando que: el 40 % presentaron una vulnerabilidad sísmica baja, 53.33% presentaron una vulnerabilidad sísmica media y el 6.67 % presentaron una vulnerabilidad sísmica alta. En cambio, en los resultados de la presente investigación la mayor parte de viviendas se encuentran en un grado de vulnerabilidad alta, utilizando el mismo método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. La diferencia se debe a que Díaz (2016) solo se basó en analizar viviendas de mampostería confinada autoconstruidas como las que recibieron asesoría técnica para su construcción, ubicadas en la ciudad de Chiclayo, donde tipología y topografía del suelo es diferente.

- ✓ En el caso de la investigación de pregrado “Estimación del riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el barrio Santa Isabel, Chachapoyas, Amazonas, 2016”. (Oc, 2017), se señala que, de las 61 viviendas evaluadas mediante el Método del Índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, el 11.5% se encontraron con una vulnerabilidad sísmica baja; el 23% se encontraron con una vulnerabilidad sísmica media; el 59% se encontraron con una vulnerabilidad sísmica alta y el 3.3% se encontraron con una vulnerabilidad sísmica muy alta. La investigación de Oc. (2017), concuerda con la presente investigación y es válida su comparación ya que se realizó en la misma ciudad y teniendo en cuenta, también, viviendas construidas a base de adobe y de ladrillo. La diferencia de porcentajes en los resultados obtenidos se debe a que Oc. (2017) evaluó la vulnerabilidad sísmica de las viviendas considerando 4 indicadores de calificación: baja, media, alta y muy alta.
  
- ✓ En la investigación de pregrado “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de dos pisos de albañilería confinada en el Asentamiento Humano Pedro Castro Alva, Chachapoyas, 2017” (Linares, 2019), se obtuvo, que de las 48 viviendas analizadas mediante la Ficha de verificación oficial de INDECI: el 0% presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo, el 68.8% presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica moderado, el 25.0% presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica alto y el 6.2% presentaron un nivel de vulnerabilidad sísmica muy alto; por lo tanto, según los resultados obtenidos, el Asentamiento humano es vulnerablemente moderado, teniendo en cuenta el material predominante de la edificación, tipo de suelo, topografía del terreno, etc. Se compara la investigación con la presente y se analiza que la diferencia en los resultados se debe a que Linares (2019) solo se basó en el análisis de las viviendas de dos pisos de albañilería confinada, en cambio la investigación actual se basó en viviendas de adobe y ladrillo de uno y dos pisos; en los resultados de la presente investigación (Tabla 24) se observa que las viviendas de albañilería confinada (N° 02, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29 y 30) son las que se encuentran en un grado de vulnerabilidad baja o media, concordando así con la investigación de Linares (2019).

## V. CONCLUSIONES

- ✓ El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia es alto, ya que el 60% del total de las viviendas estudiadas se encontraron con un grado de vulnerabilidad sísmica alta, el 3.33% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica baja y el 36.67% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad media, comprobando así la hipótesis de esta investigación.
- ✓ Las viviendas fueron seleccionadas teniendo en cuenta su entorno (relieve) y las que se encontraban a riberas de la quebrada “Murcia” (Anexo N° 03); por evidenciar mayor riesgo. Las viviendas seleccionadas fueron 30 (17 de material de adobe y 13 de albañilería).
- ✓ La vivienda informal que se encuentra en mayor riesgo es la N° 05 (puntos: 59, Tabla 24), categorizada en un grado de vulnerabilidad sísmica alta. Esta vivienda de adobe, según la evaluación que se hizo no cuenta con muros confinados y bien distribuidos en las principales direcciones “X” e “Y”; además de encontrarse en un mal estado actual (fisuras, grietas), etc. y de ubicarse en una zona accidentada.
- ✓ La vivienda informal que se encuentra en menor riesgo es la N° 28 (puntos: 19, Tabla 24), categorizada como vulnerablemente baja por haberse construido sobre un suelo de fundación adecuado con materiales aceptables, y consideraciones que son aceptables para el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ A los propietarios de las viviendas del AA. HH. San Carlos de Murcia

Según los resultados obtenidos:

Es indispensable que las viviendas se construyan correctamente, con una asesoría técnica de profesionales (Ingeniero civil y/o Arquitecto). La consecuencia de construir una vivienda de manera informal, no se verá tan pronto, pero frente a la ocurrencia de un sismo lo más probable es que ocasioné grandes pérdidas tanto humanas como materiales.

Las viviendas que se encuentran en un grado de vulnerabilidad sísmica alta, deben ser reforzadas, para ello es necesario que los propietarios reciban la asesoría técnica de profesionales.

- ✓ A los estudiantes de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

La presente investigación sirve de referencia para poder elaborar un Manual de construcción y reforzamiento de las viviendas de adobe y albañilería en la Ciudad de Chachapoyas que esté al alcance de toda la comunidad en general.

- ✓ A la Municipalidad provincial de Chachapoyas

Se debe realizar el estudio de vulnerabilidad sísmica a todas las zonas de Chachapoyas para elaborar un mapa de peligro actual, información que servirá a los vecinos para saber dónde construir sus viviendas; teniendo en cuenta que las viviendas en el AA. H.H. San Carlos mayormente son de adobe y ladrillo.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

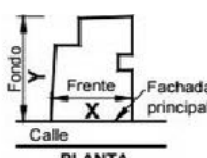
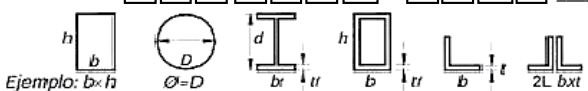
- AIS. (2001). *Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería*. Colombia: Editorial La Red.
- Aragón, J., Flores, L. y López, O. (2011). *Manual del Formato de captura de datos para evaluación estructural*. Red Nacional de Evaluadores. Colombia: CENAPRED.
- Díaz, V. R. (2016). *Diagnóstico de vulnerabilidad estructural para verificar viviendas, urbanización Carlos Stein Chávez Primera Etapa, José Leonardo Ortiz, Lambayeque-2016*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Chiclayo.
- INDECI (2010). *Instituto Nacional de Defensa Civil. Proyecto PNDU PER/02/051 Ciudades Sostenibles. Mapa de peligros, plan de usos de suelos ante desastres y medidas de mitigación de la Ciudad de Chachapoyas, Chachapoyas*.
- Laucata, J. E. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Linares, N. F. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de dos pisos de albañilería confinada en el Asentamiento Humano Pedro Castro Alva, Chachapoyas, 2017*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas.
- Mesta, C. A. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo.
- Norma. E.030. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones – Diseño sismorresistente*. Lima: ICG.
- Norma. E.070. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Albañilería*. Lima: ICG.
- Norma. E.080. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Diseño y construcción con tierra reforzada*. Lima: ICG.

- Oc, J. (2017). *Estimación del riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el barrio Santa Isabel, Chachapoyas, Amazonas, 2016*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas.
- Rojas, E. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del Asentamiento Humano San Marcos de Ate, Santa Anita, 2017*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Lima.

# **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01.**

**(03) Ficha de Recolección de Datos**

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL AA. HH. SAN CARLOS DE MURCIA	
FICHA DE ENCUESTA	
VIVIENDA N° _____	
A. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	
1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2. FOTOGRAFÍA VIVIENDA
Av./Ca./Jr./Psje. _____ N° _____ Mz: _____ Lote: _____ Sector : _____ Localidad : _____ Provincia : _____ Coordenadas ( _____ S, _____ O, _____ msnm)	
3. USO DE EDIFICACIÓN	
Vivienda unifamiliar ( ) Vivienda multifamiliar ( ) Vivienda comercio ( ) Comercial ( ) Institución pública ( ) Institución privada ( )	
OCUPACIÓN: <input type="checkbox"/> Habitada/en uso <input type="checkbox"/> Abandonada/desocupada <input type="checkbox"/> Desalojada por daños    Número de ocupantes: _____	
EDIFICACIÓN DE: <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Albañilería <input type="checkbox"/> Concreto armado <input type="checkbox"/> Otro	
B. TERRENO Y CIMENTACIÓN	
<b>TOPOGRAFÍA</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/ quebrada <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	<b>TIPO SUELO</b> <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limo o arcilla <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca
<b>SUELO</b> <input type="checkbox"/> Blando <input type="checkbox"/> Intermedio <input type="checkbox"/> Duro/ firme Observación: _____	<b>CIM. SUPERFICIAL</b> <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón
<b>CIMENTACIÓN PROFUNDA</b> <input type="checkbox"/> Pilotes/pilas <input type="checkbox"/> Otro _____	
Distancia a río/ quebrada: _____ m.    Inclinación de terreno: _____	
C. ASPECTOS GEOMÉTRICOS	
N° de niveles, n= _____    Año de construcción: _____ N° de sótanos: _____    Año rehabilitación: _____	Área del terreno: _____ m <sup>2</sup> Área construida: _____ m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Ápendice en azotea (escalera/ elevador/ cuarto azotea) <input type="checkbox"/> Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta) <input type="checkbox"/> Piso a media altura (de los entresijos tipo) <input type="checkbox"/> Escalera externa <input type="checkbox"/> Semisótano (primer sótano a medio nivel de calle)	<b>DIMENSIONES GENERALES</b> X= Frente: _____ m Y= Fondo: _____ m Altura planta baja: _____ m Altura entresijos: _____ m
	
D. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES	
1. MATERIAL MUROS	3. SECCIÓN DE ELEMENTOS PREDOMINANTES
<input type="checkbox"/> Concreto reforzado <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado <input type="checkbox"/> Ladrillo <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro: _____	<b>Forma</b> <input type="checkbox"/> Rectangular <input type="checkbox"/> Circular <input type="checkbox"/> Tubo <input type="checkbox"/> Sección H/I <input type="checkbox"/> Cajón <input type="checkbox"/> Sección L <input type="checkbox"/> Armadura
<input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Mat. precario (débil: lámina/ cartón/desecho)	<b>Material</b> <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Acero <input type="checkbox"/> Prefabricada <input type="checkbox"/> Madera
<b>Observación:</b> _____	<b>Sección:</b> _____
<b>Muros en el entresijo representativo</b> Espesor de muros: t= _____ m. Cantidad de muros: _____ Dirección X: _____ Dirección Y: _____ Long. de muro del cuarto mas grande: _____ m.	Columnas Vigas Principales Vigas secundarias 
2. REFUERZO EN LA MAMPOSTERÍA	Espaciado entre elementos estructurales
<input type="checkbox"/> Sin refuerzo <input type="checkbox"/> Mampostería confinada <input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas) <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior <input type="checkbox"/> Otro: _____ <b>Observación:</b> _____	Distancia entre ejes de vigas: _____    Distancia entre ejes de columnas: _____ Máx. distancia= _____    Máx. distancia= _____ Min. distancia= _____    Min. Distancia= _____ <b>Refuerzo de vigas y columnas:</b> ( ) Con refuerzo    ( ) Sin refuerzo Acero long. = Cant _____ Ø _____ Acero transversal= Ø _____ <b>Observación:</b> _____

Fuente: Modelo adaptado del Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural de la Red Nacional de Evaluadores (Cárdenas, Flores y López, 2011).

<b>4. CALIDAD DE MAMPOSTERÍA</b>			
Pieza de mampostería:			
<input type="checkbox"/> Presenta fisuras	<input type="checkbox"/> Sin Traslape		
<input type="checkbox"/> Presenta grietas	<input type="checkbox"/> No adecuada		
Juntas:			
<input type="checkbox"/> Espesores variables (mala alineación de piezas de mampostería)			
<input type="checkbox"/> Mortero presenta mala adherencia con pieza de mampostería			
Espesor promedio de juntas: _____ cm			
<b>5. MATERIALES DE ACABADO</b>			
Acabados:			
<input type="checkbox"/> Presenta fisuras			
<input type="checkbox"/> Presenta grietas			
<input type="checkbox"/> Las vigas y columnas expuestas			
<input type="checkbox"/> No se hizo			
<b>6. VIGAS DE CERRAMIENTO, CORONA O AMARRE</b>			
<input type="checkbox"/> Fija en la losa de techo	<input type="checkbox"/> No visible		
<input type="checkbox"/> Fija a los muros	<input type="checkbox"/> No se hizo		
<input type="checkbox"/> No hay losa de techo			
<b>7. CARACTERÍSTICAS DE LAS ABERTURAS O HUECOS EN MUROS DE LA PLANTA REPRESENTATIVA</b>			
Área de aberturas:			
$\Sigma$ área aberturas en muro "x" = _____ m <sup>2</sup>	$\Sigma$ área total de muro "x" = _____ m <sup>2</sup>		
$\Sigma$ área aberturas en muro "y" = _____ m <sup>2</sup>	$\Sigma$ área total de muro "y" = _____ m <sup>2</sup>		
Longitud de aberturas:			
$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "x" = _____ m	$\Sigma$ longitud total de muro "x" = _____ m		
$\Sigma$ longitud de aberturas en muro "y" = _____ m	$\Sigma$ longitud total de muro "y" = _____ m		
Refuerzo en las aberturas <input type="checkbox"/> Dintel y/o vigueta <input type="checkbox"/> Columneta <input type="checkbox"/> Sin refuerzo			
Distancia mínima entre borde y abertura de muro = _____ m.			
<b>8. SISTEMA DE PISO / TECHO</b>			
<b>Sistema de piso</b>			
<input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes	<input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta	<b>Distancia a ejes de:</b>	<input type="checkbox"/> Maciza
<input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes)	<input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta	Trabes secundarios = _____ cm	<input type="checkbox"/> Aligerada
<input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera	<input type="checkbox"/> De madera	Vigas, viguetas o nervaduras = _____ cm	<input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto
<input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado	<input type="checkbox"/> Arcos de mampostería	Largueros = _____ cm	<input type="checkbox"/> Vigueta y bovedilla
			<input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero)
			Espesor total = _____ cm
<b>Cubierta de techo</b>		<b>Armaduras</b>	<b>Forma de la cubierta</b>
<input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso	<input type="checkbox"/> De acero	<input type="checkbox"/> De madera	<input type="checkbox"/> Techo plano horizontal
<input type="checkbox"/> Lámina metálica/ calamina	<input type="checkbox"/> Peralte variable		<input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ %
<input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico	Claro : _____ m		<input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica $\emptyset$ = _____ m
<input type="checkbox"/> Cartón o desecho	Peralte: _____ m		<input type="checkbox"/> Cúpula $\emptyset$ = _____ m
<input type="checkbox"/> Paneles	Separación de armaduras: _____ m		
<input type="checkbox"/> Madera	Sección cuerdas: _____		
<input type="checkbox"/> Paja	Secc. diagonales: _____		
<input type="checkbox"/> Teja			
<b>AMARRE DE FIJACIÓN DE LA CUBIERTA</b>			
Sujetación <input type="checkbox"/> Clavos <input type="checkbox"/> tornillos <input type="checkbox"/> Cuerdas <input type="checkbox"/> Otro: _____			
<b>9. PLANOS:</b> <input type="checkbox"/> Arquitectónico <input type="checkbox"/> Estructural <input type="checkbox"/> Memoria de cálculo <input type="checkbox"/> Autoconstrucción (informal) Especificar: _____			
<b>E. FOTOS REPRESENTATIVAS DE LA VIVIENDA</b>			

Fuente: Modelo adaptado del Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural de la Red Nacional de Evaluadores (Cárdenas, Flores y López, 2011).

F. ESQUEMA DE LA VIVIENDA

3 de 3

Fuente: Modelo adaptado del Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural de la Red Nacional de Evaluadores (Cárdenas, Flores y López, 2011)

## **ANEXO N° 02.**

**(03) Constancia de validación de Ficha de Recolección de Datos**



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quien suscribe, Manuel Eduardo Aguilar Rojas,  
con documento de identidad N° 26691813, de profesión Ingeniero Civil  
con grado de bachiller, ejerciendo actualmente como docente  
en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el Instrumento (Ficha de Recolección de Datos), a los efectos de su aplicación en la tesis titulada: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS, 2017", de la Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez de la escuela profesional de Ingeniería Civil.

Luego de hacer la evaluación pertinente, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

DICTAMEN: La ficha es válida para ser aplicada en la investigación,  
se categoriza como BUENA.

Fecha:



MANUEL E. AGUILAR ROJAS  
INGENIERO CIVIL

Firma

DNI N° 26691813

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quien suscribe, John Hilmer Saldaña Núñez,  
con documento de identidad N° 40368714, de profesión Ingeniero Civil  
con grado de bachiller, ejerciendo actualmente como docente  
en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el Instrumento (Ficha de Recolección de Datos), a los efectos de su aplicación en la tesis titulada: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS, 2017", de la Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez de la escuela profesional de Ingeniería Civil.

Luego de hacer la evaluación pertinente, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

DICTAMEN: Se valida la ficha de recolección de datos para ser aplicada en la investigación, categorizándola como BUENA.

Fecha:

  
Firma  
DNI N° 40368714

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quien suscribe, Lucila Arce Meza,  
con documento de identidad N° 26613909, de profesión Ingeniero Civil  
con grado de bachiller, ejerciendo actualmente como docente  
en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el Instrumento (Ficha de Recolección de Datos), a los efectos de su aplicación en la tesis titulada: "ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN CARLOS DE MURCIA, CHACHAPOYAS, 2017", de la Bach. Rocio Elizabeth López Ramírez de la escuela profesional de Ingeniería Civil.

Luego de hacer la evaluación pertinente, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

DICTAMEN: Este instrumento evaluado puede ser empleado en la investigación. Es categorizada como BUENO.

Fecha:

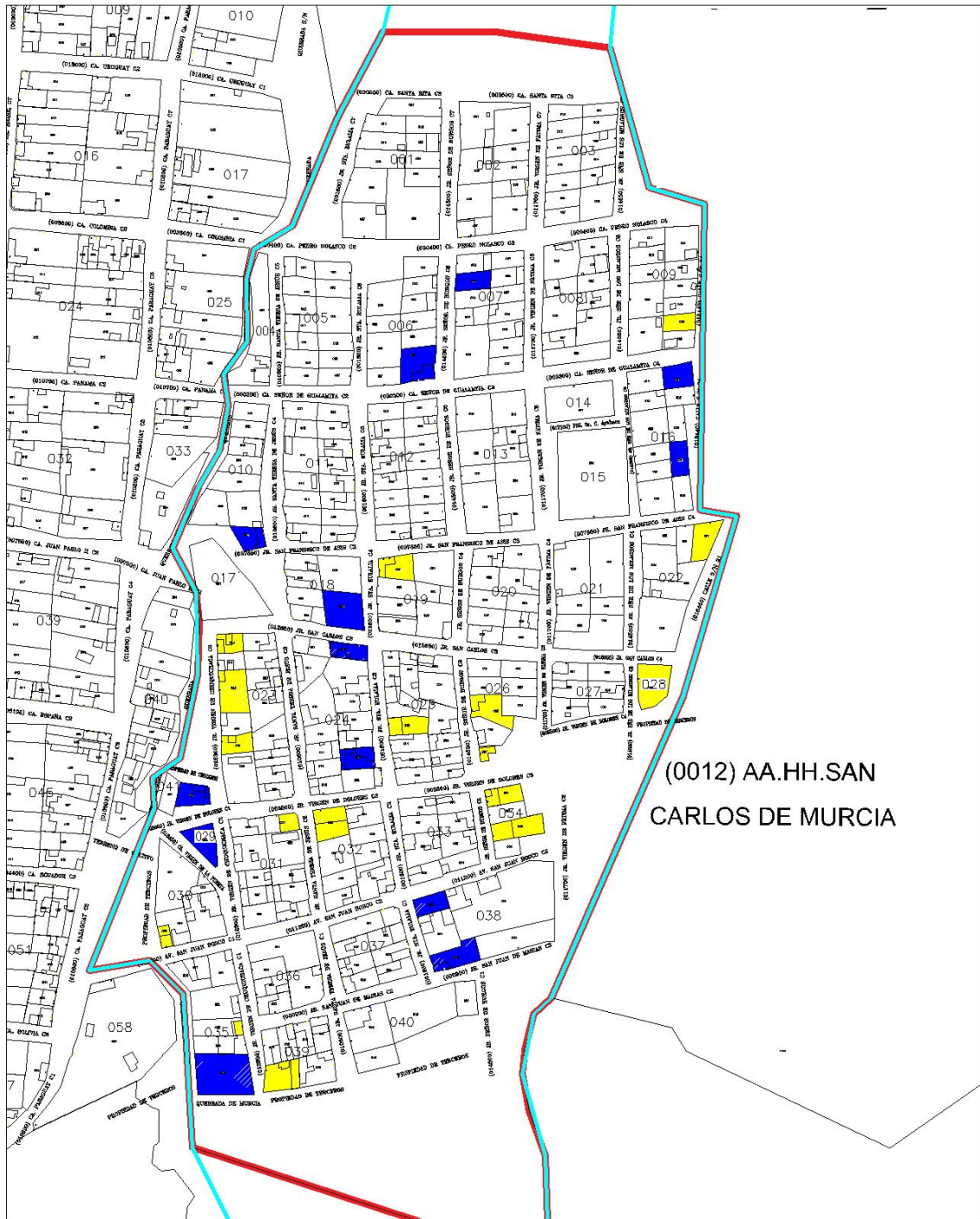


Firma

DNI N° 26613909.....

## **ANEXO N° 03.**

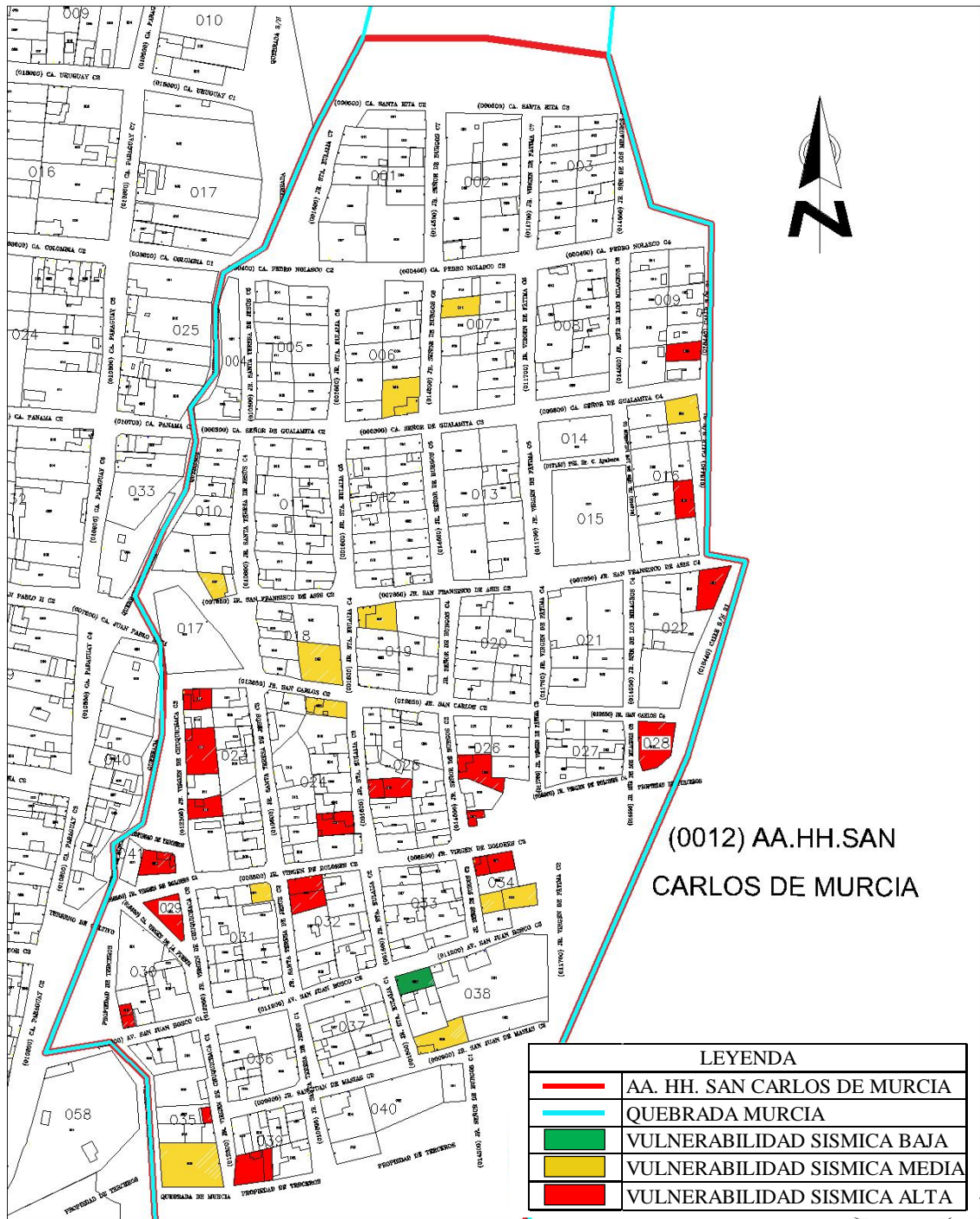
**(01) Ubicación de las viviendas informales evaluadas.**



Plano del Asentamiento Humano San Carlos de Murcia adaptado de Plano catastral de Chachapoyas (2014)

## **ANEXO N° 04.**

**(01) Resumen del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas**



Plano de resultados del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales del AA. HH. San Carlos de Murcia.

## **ANEXO N° 05.**

**(03) Panel fotográfico**





**Foto 1.** Quebrada de Murcia (margen izquierdo)



**Foto 2.** Quebrada de Murcia (margen derecho)



**Foto 3.** Viviendas ubicadas a rivera de la quebrada de Murcia.



**Foto 4.** Suelo de conformación de las viviendas a rivera de la quebrada.



**Foto 5.** Vivienda ubicada en un relieve muy accidentado.



**Foto 6.** Vivienda ubicada a rivera de la quebrada de Murcia (margen derecho).