

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE LAS VIVIENDAS DE LA
ZONA DE BELLA UNIÓN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA USANDO EL
MÉTODO INDECI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CHAVARRÍA PAREDES CARLOS ALEXANDER.

ASESOR:

DR. ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

Cajamarca, julio del 2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: CARLOS ALEXANDER CHAVARRÍA PAREDES
DNI: 73795301
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
2. Asesor: DR. ING. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ
DNI : 26673916
Facultad: INGENIERÍA
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ANTE SISMO DE LAS VIVIENDAS DE LA ZONA DE BELLA UNIÓN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA USANDO EL MÉTODO INDECI".
6. Fecha de evaluación: 12 de Julio del 2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 23 % de similitud general
9. Código Documento: oid:3117:365956511
10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 23 %
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 16 de Julio de 2024



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: Hermes Roberto Mosqueira Ramirez
DNI: 26673916



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258601 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 16/07/2024 15:03:33-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez asesor de la presente tesis por todo tiempo, apoyo y paciencia dedicado al desarrollo de este trabajo, a mi padre Marcos y mi hermano Wilian por el apoyo incondicional y finalmente a todos los buenos docentes, compañeros y amigos de la Universidad Nacional de Cajamarca que contribuyeron en mi formación y la culminación de esta tesis.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi madre María quien ha dedicado su vida a formar un hombre de bien y que ha sacrificado tanto para hoy poder completar este nuevo logro.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. HIPOTESIS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1.JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA	3
1.4.2.JUSTIFICACION TECNICA.....	3
1.4.3.JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	4
1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. LIMITACIONES.....	4
1.7. OBJETIVOS	4
1.6.1.OBJETIVO GENERAL.....	4
1.6.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES TEORICOS.....	6
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES.....	7
2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES.	9
2.2. BASES TEÓRICAS.	10
2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ.....	10
2.2.2. SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.	12

2.2.3. VULNERABILIDAD SÍSMICA.	15
2.2.4. PROBLEMAS DE CONFIGURACION DE LA ESTRUCTURA.	16
2.2.5. MÉTODO DEL INDECI DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.	25
CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS.....	36
3.1. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.	36
3.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	36
3.1.2. UBICACIÓN SISMICA.	36
3.1.3. UBICACIÓN GEOLOGICA.	37
3.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	39
3.3. PROCEDIMIENTO.....	39
3.3.1. SELECCIÓN DE LA POBLACION EN ESTUDIO.....	39
3.3.2. CALCULO DE MUESTRA.	39
3.3.3. APLICACION DE LA FICHA INDECI.	40
3.4. TRATAMIENTO, ANALISIS DE DATOS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.	40
3.4.1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN.	64
3.4.2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN.	64
3.4.3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN.	65
3.4.4. TIPO DE SUELO.	65
3.4.5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA.....	66
3.4.6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O ÁREA DE INFLUENCIA.	66
3.4.7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA.	66
3.4.8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN.....	66
3.4.9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA.	67

3.4.10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	67
3.4.11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA.....	67
3.4.12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD	69
CAPÍTULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.	70
4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	70
4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS	73
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	74
5.1. CONCLUSIONES.....	74
5.2. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	76
ANEXOS.....	79
APENDICE	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sismos históricos del Perú.....	11
Tabla 2: Zonificación por nivel de peligro sísmico de la ciudad de Cajamarca.....	13
Tabla 3: Calificación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda.	26
Tabla 4: Datos y resultados de la aplicación de la ficha INDECI.	41
Tabla 5: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°3 para casos de sismo.....	46
Tabla 6: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°16 para casos de sismo.....	50
Tabla 7: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°21 para casos de sismo.....	54
Tabla 8: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°40 para casos de sismo.....	58
Tabla 9: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°16 para casos de sismo.....	62
Tabla 10: Consolidado del criterio “Material predominante de la edificación”.....	64
Tabla 11: Desagregado del criterio material predominante de la edificación en función del nivel de vulnerabilidad.	64
Tabla 12: Consolidado del criterio “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”.....	64
Tabla 13: Consolidado del criterio “Antigüedad de la edificación”.....	65
Tabla 14: Antigüedad de la edificación en función del material.....	65
Tabla 15: Consolidado del criterio “Tipo de suelo”.....	65
Tabla 16: Consolidado del criterio “Topografía del terreno de la vivienda”.....	66
Tabla 17: Consolidado del criterio “Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia”.....	66
Tabla 18: Consolidado del criterio “Configuración geométrica en planta”.....	66
Tabla 19: Consolidado del criterio “Configuración geométrica en elevación”.....	66
Tabla 20: Consolidado del criterio “Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura”.....	67
Tabla 21: Consolidado del criterio “Existe concentración de masas en niveles”.....	67
Tabla 22: Consolidado del criterio “En los principales elementos estructurales se observa”.....	67
Tabla 23: Estado del cimiento de las viviendas de Bella Unión.	67
Tabla 24: Estado de las columnas de las viviendas de Bella Unión.....	68
Tabla 25: Estado de los muros portantes de las viviendas de Bella Unión.	68
Tabla 26: Estado de las vigas de las viviendas de Bella Unión.....	68
Tabla 27: Estado de los techos de las viviendas de Bella Unión.....	68
Tabla 28: Consolidado del criterio “Otros factores que inciden en la vulnerabilidad”.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Problemas de configuración geométrica en planta	18
Figura 2: Problemas de configuración en elevación.....	20
Figura 3: Concentraciones de masa en pisos superiores.....	20
Figura 4: Columnas débiles.	21
Figura 5: Pisos blandos.....	22
Figura 6: Falta de redundancia de elementos estructurales verticales.....	22
Figura 7:Excesiva flexibilidad estructural de una edificación.....	23
Figura 8: Comportamiento rígido y flexible del diafragma.....	24
Figura 9: Torsión por muros excéntricos.....	25
Figura 10: Irregularidades en planta.....	32
Figura 11:Irregularidad en geometría vertical	34
Figura 12: Ubicación del centro poblado Bella Unión en el distrito de Cajamarca.	36
Figura 13: Zonas Sísmicas del Perú.	37
Figura 14: Mapa geológico de Cajamarca.....	38
Figura 15: Diagrama sectorial del estado de vulnerabilidad de las viviendas del C.P. Bella Unión	43
Figura 16: Fachada vivienda N° 3	44
Figura 17: Croquis de la planta de la vivienda N° 3.....	45
Figura 18: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 3.	45
Figura 19: Ficha de verificación vivienda N° 3.....	47
Figura 20: Fachada vivienda N° 16	48
Figura 21: Croquis de la planta de la vivienda N°16.....	49
Figura 22: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 16.	49
Figura 23: Ficha de verificación vivienda N° 16.....	51
Figura 24: Fachada vivienda N° 21	52
Figura 25: Croquis de la planta de la vivienda N° 21.....	53
Figura 26: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 21.	53
Figura 27: Ficha de verificación vivienda N° 21.....	55
Figura 28: Fachada vivienda N° 40	56
Figura 29: Croquis de la planta de la vivienda N° 40.....	57
Figura 30: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 40.	57
Figura 31: Ficha de verificación vivienda N° 40.....	59

Figura 32: Fachada vivienda N° 60	60
Figura 33: Croquis de la planta de la vivienda N° 60.....	61
Figura 34: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 60.	61
Figura 35: Ficha de verificación vivienda N° 60.....	63

RESUMEN

Los eventos sísmicos generan el colapso de infraestructuras, además de pérdidas económicas y vidas humanas. Desde 1998 hasta el 2018, los desastres por sismos ocasionaron aproximadamente 752,498 personas muertas y 1.574.000 lesionadas. En el Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año, se registra y reporta un promedio de 450 sismos, el distrito de Cajamarca no es ajeno a esta problemática y se encuentra catalogado según la norma E.030 como zona sísmica III debido a que es afectada por sismos originados tanto en la costa peruana; de origen interplaca, como sismos originados en la selva de peruana; de origen interplaca y cortical. La baja calidad del suelo cajamarquino; de origen lagunar; y el alto índice de informalidad en la construcción hace importante la evaluación de la vulnerabilidad sísmicas de las viviendas, debido a esto, la presente investigación analizó el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona Bella Unión de la ciudad de Cajamarca mediante el método INDECI. a través de un análisis cualitativo de los principales factores de riesgo que presentan las edificaciones, evaluados en 12 criterios. Utilizando para este objetivo investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica, problemas de configuración estructural, fallas producidas por sismos, además del Reglamento Nacional de Edificaciones. Luego del análisis se obtuvo como resultado que el nivel de vulnerabilidad sísmica de la zona de Bella Unión es ALTO y que de las 74 viviendas evaluadas el 3% presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJO, el 7% presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica MODERADO, el 54% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica ALTO y un 36% de las viviendas presenta un nivel de vulnerabilidad sísmica MUY ALTO, se determinó también que los principales factores que inciden en la vulnerabilidad sísmica de la zona son, la ausencia de personal técnico en la construcción de las viviendas, el tipo de suelo y la ausencia de juntas de dilatación sísmica entre las edificaciones.

PALABRAS CLAVE. Vulnerabilidad, Sismo, Intraplaca

ABSTRACT

Seismic events generate the collapse of infrastructure, as well as economic losses and human lives. From 1998 to 2018, earthquake disasters caused approximately 752,498 deaths and 1,574,000 injuries. In Peru, the occurrence of earthquakes is continuous over time and each year, an average of 450 earthquakes are recorded and reported, the district Cajamarca is no stranger to this problem and is classified according to standard E.030 as seismic zone III because it is affected by earthquakes originating both on the Peruvian coast; of interplate origin, such as earthquakes originating in the Peruvian jungle; of interplate and cortical origin. The low quality of Cajamarca soil; of lagoon origin; and the high rate of informality in construction makes it important to evaluate the seismic vulnerability of homes, due to this, the present research analyzed the degree of seismic vulnerability of homes in the Bella Unión area of the city of Cajamarca using the method INDECI. through a qualitative analysis of the main risk factors presented by buildings, evaluated in 12 criteria. Using for this objective research on seismic vulnerability, structural configuration problems, failures caused by earthquakes, in addition to the National Building Regulations. After the analysis, the result was that the level of seismic vulnerability of the Bella Unión area is HIGH and that of the 74 homes evaluated, 3% have a LOW level of seismic vulnerability, 7% have a MODERATE level of seismic vulnerability, 54% of the homes have a HIGH level of seismic vulnerability and 36% of the homes have a VERY HIGH level of seismic vulnerability. It was also determined that the main factors that affect the seismic vulnerability of the area are the absence of technical personnel in the construction of the homes, the type of soil and the absence of seismic expansion joints between the buildings.

KEYWORDS. Vulnerability, Earthquake, Intraplate

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los eventos sísmicos provocan el colapso de infraestructuras, además de pérdidas económicas y vidas humanas. Entre los años 1998 hasta el 2018, las catástrofes por sismos ocasionaron aproximadamente 752,498 personas muertas y 1.574.000 heridas (Pérez, 2021).

En el Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año, se registra y reporta un promedio de 450 sismos que en superficie, producen variados niveles de sacudimiento del suelo que la población percibe con intensidades mínimas de II-III y magnitudes 4.0. Los sismos de magnitud mayor a 7.0, son poco frecuentes y cuando se producen cerca de la superficie, debido a la fricción de placas, generan importantes daños en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de junio de 2001 (de magnitud 8.2) y en Pisco, el 15 de agosto de 2007 (de magnitud 8.0). Los sismos originados en los procesos de deformación de la corteza terrestre a niveles superficiales son poco frecuentes, pero cuando suceden, generan daños de consideración en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo, los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de mayo de 1990 y 5 de abril de 1991, ambos con magnitudes de 6.0 y 6.5. Sismos con foco intermedio, pocas veces son percibidos en superficie, pero cuando alcanzan magnitudes superiores a 7.0 presentan gran radio de percepción y en algunos casos producen daños en viviendas de adobe y procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos de tierra y rocas en zonas de elevada pendiente, como es el caso del sismo sucedido el 26 de mayo 2019 en el departamento de Loreto de magnitud 8.0, evento sísmico inusual cuyo nivel de sacudimiento del suelo fue percibido en Perú, Ecuador, Colombia y Brasil (Tavera, 2019).

La sismicidad es uno de los principales problemas ante los cuales se han enfrentado los investigadores del sector construcción a través del tiempo, aun en la actualidad sigue siendo un problema bastante complejo, debido a la impredecibilidad de las características de los sismos y el impacto que estos pueden tener en las obras de construcción civil.

En el Perú la sismicidad es producida por las placas de Nazca y Sudamericana que colisionan frontalmente, permitiendo que la primera se introduzca por debajo de la segunda, dando origen al proceso conocido como subducción. Este proceso provocó el levantamiento de la Cordillera Andina con una velocidad promedio de 4 mm/año, y en

consecuencia su deformación, dando origen a la presencia de fracturas o fallas geológicas (Tavera, 2020).

La afectación sísmica de Cajamarca en los últimos años ha sido producida por los sismos de origen cortical como los originados en el sistema de fallas de San Martín o por sismos intraplaca como el producido en Lagunas en la región Loreto, además la falla Cajamarca representa una posible fuente de sísmica local, aunque esta permanece inactiva. Características como estas hacen que el distrito de Cajamarca, según la norma E.030, se encuentre en la zona sísmica III o de potencial sísmico alto.

El impacto que puede tener un sismo de determinada intensidad sobre una edificación depende en gran medida de sus características intrínsecas, tales como el diseño estructural, la calidad de los materiales constructivos, la calidad del suelo sobre el que se cimenta o el proceso constructivo utilizado para su construcción. Ante esta problemática se hace especialmente relevante cuantificar el grado de vulnerabilidad ante sismo que presenta una edificación y así ejecutar medidas de prevención y mitigación. Actualmente, los estudios que se requieren para estimar el comportamiento sísmico de estructuras existentes se enmarcan dentro del campo de la vulnerabilidad sísmica, el cual forma parte del campo más amplio de la ingeniería sísmica y de la dinámica estructural. Sin embargo, una de sus mayores aplicaciones se encuentra en el cálculo y en la mitigación del riesgo sísmico. Efectivamente, el riesgo sísmico específico es una convolución de la vulnerabilidad del elemento en riesgo con la peligrosidad del sitio donde este elemento se encuentre. Debido a que la peligrosidad sísmica es una característica de la naturaleza que todavía el hombre no es capaz de modificar, la única alternativa disponible para reducir el riesgo sísmico en zonas urbanas existentes consiste en la búsqueda de estrategias adecuadas para reducir la vulnerabilidad de las estructuras. Es en este último aspecto donde los estudios de vulnerabilidad desempeñan un papel fundamental (Caicedo, 1994).

Un factor determinante y que hace presuponer que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ante sismo es alta son las altas cifras de informalidad en el sector construcción que presenta el país, a partir de los datos de los censos nacionales y de las mediciones anuales que CAPECO realiza sobre el mercado habitacional formal, se estimó que el 68.5% de las viviendas construidas entre el año 2007 y el 2014 en Lima Metropolitana fueron edificadas informalmente. Aunque no ha sido posible efectuar un cálculo a nivel nacional, y a pesar de que en este periodo se ha producido un incremento visible de la

oferta formal de vivienda, puede presumirse que en Cajamarca la proporción de la construcción informal semejante.

Otro de los factores importantes al momento de estudiar la vulnerabilidad sísmica de determinado lugar es la calidad de suelo, según el estudio geológico del INDECI (2005) la ciudad de Cajamarca en especial en la zona de Bella Unión podemos encontrar suelos de origen lacustre lo que evidencia la mala calidad de los mismos.

Por tanto, debido a lo anteriormente mencionado y al ser una zona de expansión urbana de la ciudad de Cajamarca es importante el estudio de la vulnerabilidad ante sismo de la zona de Bella Unión para de esta forma conocer situación actual en torno a este problema.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Bella Unión de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI?

1.3. HIPOTESIS

“El grado de Vulnerabilidad Sísmica de las viviendas de la zona de Bella Unión de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI es ALTO”

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

La investigación permitirá enriquecer el conocimiento acerca de la afectación que pueden producir los sismos en su interacción con distintos tipos de viviendas según la metodología empleada para su construcción, este conocimiento podrá ser consultado futuros investigadores o personas ligadas al ámbito de la construcción para conocer la forma más segura de la edificación de viviendas, además de incentivar a la investigación modelos constructivos más seguros y económicos.

Se justifica también en la escasa investigación acerca de vulnerabilidad en áreas en expansión de nuestra ciudad lo cual sería además un indicador del avance de Cajamarca ciudad no solo por la cantidad de viviendas recientemente construidas sino en la influencia de los ingenieros y la formalización de las mismas.

1.4.2. JUSTIFICACION TECNICA.

La necesidad de evaluar las características estructurales de las viviendas nace en el alto riesgo sísmico que presenta el territorio peruano al pertenecer al cinturón de

fuego del pacifico, de modo que las construcciones y sus habitantes son vulnerables ante un evento sísmico dadas las condiciones de su ubicación, construcciones precarias e inadecuadas, la ciudad de Cajamarca no es ajena a esta problemática, debido a su alta tasa de autoconstrucción y a la mala calidad del suelo de las zonas de origen lacustre. Con la realización de este estudio lograremos una evaluación y prevención de riesgos más efectiva ante un posible desastre.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

Es importante evaluar las viviendas de la zona de Bella Unión ya que al ser una zona de expansión urbana los pobladores y en mayor medida los inmigrantes que autoconstruyen sus viviendas en la zona no poseen información sobre estudios de suelos, materiales adecuados o métodos constructivos para la construcción en dicha zona.

1.5. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se desarrollará en la zona de Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, en el área de expansión de la misma.

El espacio de tiempo en el que se pretenden llevar a cabo los estudios necesarios para poder tener como resultado un trabajo organizado y bien desarrollado es el periodo de julio del 2022 a julio del 2023, el cual es un tiempo estimado para la realización de dichas actividades.

Los resultados, métodos y demás información que se pueda encontrar en este estudio pueden ser tomados en cuenta para evaluaciones de vulnerabilidad en otras zonas de la misma o diferente ciudad.

1.6. LIMITACIONES.

- No se realizaron estudios de Mecánica de suelos en la zona a evaluar.
- No se realizó análisis numérico de la respuesta ante sismo de las edificaciones.

1.7. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona Bella Unión de la ciudad de Cajamarca mediante el método INDECI.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y cuantificar el material del que han sido construidas las viviendas de la zona de Bella Unión.
- Identificar el tipo de terreno sobre el cual han sido cimentadas las viviendas en la zona de Bella Unión y cuantificarlos.
- Identificar y cuantificar el estado de los elementos estructurales y no estructurales que componen las viviendas de la zona de Bella Unión.
- Identificar las viviendas que han contado con la presencia de personal técnico en su proceso constructivo y cuantificarlas.
- Identificar y cuantificar las viviendas en la zona de Bella Unión según su antigüedad.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES TEORICOS.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

- **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE SILTEPEC, CHIAPAS (MÉXICO).** Estudio presentado por Alejandro Ruiz Sibaja, Eber Godínez Domínguez, Sergio Díaz Alvarado y Emamnel Pereyra Roblero en la en la Revista Internacional de Ingeniería De Estructuras en Chiapas, Mexico, 2021.Obteniendose que la vulnerabilidad sísmica del área de estudio, utilizando la clasificación tipológica y los criterios de la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98), indica que el 35.14% de las edificaciones son de vulnerabilidad muy alta, que corresponden a mampostería de adobe, con diafragma flexible, sin diseño sismorresistente y en mal estado igual manera, un 35.14% son de vulnerabilidad alta, y comprenden a estructuras de mampostería de bloque de concreto, con diafragma flexible, mal confinadas y sin mantenimiento adecuado. Las estructuras de bloque de concreto con diafragma rígido, constituyen el 27.03%, y son de vulnerabilidad media presentan confinamiento insuficiente y escaso mantenimiento. Las estructuras de madera (2.70%), presentan vulnerabilidad baja.
- **ESTUDIO CUALITATIVO DE VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS DEL BARRIO MORICHAL DEL MUNICIPIO DE ACACIAS - META.** Estudio presentado por Juan David Rico Lesmes en la Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia, 2022. Este proyecto estudió el estado estructural y arquitectónico en el que se encontraban 7 viviendas del municipio de Acacías aplicando el método ATC-21. Tras la aplicación del método se recopilaron datos tales como año de construcción, área construida de la vivienda, observaciones estructurales y arquitectónicas que tuviesen consideración tales como grietas en los muros y deterioro de los mismos, en el estudio se pudo determinar y clasificar las viviendas desde la más expuesta a la menos expuesta ante la eventualidad de un sismo. Al final del estudio se concluyó que de las 7 viviendas tres se encuentran en un estado de vulnerabilidad alto, por lo cual se recomendó a los propietarios de dichas viviendas someterlas a estudios más detallados.

- **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS POPULARES ASENTADAS EN CERROS Y EN EL SUR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.** Estudio presentado por William Xavier Loja Suárez y José Andrés González López en la Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Ecuador, 2019. Obteniéndose que al calcular el índice de vulnerabilidad el 35% de las edificaciones en Isla Trinitaria y el 23% en Bastión Popular, poseen una vulnerabilidad sísmica muy elevada. El potencial colapso según el cálculo de grado de daño para el sismo de diseño sería de apenas el 1% en Bastión frente al 70% en Trinitaria debido a que el primero mencionado experimentaría una intensidad de VII mientras el segundo una intensidad de VIII. Por lo que se puede concluir que, pese a que ambos sectores no difieren demasiado en su índice de vulnerabilidad, las condiciones del lugar sobre el que se asientan las viviendas generan una gran brecha del grado de daño esperado entre Trinitaria y Bastión Popular.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

- **ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SEGÚN ESQUEMAS ESTRUCTURALES DE LA URBANIZACIÓN CHANU CHANU PRIMERA ETAPA PUNO, 2023.** Estudio realizado por Alexander Tamayo Tejada en la Universidad Continental, Perú, 2023. Estudio en el que se encontró que el nivel de vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la urbanización Chanu Chanu primera etapa según INDECI, el 50% de viviendas de esquema estructural aporticado presentan un nivel de vulnerabilidad moderado; el 46% de viviendas de esquema estructural de albañilería presentan un nivel de vulnerabilidad alta y finalmente el 50% viviendas de esquema estructural mixto presentan un nivel de vulnerabilidad muy alta. El nivel de vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la urbanización Chanu Chanu primera etapa según FEMA P154, el 50% de viviendas de esquema estructural aporticado presentan un nivel de vulnerabilidad moderado, el 62% de viviendas de esquema estructural de albañilería presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto y finalmente el 100% viviendas de esquema estructural mixto presentan un nivel de vulnerabilidad muy alto.

- **VULNERABILIDAD SISMICA EN VIVIENDAS INFORMALES EN EL CENTRO POBLADO DE MANZANARES, DISTRITO DE HUACHO 2018.** Estudio realizado por Reynaldo Darío Chumpitaz Bustamante en la Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, 2018. En dicho estudio se obtuvo que el 40 % de las viviendas encuestadas tienen una vulnerabilidad sísmica media , mientras el otro 60 % cuenta con una vulnerabilidad sísmica alta , en la segunda etapa se tiene que el 100% de las viviendas tienen una vulnerabilidad sísmica alta, en la tercera etapa podemos observar que el 20 % de las viviendas tienen una vulnerabilidad sísmica media y el otro 80% tiene una vulnerabilidad sísmica alta y finalmente en la cuarta etapa de manzanares presenta una vulnerabilidad sísmica media de 20% y el 80 % de las viviendas tiene una vulnerabilidad sísmica alta.
- **VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE RIESGO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS DE LA SUBCUENCA CHUCCHUN – CARHUAZ.** Artículo escrito por Rosa Deifilia Rodríguez Anaya para la revista de investigación Aporte Santiaguino, Perú, 2019. Concluye que las viviendas se ubican mayormente en suelos arcillosos, en las partes bajas y en pendiente ligera, condiciones que asociadas a la ubicación geográfica de la subcuenta, en una zona altamente sísmica, y al silencio sísmico, condicionan el riesgo de colapso de las viviendas ante la ocurrencia de un sismo. Las características de las variables e indicadores que influyen en la vulnerabilidad estructural de las viviendas de la Subcuenta Chucchun ante riesgo sísmico, se encuentran asociadas a la antigüedad, tipo de material, número de pisos, cobertura, sistema de entrepisos que de acuerdo a los resultados presentan vulnerabilidad ante la ocurrencia de un sismo. Las viviendas evaluadas presentan niveles índices de vulnerabilidad alta y considerando que el riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, ante la ocurrencia de un sismo de mayor magnitud el riesgo es alto y en consecuencia se generaría un desastre.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.

- **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ADOBE EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE CHETILLA, APLICANDO LOS MÉTODOS DEL INDECI Y BENEDETTI PETRINI, CAJAMARCA, 2022.** Estudio realizado por Ronald Arturo Yopla Culqui en la Universidad Privada del Norte, Perú, 2022. En cuyo estudio se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad sísmica según metodología del INDECI, estableciendo que el 35% de las viviendas de adobe de la zona urbana del distrito de Chetilla, presentan una vulnerabilidad MUY ALTO y el 65 % de las viviendas precisan un valor ALTO. Además, se determinó que la vulnerabilidad sísmica de acuerdo con la metodología de Benedetti Petrini en las viviendas de adobe de la zona urbana del distrito de Chetilla, donde el 30 % presenta una vulnerabilidad ALTA, el 65 % tiene una vulnerabilidad MEDIA, y solo el 5 % es BAJA.
- **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR LOS AROMOS, JAÉN- CAJAMARCA.** Estudio realizado por Rosita Leidy Guevara Pinedo en la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, 2018. Utilizando el método INDECI se obtuvo que el 68% de las viviendas presenta vulnerabilidad sísmica moderada, el 24% vulnerabilidad sísmica alta y el 8% vulnerabilidad sísmica baja; el 84% de las viviendas presenta peligro sísmico medio, el 16% peligro sísmico bajo y ninguna vivienda presenta peligro sísmico alto. Se concluye que las viviendas del sector Los Aromos presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica entre media a alta, debido a que fueron construidas de manera informal y sin el asesoramiento técnico de un profesional calificado.
- **VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA CIUDAD DE JESÚS.** Estudio realizado por Erlyn Giordany Salazar Huamán en la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, 2018. Mediante las recomendaciones de análisis de vulnerabilidad de Kuroiwa (2012) y Mosqueira (2005), obtuvo como resultado que de las 30 viviendas analizadas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús el 47% presentan una vulnerabilidad sísmica alta, concluyéndose que solo algunas de las viviendas en la ciudad de Jesús son vulnerables ante la ocurrencia de un sismo de fuerte intensidad.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ.

Tavera (2020) explica que la sismicidad en el territorio peruano es de origen diverso, pero todas ellas pueden ser reagrupadas principalmente en tres clases, sismos interplaca, corticales e intraplaca, siendo sus características las siguientes:

- Sismos interplaca: llamados también de interfase, son los sismos de foco superficial que se originan en el proceso de convergencia y fricción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica, como resultado de las fuerzas que movilizan a ambas placas en sentido contrario. Históricamente, esta fuente dio origen a los sismos de mayor magnitud ocurridos en Perú, en Lima en el año 1746 de magnitud 8.8, Arequipa año 1868 de magnitud 8.8, y recientemente a los sismos de Arequipa del año 2001 de magnitud 8.2 e Ica del año 2007 de magnitud 8.0.
- Sismos corticales: corresponde a los sismos originados en la formación y reactivación de fallas geológicas distribuidas a lo largo de la cordillera de los Andes. La cordillera soporta deformación debido a la presencia de esfuerzos compresivos y extensivos, originando sismos de magnitudes menores a 6.5. El sistema de fallas Moyobamba – Rioja originó a los sismos de 1990 y 1991 en San Martín.
- Sismos intraplaca: se considera a los sismos que se originan en la deformación interna de la placa de Nazca, que se introduce por debajo de la corteza continental como parte del proceso de subducción. La placa de Nazca tiende a deformarse por la presencia de esfuerzos, que evitan su desplazamiento en la zona de interfase y las fuerzas que tienden a introducirla al interior del manto. Estos sismos alcanzan magnitudes de hasta 8.0, siendo percibidos a distancias muy grandes y generando en superficie procesos de licuación de suelos y deslizamientos. Estos sismos pueden presentar profundidades intermedias de 61 a 300 km como el sismo acontecido en Loreto en el año 2019 148 km, o ser muy profundos a más de 500 km como el acontecido en el año 1994 de magnitud 8.4, en la frontera entre Perú y Bolivia.

En la siguiente tabla se muestra una recopilación de algunos de los más importantes sismos tanto en magnitud como en pérdidas a lo largo de la historia sísmica del Perú en los últimos tiempos.

Tabla 1: Sismos históricos del Perú.

Fecha	Epicentro	Descripción
23 /06/ 1951	Trujillo, La Libertad	A las 20:44 horas. Sismo originado en el océano, frente a las costas del litoral Norte. En la ciudad de Trujillo y el puerto de Pacasmayo, se apreció una intensidad del Grado. V de la Escala MM. Sentido en las poblaciones de Cajamarca y en las situadas en el Callejón de Huaylas.
29 /05/1990	Moyobamba, San Martín	A las 21:40 horas, sismo de 5.8 grados Richter afecto San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas, Jaén y Bagua. Magnitud. Como resultado se produjeron 77 víctimas fatales de ellas 3 fueron en la región Cajamarca, 1,680 heridos, 58,835 damnificados y 11 mil viviendas destruidas
04 /04/ 1991	Moyobamba, San Martín	A las 23:19 horas, sismo magnitud 6.2 grados en la escala de Richter. Afectó San Martín, Amazonas y La Libertad. Ocasionando 53 pérdidas humanas, 2016 heridos y miles de damnificados.
26 /05/ 2019	Lagunas, Alto Amazonas, Loreto	A las 02:41:12 horas, se registró un sismo de magnitud 8.0 en la escala de Richter, ocasionando múltiples deslizamientos de tierra y licuefacción de suelos en carreteras y otros además 2 personas perdieron la vida y 32 quedaron heridos, 131 viviendas quedaron destruidas y 1270 inhabitables.
29/11/2020	San Ignacio, Cajamarca	A las 05:37 de la mañana se registro un sismo de 4.8 grados de magnitud fue recibido de forma leve y moderada en la zona y no ocasiono daños de consideración.
02/09/2021	Cajabamba, Cajamarca	Sismo de magnitud 3.6 grados en la localidad de Algamarca provincia de Cajabamba, no se reportaron daños
28/11/2021	Condorcanqui, Amazonas	Sismo de foco intermedio de 7.5 grados originado a 98 km al este de la localidad de Santa Maria de Nieva sacudió la región nororiental del Perú dejando 7 viviendas destruidas y 40 damnificados, también ocasiono daños en las provincias de Jaén, San Ignacio y Celendín de la región Cajamarca

Fuente: Elaboración propia basado en información de Silgado (1978) e INDECI

2.2.2. SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.

Para el estudio de la sismicidad de Cajamarca es importante primero conocer la geología del lugar, la ciudad de Cajamarca geológicamente hablando forma parte de la deflexión de Cajamarca que se formó durante la evolución del Ciclo Andino desde el Campaniano (fase tectónica peruana) hasta el Mioceno tardío (fase tectónica Quechua2), alcanzando su máxima deformación en la fase tectónica Inca 2 donde el alto ratio de convergencia de placas provoca la compresión del prisma sedimentario Cretácico en la cuenca Cajamarca (Bazán, 2016).

El valle de Cajamarca está constituido por los sedimentos Triásicos y Jurásicos. Las litologías mayores están representadas por secuencias plegadas del Cretácico inferior y superior. El Terciario superior e inferior está compuesto por rocas sedimentarias y rocas volcánicas. Se encuentran también rocas intrusivas y subvolcánicas (dioritas, granodioritas, tonalitas, andesitas y dacitas) de edad Terciario Inferior. Los sedimentos cuaternarios de la cuenca de Cajamarca alcanzan entre 30 a 60 m profundidad. La estructura dominante del área está representada por pliegues de edad postcretácica que se desarrollaron durante la fase orogénica Inca; que afectó prácticamente todos los sedimentos Cretácicos en Perú. Los pliegues y fallas se desarrollaron durante la fase compresiva, sin embargo, en algunos casos existen fallas profundas preexistentes. Las fallas pueden representar fuentes sísmicas de origen cortical, la ciudad de Cajamarca presenta una falla de cabalgamiento que la recorre la cuenca del río Chonta de norte a sur y que al intersectarse con el eje del anticlinal de Baños de del Inca dan origen al afloramiento hidrotermal del lugar (Peña, 2014).

La actividad sísmica en la ciudad de Cajamarca proviene principalmente de los sismos originados en la selva peruana originados en las regiones Loreto, San Martín y Amazonas que son del tipo intraplaca y cortical, y en la costa peruana de tipo interplaca. Dicha actividad sísmica no es homogénea y varía en función de diferentes parámetros como aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia para ello INDECI (2005) en su Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca divide a esta ciudad en 4 zonas con niveles de peligro sísmico diferentes. Dichas zonas se muestran en la tabla 2 la cual ha sido elaborada con la información establecida en dicho programa de INDECI.

Tabla 2: Zonificación por nivel de peligro sísmico de la ciudad de Cajamarca.

CARACTERÍSTICAS	SECTORES
<p>El sector presenta suelos lagunares, compuestos principalmente por arcillas plásticas y arcillas limosas, con un contenido de humedad medianamente alto, debido a la presencia de un nivel freático próximo a la superficie. En su mayoría son suelos expansibles en grandes proporciones, que desarrollan altas aceleraciones sísmicas.</p>	<p>Peligro sísmico muy alto</p> <p>La ubicación de este nivel de peligro es al Este de la ciudad, comprendiendo los asentamientos humanos José Gálvez, FONAVI II, Horacio Zevallos, Hoyos Rubio, San Luís, La Argentina, El Tallo, Villa Universitaria, Alan Perú. Además, se encuentran comprendidos partes de los asentamientos humanos Santa Elena, El Junco, La Alameda, 22 de octubre, Mollepampa, San Martín y la ciudad Universitaria. También se encuentran clasificados con peligro sísmico muy alto la Fundación por los Niños del Perú, el Hospital de Apoyo ESSALUD N° 2, la Universidad Nacional de Cajamarca, Gobierno Regional de Cajamarca, el PRONAA y parte del asilo de Ancianos. Dentro de este nivel de peligro añadiremos a la zona de Bella Unión, ya que está en zonas aledañas a las mencionadas y posee características morfológicas semejantes.</p>
<p>El sector se caracteriza por presentar suelos aluviales que desarrollan aceleraciones sísmicas altas. Un fenómeno que podría presentarse en este sector ante la ocurrencia de un sismo, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos.</p>	<p>Peligro sísmico alto.</p> <p>La mayor parte de la ciudad se encuentra dentro de esta clasificación, comprendiendo los asentamientos humanos 22 de Octubre, Maria Parado de Bellido, San José, San Pedro, La Merced, Santa Apolonia, San Sebastián, La Colmena, Dos de Mayo, Pueblo Nuevo, Amauta, San Antonio, Acomarca, Ramón Castilla, Cajamarca, Pueblo Libre, José Olaya, Magna Vallejo, Santa Elena El Junco, Pilar Nores de García, Víctor Raúl Haya de la Torre, La Florida, Miraflores, Aranjuez, San Martín de Porres, Mollepampa, zona de expansión Urbana y el Condominio Los Eucaliptos.</p> <p>Forman parte de este nivel de peligro la mayoría de las actividades cívico administrativas y de servicios, entre las que se encuentran la Municipalidad Provincial, Hospital Regional, Hospital ESSALUD N° 1, el reservorio de agua Lucmacucho Alto, el asilo de ancianos, Mercado Central, Mercado San</p>

Sebastián, la Catedral, Iglesias San Francisco, La Recoleta, Complejo Belén, Cementerio General, los estadios Municipal y Héroes de San Ramón, la Cia. de bomberos N° 59 y las I.E. Divino Maestro, I.E. Juan XXIII y I.E. Santa Teresita.

Peligro sísmico medio

Ubicamos este nivel de peligro en la zona Norte, Noroeste y Suroeste de la ciudad. Este sector presenta un suelo compuesto principalmente por depósitos de roca, con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media.

Al norte de la ciudad comprende los asentamientos humanos Zamana Cruz, Chontapaccha, San José, Moyopata, Moyopata Chica, Santa Rosa, Las Orquídeas, Los Jardines, Alan Perú, José Sabogal, Las Margaritas, Cahuide, Tupac Amaru, José Carlos Mariategui, El Imperio, La Perlita, El Bosque, Acomarca y parte del asentamiento humano 22 de octubre.

Al Noroeste y al Suroeste de la ciudad se encuentra una franja de la ciudad comprendida entre la zona de alto peligro y bajo peligro sísmico, este sector está delimitado por una poligonal que conforman las calles Huánuco, Desamparados, Prolongación Huánuco, Gracilazo de la Vega, Alfonso Ugarte, Tupac Amaru Jr. Sullana, Av. Perú y José Olaya, para luego continuar siguiendo el eje de la prolongación Alfonso Ugarte con dirección Suroeste hacia el sector La Tumpuna. En su recorrido compromete parte de los asentamientos humanos San Pedro, Cumbemayo, Santa Apolonía, San Sebastián, Nueve de Octubre, Santa Elena y Turpuna.

Peligro sísmico bajo

El suelo de este sector está compuesto por materiales de origen volcánico, con depósitos de roca y gravas muy densas, estos suelos tienen bajas aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante; este sector se encuentra ubicado al Oeste de la ciudad, sobre las laderas de los cerros que bordean la misma.

Clasificamos así los asentamientos humanos Urubamba, San Vicente, Cumbe Mayo, Delta, La Esperanza Alta, Pachacutec, El Estanco, Vista Bella, Bellavista, Santa Elena, Calispuquio y parte de la zona de la Turpuna. Compromete la Planta de Tratamiento Santa Apolonia, los reservorios Santa Apolonia y La Esperanza, los Centros de Salud, Pachacutec y La Tulpuna, la posta de salud del Barrio San Vicente, el I.E. Corazón de María y el I.E.I. Miguel de Cervantes.

Fuente: Elaboración propia en base a "Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca" (INDECI, 2005).

2.2.3. VULNERABILIDAD SÍSMICA.

Para el caso particular del fenómeno sísmico la vulnerabilidad de una estructura o grupo de estructuras, como el grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada. Por otra parte, la función de vulnerabilidad de una estructura es aquella que describe gráfica o matemáticamente su vulnerabilidad para varias intensidades del movimiento del terreno, siendo estas intensidades expresadas preferiblemente por valores de algún parámetro físico, como por ejemplo la aceleración máxima del terreno o bien por uno de los grados en cualquier escala macrosísmica.

La vulnerabilidad es una característica intrínseca de las estructuras, dependiente de la forma como hayan sido diseñadas pero independiente de la peligrosidad sísmica del sitio donde estén ubicadas. Se puede afirmar que cada tipo de estructura tiene su propia función de vulnerabilidad y que el método para la determinación de dicha función varía en la misma forma en la que el comportamiento estructural del elemento en riesgo sea distinto (Caicedo, 1994).

La vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad de la vivienda a sufrir daños estructurales en caso de un evento sísmico determinado. Es decir, la vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. De esta forma elaborar una estimación del grado de impacto que tendrá un sismo sobre una estructura se vuelve un trabajo totalmente complicado puesto que las características de cada construcción abren un sin fin de variables. Aun así, la estimación es necesaria, pero se aplica un muestreo cuando se requieren resultados globales.

Las metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica son numerosas, algunas presentan fallas porque dejan de evaluar ciertas características que influyen en la estabilidad de la estructura porque las instrucciones sobre cada uno de los parámetros y sus respectivas calificaciones son realizadas por cualquier persona con los conocimientos básicos del tema pueda llenar los formularios pero esto puede conducir a resultados fallidos porque algunos parámetros son de naturaleza descriptiva y estas calificaciones dependen de la objetividad del observador.

La definición de la naturaleza y alcance de estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. La afectación o daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismo

resistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica esta necesariamente vinculada a la manera como se definen la acción y el daño sísmico. (Mercado, 2016).

La vulnerabilidad sísmica de una edificación se puede presentar de dos maneras:

2.2.3.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.

Es el nivel de vulnerabilidad de los elementos estructurales (cimientos, columnas, muros portantes, vigas, losas macizas y aligeradas, diseñados para transmitir fuerzas verticales y horizontales), componentes que pueden resultar gravemente dañados ante un sismo, debilitando la resistencia y estabilidad de la edificación.

2.2.3.2. VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL.

Es el nivel de vulnerabilidad de los elementos no estructurales; de acuerdo a su ubicación, pueden generar daños en los habitantes ante un sismo. Los elementos no estructurales pueden agruparse en categorías: arquitectónicos (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), instalaciones (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.) o equipos (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.).

2.2.4. PROBLEMAS DE CONFIGURACION DE LA ESTRUCTURA.

Se comprende por configuración de la estructura al tipo, disposición, fragmentación, resistencia y geometría de la edificación, de la relación de estos parámetros se deriva ciertos problemas de respuesta estructural ante sismos.

En la práctica es común que la mayor parte del tiempo que se dedica al diseño estructural de un edificio se invierta en los procesos de análisis y dimensionamiento, y brevemente se analicen los aspectos de diseño conceptual y de estructuración. Desde el punto de vista del diseño sísmico este hábito es particularmente peligroso, debido a que no se puede lograr que una edificación mal estructurada se comporte adecuadamente ante sismos, por mucho que se optimicen los procedimientos de análisis y dimensionamiento. Contrariamente, la experiencia obtenida en varios sismos muestra que los edificios con buena concepción estructural y bien detallados han tenido una repuesta adecuada, aun cuando no hayan sido objeto de cálculos extensos, y en ocasiones, aunque no hayan cumplido escrupulosamente todo lo estipulado en los reglamentos (Bazán, 1999).

En vista que es errático saber la naturaleza de los sismos; pues no se conoce si estos excederán el sismo de diseño, es recomendable evitar el planeamiento de configuraciones riesgosas.

2.2.4.1. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA

- **Problemas de configuración en planta.**

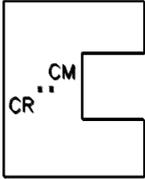
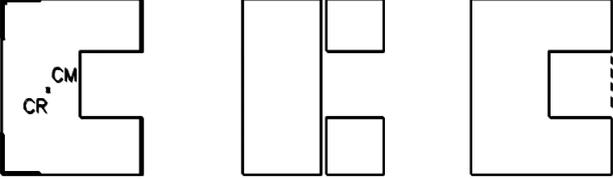
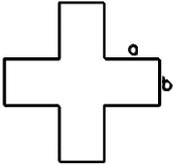
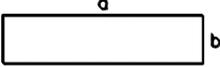
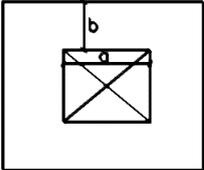
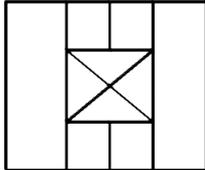
El movimiento en el suelo se propaga a través de ondas, la excitación que se da de un punto de apoyo de la edificación en un momento dado es diferente de la que se da en otro punto del edificio. De tal manera que algunas características de la forma en planta de la edificación generan una respuesta sísmica poco conveniente y deben evitarse. De entre estas características la principal es la asimetría de la planta, ya que tiende a ocasionar vibraciones torsionales de la edificación. Aunque es factible eliminar o disminuir la vibración torsional a través de una distribución de elementos resistentes que logre hacer coincidir el centro de masa y el centro de rigidez, a menudo esto resulta en concentraciones de fuerzas en determinadas zonas de la planta y vibraciones locales que son difíciles de medir. Otra posible solución para los problemas de las plantas asimétricas es la separación del edificio en bloques independientes y regulares mediante juntas de construcción (también conocidas como juntas sísmicas). Sin embargo, cabe resaltar que la separación que se tiene que guardar entre los bloques adyacentes es considerable y genera importantes complicaciones en el diseño de los elementos de conexión que se requieren para permitir el paso entre uno y otro bloque. Otra manera de solucionar los problemas de la irregularidad de la planta es mediante elementos estructurales exteriores que conecten las distintas partes de la edificación y que la vuelvan más regular.

En la planta también se debe evitar que las alas del edificio sean muy alargadas, ya que esto puede causar vibraciones en direcciones divergentes, generando concentraciones de fuerza significativas en las esquinas internas. Para solucionar estos problemas, se puede dividir la planta en secciones más cortas e independientes o se puede aumentar la rigidez en los extremos de las alas y reforzar meticulosamente las esquinas internas.

También es aconsejable evitar que las plantas sean excesivamente largas. A medida que aumenta la longitud del edificio, aumenta la posibilidad de que se produzcan movimientos diferenciales en su base entre ambos extremos de

la planta. Sin embargo, el principal problema de las plantas muy alargadas radica en que la flexibilidad del sistema de piso puede ocasionar vibraciones significativas, lo cual incrementa considerablemente las solicitaciones en la parte central del edificio.

Figura 1: Problemas de configuración geométrica en planta

Irregularidad en planta	Alternativa de solución
	 <p>Colocación de elementos rigidizantes para hacer coincidir centros de masa y rigidez</p> <p>Separación en cuerpos regulares mediante juntas sísmicas</p> <p>Vigas de conexión entre salientes</p>
 <p>Evitar: $a > b$</p>	 <p>Rigidización de los extremos de las alas y refuerzo en las esquinas entrantes</p> <p>Separación en cuerpos regulares mediante juntas sísmicas</p>
 <p>Evitar: $a > 4b$</p>	 <p>Separación mediante juntas sísmicas</p> <p>Distribución de elementos resistentes transversales y sistema de piso rígido en planta</p>
 <p>Evitar: Área vano $>$ Área planta/4 $a > b$</p>	 <p>Reforzamiento de zonas débiles en particular las esquinas</p>

Fuente: Elaboración propia.

Deben evitarse, por tanto, situaciones como las indicadas en la figura 1 y, en caso de que no sea posible, adoptar alguno de las soluciones propuestas (en

particular, cuidar la distribución uniforme de las rigideces transversales y usar sistemas de piso muy rígidos en su plano).

La mayoría de las directrices sobre el diseño adecuado de edificios desalientan el uso de plantas con esquinas entrantes. Este problema no es demasiado preocupante a menos que las alas del edificio sean extremadamente largas. No obstante, como norma general, se debe procurar que la planta tenga una configuración lo más compacta posible para evitar acumulaciones de esfuerzos en las esquinas entrantes. (Bazán, 1999).

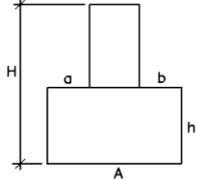
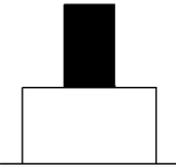
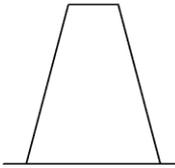
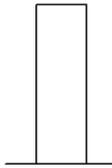
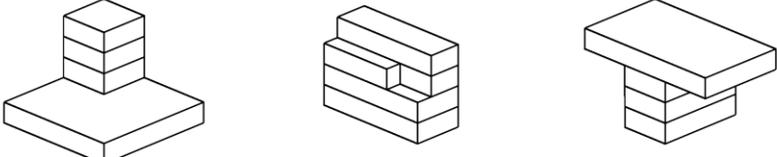
- **Problema de configuración en elevación.**

Es recomendable que la elevación del edificio sea simple, regular y simétrica para prevenir la concentración de esfuerzos en pisos específicos y para evitar aumentos en la vibración en las partes más altas del edificio.

Particularmente problemáticas son las reducciones abruptas en la parte superior del edificio, donde cambios drásticos en la rigidez pueden causar un fenómeno conocido como "chicoteo", resultando en una significativa amplificación de vibraciones en la cima. Estas discontinuidades suelen observarse en edificaciones tipo plaza y torre, que tienen una base extensa y una torre alta. Sin embargo, en pisos donde los desplazamientos laterales son mínimos, la discontinuidad en la elevación es menos crítica.

La excesiva esbeltez de la construcción puede ocasionar desafíos como volcamiento, inestabilidad y transmisión elevada de cargas a la cimentación y al suelo. Estos problemas pueden abordarse mediante análisis dinámicos detallados de la estructura, asegurando una alta rigidez lateral en la dirección más esbelta del edificio y utilizando una cimentación rígida. No obstante, es preferible mantener la forma del edificio lo más compacta posible en su elevación. La mayoría de las directrices estructurales recomiendan que la relación de esbeltez sea menor a cuatro.

Figura 2: Problemas de configuración en elevación.

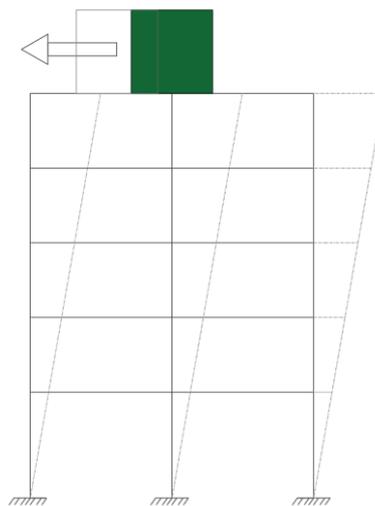
Irregularidad en elevación	Alternativa de solución		
 <p data-bbox="411 501 660 524">Evitar: Si $h > H/5$, $a+b > A/5$</p>	 <p data-bbox="746 495 900 533">Rigidización de la zona superior</p>	 <p data-bbox="970 495 1123 533">Optar por una reducción gradual</p>	 <p data-bbox="1219 495 1401 533">Optar por una forma prismática</p>
Otros ejemplos de irregularidades			
			

Fuente: Elaboración propia.

2.2.4.2. CONFIGURACION ESTRUCTURAL.

- Concentraciones de masa.** La falta de estabilidad estructural debido a las concentraciones de masa en un nivel específico del edificio ocurre cuando se instalan elementos pesados, tanques, bodegas, archivos, piscinas u otros elementos similares. Este problema es más severo cuando la concentración de masa está ubicada en niveles más altos, ya que las aceleraciones sísmicas aumentan también con la altura, por lo que se genera una mayor fuerza sísmica de respuesta que puede resultar en el volcamiento de dicho elemento pesado.

Figura 3: Concentraciones de masa en pisos superiores.

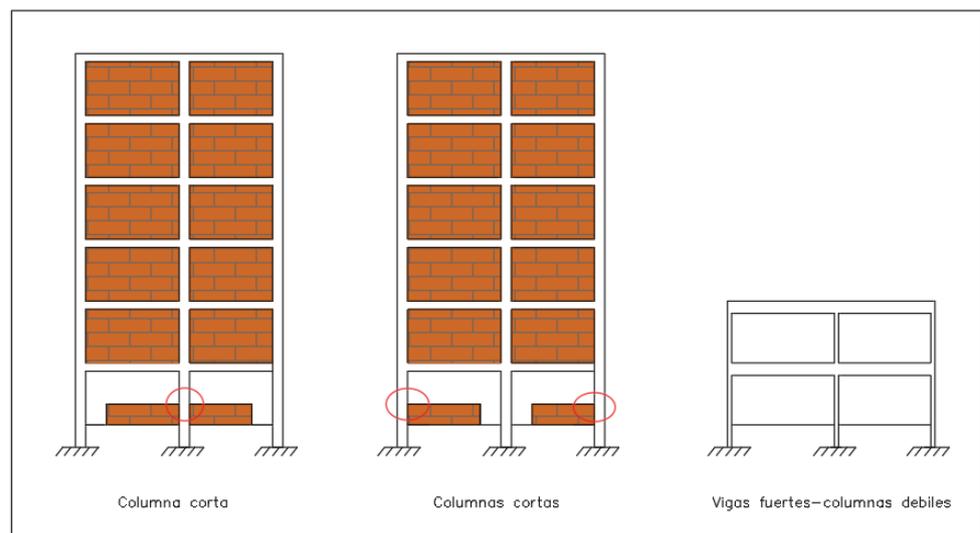


Fuente: Elaboración propia.

- **Columnas débiles.** Las columnas son fundamentales en la estructura de un edificio, ya que soportan y transmiten las cargas hacia las cimentaciones, asegurando la estabilidad de la estructura. Por esta razón, cualquier deterioro en estas partes puede resultar en una redistribución de las cargas entre los demás elementos estructurales, potencialmente llevando al colapso parcial o total del edificio.

Dentro de la filosofía del diseño sísmo resistente la estructura debe ser formada mediante pórticos, donde se busca que los daños causados por sismos intensos ocurran en las vigas en lugar de en las columnas. Esto se relaciona con conceptos como la "falla por viga fuerte, columna débil" o la "falla por columna corta".

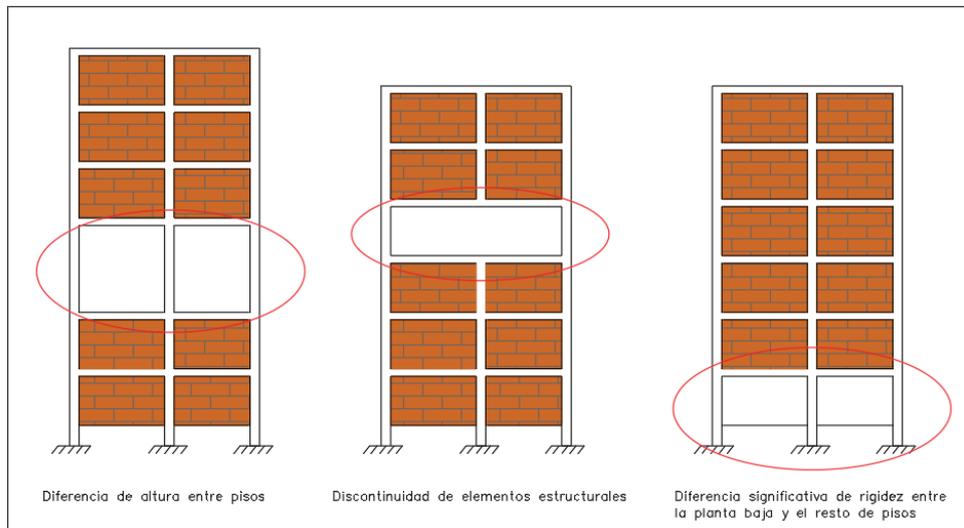
Figura 4: Columnas débiles.



Fuente: Elaboración propia.

- **Pisos blandos.** Existen varios esquemas arquitectónicos y estructurales que pueden resultar en la formación de lo que se conoce como "pisos blandos" o "pisos débiles". Estos pisos son más susceptibles al daño durante un sismo en comparación con otros pisos de la edificación, debido a que tienen menor rigidez, menor resistencia, o ambas características. Los pisos blandos suelen surgir cuando hay diferencias significativas de altura entre pisos o discontinuidades en los elementos estructurales verticales.

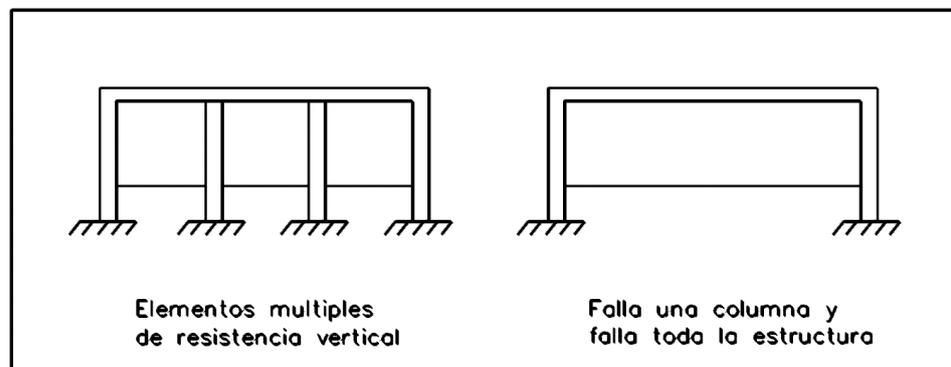
Figura 5: Pisos blandos



Fuente: Elaboración propia.

- **Falta de redundancia.** El diseño sismo resistente considera la posibilidad de daños en los elementos estructurales durante sismos intensos. Por lo tanto, la estructura debe ser diseñada de manera que su resistencia a las fuerzas sísmicas dependa de un número significativo de elementos, puesto que cuando hay poca redundancia, es decir, pocos elementos para distribuir las cargas, la falla de alguno de ellos puede resultar en el colapso parcial o total del edificio durante un sismo. Por lo tanto, es crucial distribuir las fuerzas sísmicas entre el mayor número posible de elementos estructurales. El factor de redundancia, mide la capacidad de incursionar la estructura en el rango no lineal, la capacidad de una estructura en redistribuir las cargas de los elementos con mayor exigencia a los elementos con menor exigencia.

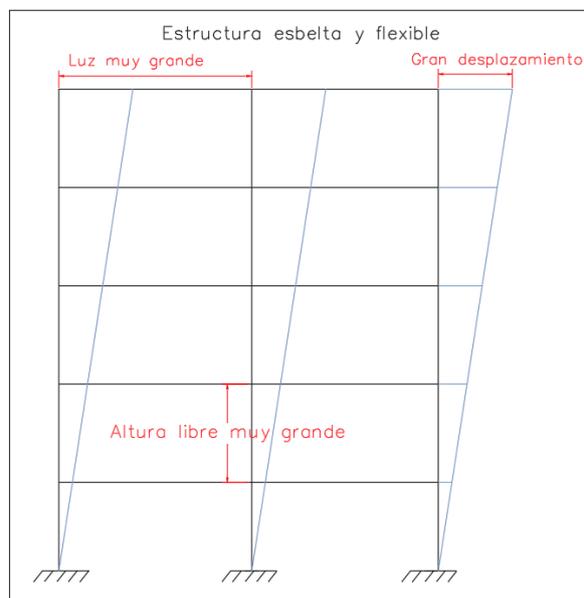
Figura 6: Falta de redundancia de elementos estructurales verticales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Excesiva flexibilidad estructural.** La excesiva flexibilidad estructural en una edificación puede ocasionar elevados desplazamientos laterales denominados derivas, al ser expuesto a fuerzas sísmicas. En su mayoría se da cuando existen distancias largas entre elementos de soporte (claros o luces), elevadas las alturas libres y diferencia de rigidez de los mismos. La flexibilidad puede provocar daños en los elementos no estructurales a niveles adyacentes e inestabilidad del o los pisos flexibles, o en todo el edificio.

Figura 7: Excesiva flexibilidad estructural de una edificación.



Fuente: Elaboración propia.

- **Excesiva flexibilidad del diafragma.**

Un diafragma de piso demasiado flexible provoca deformaciones laterales desiguales, lo cual puede dañar los elementos no estructurales que están adosados a él. Además, las fuerzas laterales no se distribuirán correctamente en función a la rigidez de los elementos verticales.

Existen varias razones que pueden llevar a este tipo de comportamiento flexible. Algunas de ellas incluyen:

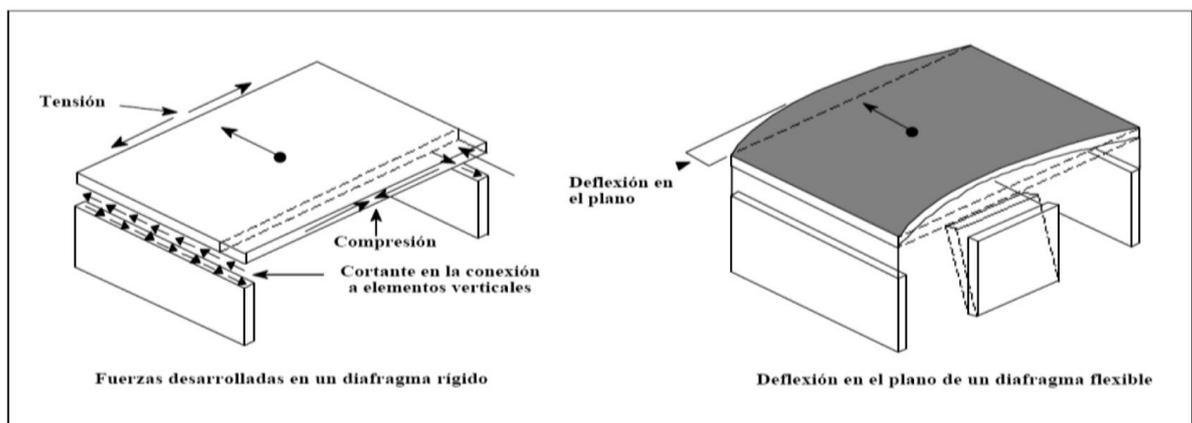
- Flexibilidad del material del diafragma.
- Relación de aspecto (largo/ancho) del diafragma. Por tratarse de un trabajo a flexión de este tipo de elementos, mientras mayor sea la relación larga/ancho del diafragma, mayores pueden ser sus

deformaciones laterales. En general, los diafragmas con relaciones de aspecto superiores a 5 pueden considerarse flexibles.

- Rigidez de la estructura vertical. La flexibilidad del diafragma debe evaluarse considerando cómo se distribuye la rigidez de los elementos verticales en planta. En el caso extremo de un diafragma donde todos los elementos verticales tienen la misma rigidez, se espera un mejor desempeño del diafragma en comparación con aquellos donde existen grandes disparidades en este aspecto.
- Aberturas en el diafragma. Las grandes aberturas realizadas en el diafragma para mejorar la iluminación, ventilación y la relación visual entre pisos crean áreas flexibles dentro del diafragma. Estas áreas flexibles dificultan la conexión rígida de las estructuras verticales.

Existen diversas soluciones para abordar el problema de la excesiva flexibilidad del diafragma, las cuales varían según la causa que la haya provocado. Las grandes aberturas en el diafragma deben analizarse minuciosamente para implementar métodos que aumenten la rigidez o, si no es factible, considerar la segmentación del edificio en bloques.

Figura 8: Comportamiento rígido y flexible del diafragma.



Fuente: Otavalo, 2017

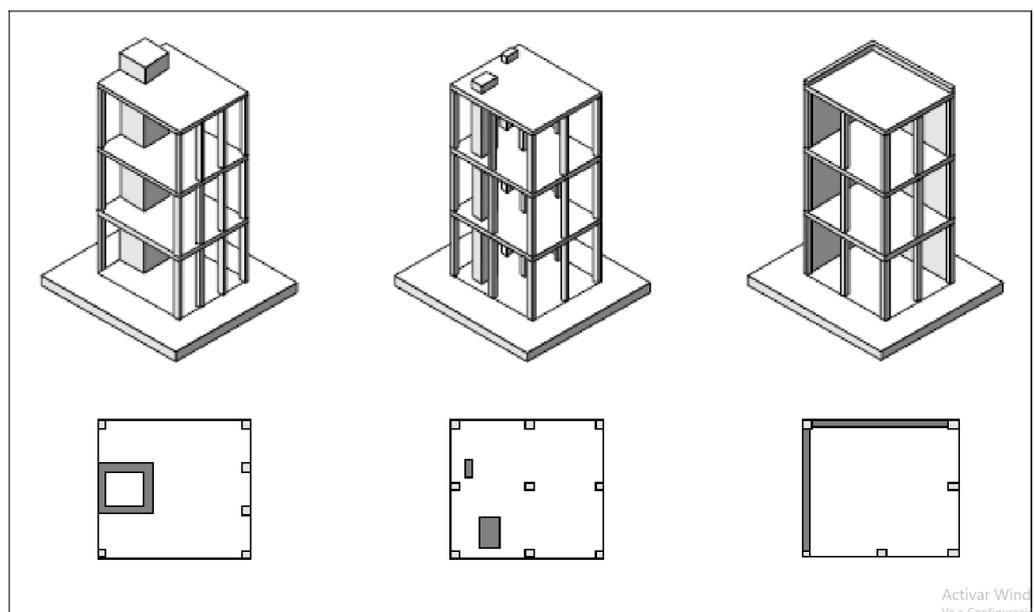
- **Torsión.** La torsión en un edificio ocurre cuando hay una excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez. Las causas comunes de esta torsión incluyen la colocación asimétrica de elementos rígidos respecto al centro de gravedad del piso, así como la disposición de grandes masas de manera asimétrica en relación con la rigidez. En el análisis estructural, se considera que hay una excentricidad

significativa cuando supera el 10% de la dimensión en planta bajo análisis, lo que requiere medidas correctivas en el diseño estructural del proyecto.

Los muros divisorios y los acabados de fachada que están unidos a la estructura vertical suelen ser muy rígidos y, por lo tanto, pueden contribuir estructuralmente a la respuesta sísmica y ser una fuente de torsión, especialmente en edificaciones ubicadas en esquinas.

La complejidad en el plano vertical se incrementa cuando hay irregularidades como escalonamientos. En estos casos, la parte superior del edificio transfiere un esfuerzo cortante excéntrico a la inferior, generando torsión desde el nivel de transición hacia abajo. Esto ocurre sin importar la simetría o asimetría estructural entre los pisos superiores e inferiores. (INDECI, 2006).

Figura 9: Torsión por muros excéntricos.



Fuente: Otavalo, 2017

2.2.5. MÉTODO DEL INDECI DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.

El Instituto Nacional de Defensa Civil en su función de atender a las personas afectadas ante un fenómeno natural y además de realizar acciones que prevengan la pérdida de vidas humanas ante la ocurrencia de dichos fenómenos. El INDECI en su condición de ente normativo elaboro el método como una herramienta de prevención por sismos, en este sentido, nos brinda la ficha de verificación “Determinación de la

vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo”, la cual identifica y determina el nivel de vulnerabilidad de las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo.

Para la elaboración de este método de determinación de la vulnerabilidad sísmica el INDECI formula 12 parámetros cada uno de los cuales poseen características que afectan la edificación la edificación, el método considera el valor de 1 para aquellas características que no representan un riesgo significativo para la edificación, estas crecen progresivamente hasta 4 para aquellas que implican un peligro severo en caso de sismo. Finalmente, la sumatoria de los coeficientes de ponderación de cada parámetro nos permite determinar el grado de vulnerabilidad de la edificación de acuerdo a la siguiente escala:

Tabla 3: Calificación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda.

Nivel de vulnerabilidad	Rango del valor
Muy alto	Mayor a 24
Alto	Entre 18 a 24
Moderado	Entre 15 a 17
Bajo	Hasta 14

Fuente: Elaboración propia

En la Ficha de verificación, se dividen las 7 secciones en 3 grupos principales: el primero incluye los Datos generales, el segundo las Características de la Vivienda, y el último las Recomendaciones.

- **Grupo 1:**

- **Sección A: Ubicación Geográfica de la vivienda**, en el que se deberán completar la Ubicación Geográfica, catastral, dirección, fecha y datos del jefe del hogar.
- **Sección B: Información del inmueble por observación directa**, en el que se deberán completar los datos exteriores del inmueble y el estado de ocupación del mismo.
- **Sección C: Características del tipo de vivienda**, En esta sección se describen las características del tipo de vivienda, como su nivel de autonomía, cantidad de pisos y número de residentes en el hogar o complejo residencial. También se incluyen los aspectos fundamentales para evaluar el nivel de vulnerabilidad.

- **Grupo 2:**
 - **Sección D: Características de la construcción de la vivienda,** encontramos las características de la construcción de la vivienda entre los que tenemos: Material predominante de la edificación, participación de algún ingeniero civil en el diseño y/o construcción, antigüedad de la edificación, tipo de suelo, topografía del terreno de la vivienda, topografía del terreno colindante a la vivienda o área de influencia, configuración geométrica en planta y elevación, juntas de dilatación sísmica de acorde a la estructura, existencia de concentración de masas en niveles superiores o inferiores, Problemas en los elementos estructurales principales y otros factores que inciden en la vulnerabilidad.
 - **Sección E: Determinación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda,** podremos analizar el grado de vulnerabilidad de la vivienda utilizando una escala que va desde "bajo" hasta "muy alto", luego de la suma de los valores obtenidos en la sección anterior.
- **Grupo 3:**
 - **Sección F: Recomendaciones de carácter inmediato para jefe(a) de hogar,** con recomendaciones en función al nivel de vulnerabilidad de la vivienda.
 - **Sección G: Recomendación referida a la potencial "zona de seguridad" y/o "vía de evacuación"** con recomendaciones referidas al área y cantidad de habitantes que se pueden proteger en las zonas de seguridad, la ruta de evacuación recomendada y si la vivienda es o no habitable.

La ficha de verificación del INDECI completa la podemos encontrar en el ANEXO 1 de este documento.

2.2.5.1. Características de la construcción de la vivienda que influyen en el nivel de vulnerabilidad.

1. Material predominante de la edificación.

En este criterio se elige el material que en mayor medida componga la vivienda que se analiza. Los materiales pueden ser:

Adobe, según la norma técnica E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada, el adobe se define como bloques de tierra cruda, posiblemente

mezclada con paja o arena gruesa para aumentar su resistencia. En la construcción de edificaciones de adobe, estos bloques se unen mediante un mortero de barro que puede contener paja u otros materiales para proporcionar adherencia entre ellos.

Según la norma técnica E.030, las estructuras construidas de adobe se caracterizan por tener muros construidos con bloques de tierra cruda o tierra compactada en el lugar. Estos muros, al estar hechos de este material, tienen un grosor considerablemente mayor en comparación con muros construidos con materiales más resistentes como ladrillo o concreto armado.

Quincha, la construcción tradicional de quincha implica el uso de marcos de madera rectangulares, reforzados con travesaños y rellenos de cañas o carrizos. Comúnmente se aplica un revestimiento de barro y paja sobre estos marcos, sobre el cual se puede añadir una capa final de barro o yeso. (Tejada, 2001).

Mampostería, construcción hecha con mampuestos colocados y ajustados unos con otros sin sujeción a determinado orden de hiladas o tamaños, podemos encontrar diferentes tipos de mampostería como: De tierra comprimida, de piedra, de ladrillos, en seco, etc.

Madera, según la norma E.030 de Diseño Sismorresistente, se clasifican como edificaciones de madera aquellas cuyos componentes estructurales principales están principalmente hechos de este material, incluyendo sistemas de entramado y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

Adobe reforzado, el adobe reforzado se compone de bloques de adobe que están fortalecidos externamente mediante geomalla, malla electrosoldada, o reforzados en las juntas con carrizo.

Albañilería, según la norma técnica E.070, la albañilería simple se define como aquella que carece de refuerzo o confinamiento, es decir, no tiene columnas en sus esquinas ni ningún tipo de refuerzo estructural.

Albañilería confinada, se caracteriza por incluir elementos de confinamiento en sus esquinas y áreas intermedias (columnas), así como en la parte superior (vigas), formando un bloque sólido que proporciona resistencia contra cargas verticales y rigidez frente a cargas laterales.

Según la norma técnica E.030, las estructuras de albañilería confinada son aquellas edificaciones cuyos elementos resistentes ante sismos consisten en muros de albañilería hechos de arcilla o concreto.

Concreto Armado, según la norma técnica E.030, las estructuras de concreto armado se componen de pórticos, muros estructurales, muros de ductilidad limitada o sistemas duales de concreto armado.

Acero, el sistema estructural de acero se fundamenta en un armazón o esqueleto de cualquier estructura, compuesto principalmente por columnas y vigas de acero. Estos elementos son utilizados para sostener tanto el suelo como el techo y las paredes de un edificio (Chazaro, 2019).

2. La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

No, la edificación no cuenta con participación alguna de un ingeniero civil o personal técnico, en diseño y/o construcción.

Solo en construcción, un ingeniero civil supervisó y dirigió la construcción de la edificación.

Solo en diseño, un ingeniero civil diseño los planos estructurales de la edificación, mas no dirigió la construcción de la edificación.

Sí, totalmente, un ingeniero civil participó en el diseño de los planos estructurales y dirigió construcción de la vivienda.

3. Antigüedad de la edificación, la antigüedad de la edificación determina el nivel de deterioro de la edificación, ya sea por la acción de otros sismos o por el deterioro propio de sus materiales constitutivos. Para el método utilizamos la siguiente escala:

- Más de 50 años
- De 20 a 49 años
- De 3 a 19 años
- De 0 a 2 años

4. Tipo de suelo. El tipo de suelo se determina mediante la utilización de estudios geológicos a gran escala realizados en la zona por el INDECI. El método considera los siguientes tipos de suelo:

Rellenos, según la norma técnica E.050, los rellenos pueden ser naturales o artificiales, pero en ambos casos, estos tipos de suelos no son adecuados para la construcción.

Depósitos marinos, consisten en arenas mal graduadas, finas a medias, ligeramente limosas y sueltas, con presencia de minerales ferromagnesianos. Estos depósitos se forman por la acción de abrasión marina antigua y son característicos de playas arenosas, así como de áreas pantanosas o zonas húmedas con vegetación.

Como materiales de cimentación, estos depósitos presentan deficiencias relacionados con su compactación, resistencia (asentamientos y capacidad de carga), y la posible presencia de sales en algunas áreas. Durante un sismo, las áreas pantanosas pueden ser susceptibles a la licuefacción de arenas debido a su saturación de agua. Además, la falta de cohesión en estos suelos hace que las excavaciones sean inestables. (INGEMMET, 1998)

Pantanosos, turba, Los suelos pantanosos son aquellos que se encuentran completamente saturados de agua y generalmente están cubiertos de vegetación. La turba, por otro lado, es un tipo de suelo orgánico formado por la descomposición de plantas.

Depósito de suelos finos, son suelos cuyo diámetro medio de partículas sea menor a 0.075 mm (tamiz N°200), en los que se encuentre los limos y principalmente las arcillas. Los agentes de descomposición química generan las arcillas, a partir de numerosos minerales, principalmente de los silicatos presentes en las rocas ígneas y metamórficas. Su comportamiento mecánico depende de su estructura y constitución mineralógica en particular. (Velásquez, 2018)

Arena de gran espesor, el sistema AASHTO de clasificación de suelos define a las arenas de gran espesor o arenas gruesas a los suelos comprendidos en los grupos A-1-b (máximo el 50% atraviesa el tamiz N°40 y máximo el 25% atraviesa el tamiz N°200) y A-3 (al menos el 51% de la muestra que pasa el tamiz N°40 (0.425mm) y máximo el 10% atraviesa el tamiz N°200 (0.075 mm)). En el sistema SUCS les correspondería la clasificación de SP (arena mal graduada) y SW (arena bien graduada). (Braja, 2012)

Granular fino y arcilloso, el sistema AASHTO de clasificación de suelos define al suelo granular fino arcilloso o arenas arcillosas a los suelos

comprendidos en los grupos A-2-6 y A-2-7 los cuales tienen una presencia de suelos finos de máximo el 35%, es decir máximo el 35% atraviesa el tamiz N°200. En el sistema SUCS les correspondería la clasificación de SW(Arena arcillosa). (Braja, 2012)

Suelos rocosos, los suelos rocosos consisten en superficies compuestas por rocas de diversos tamaños o formaciones rocosas sólidas. Debido a su naturaleza, estos suelos tienden a no retener agua, lo que los hace adecuados para la construcción de estructuras.

- 5. Topografía del terreno de la vivienda**, Las casas edificadas en pendientes pronunciadas enfrentan el problema del empuje lateral del terreno, que aumenta la exposición a las ondas sísmicas y las hace más vulnerables. Esta situación contrasta con las viviendas construidas en terrenos planos, donde el empuje lateral es mínimo o inexistente, proporcionando una mayor estabilidad estructural. (INDECI, 2011)

Para el método utilizamos la siguiente escala:

- Mayor a 45%
- Entre 45% a 20%
- Entre 20% a 10%
- Hasta 10%

La determinación de la pendiente del terreno de la vivienda se realiza mediante la utilización de un nivel de ingeniero y está en concordancia con la topografía de la zona (Apéndice 13).

- 6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia**, las viviendas que colindan con niveles superiores de laderas o terrenos con fuertes pendientes, pueden producir un empuje lateral sobre la vivienda ubicada en el nivel inferior. Con ello, se incrementa la acción de las ondas sísmicas, haciéndolas más vulnerables, además de estar expuestas a posibles deslizamientos o desprendimientos (INDECI, 2011).

Para el método utilizamos la siguiente escala:

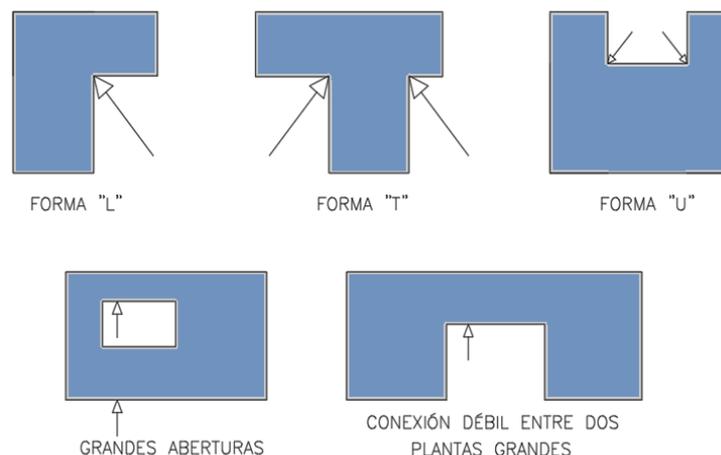
- Mayor a 45%
- Entre 45% a 20%
- Entre 20% a 10%
- Hasta 10%

La determinación de la pendiente del terreno colindante a la vivienda y/o en área de influencia se utiliza un nivel de ingeniero y está en concordancia con la topografía de la zona (Apéndice 13).

7. **Configuración geométrica en planta**, las viviendas con una disposición regular en planta mostrarán una respuesta estructural más efectiva, ya que su centro de gravedad se encuentra en un punto de equilibrio que proporciona estabilidad adicional, permitiéndoles resistir mejor las fuerzas sísmicas (INDECI. 2011).

Irregular. La forma de identificar las irregularidades geométricas en planta las plantea la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) que explica que una edificación es irregular cuando un edificio tiene una resistencia de carga lateral definible o buena en una dirección, pero no en la otra, o cuando hay importantes excentricidades de rigidez en el sistema resistente a fuerzas sísmicas que pueden causar torsión alrededor de un eje vertical. También se consideran irregulares edificios en forma de cuña, de planta triangular, en las esquinas de las calles que no se encuentran a 90 grados, son igualmente susceptibles a la torsión y a un mayor daño y potencial de colapso. Finalmente se consideran irregulares los edificios con esquinas entrantes incluyen aquellos con alas largas en forma de E, L, T, U o +. Se pueden desarrollar concentraciones de tensión en las esquinas entrantes y provocar daños o colapso. Además, es probable que estos edificios experimenten torsión.

Figura 10: Irregularidades en planta



Fuente: FEMA, 2015

Regular, son los sistemas que en planta no se encuentran alguna de las consideraciones anteriores.

Para la determinación de la regularidad o irregularidad en planta de la vivienda se plantea un croquis de la misma de modo que se pueda visualizar mejor las irregularidades de la misma.

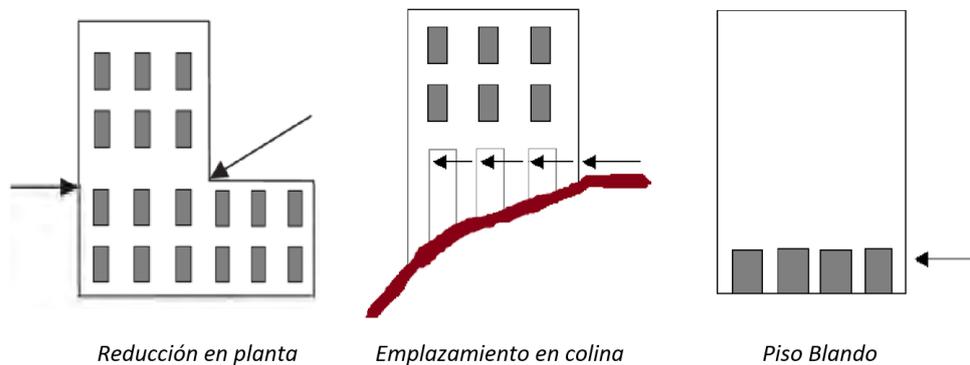
8. **Configuración geométrica en elevación**, según INDECI (2011) las Viviendas que presentan una configuración uniforme en elevación van a tener un mejor comportamiento estructural, por tener su centro de gravedad en el punto de equilibrio, lo que hace la estructura sea más estable y con mayor rigidez, lo que les permitirá asimilar mejor las ondas sísmicas.

Irregular: Castro (2019) hace un análisis basado en el método FEMA 154 en el que señala que una edificación presenta irregularidad vertical cuando, la edificación tiene al menos una falta de alineamiento vertical en alguno de sus muros.

También se presenta irregularidad vertical cuando la edificación se encuentra en una colina empinada y al menos el edificio se cuenta con una diferencia de altura de un piso a lo largo de la colina. Esto podría causar que la rigidez horizontal a lo largo de la parte inferior sea diferente a la de la parte de arriba. Además, en la dirección de la pendiente, las columnas cortas podrían estar sometidas a fuerzas de cizallamiento sísmico y éstas podrían fallar.

Finalmente, se sabe que los pisos blandos son difíciles de verificar sin el conocimiento de cómo fue diseñada la edificación y de cómo se transmiten las fuerzas laterales de un piso a otro; sin embargo, es mejor considerar el escenario más perjudicial para la edificación y considerar la existencia de piso blando.

Figura 11: Irregularidad en geometría vertical



Fuente: Castro 2019.

Regular, son los sistemas que en elevación no se aplica alguna de las consideraciones anteriores.

Para la determinación de la regularidad o irregularidad en elevación de la vivienda se plantea un croquis de la misma de modo que se pueda visualizar mejor las irregularidades de la misma.

- 9. Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura**, las Juntas de dilatación sísmica permiten la independencia de dos macizos ante la eventualidad de producirse un movimiento sísmico, tienen la finalidad de reducir la posibilidad de impacto de ambos. Las mismas que se incrementarían en caso de un sismo de gran magnitud, predisponiéndola a la estructura a ser más inestable (INDECI, 2011).

Generalmente se observa en las edificaciones lo siguiente: Deficiencia en la práctica constructiva, Falta de mantenimiento, holgura o espaciamiento insuficiente.

- 10. Existe concentración de masas en niveles**, se puede decir que las altas concentraciones de masa en ciertos niveles de las edificaciones son producto de disposición de elementos pesados en los mismos, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, sala de máquinas etc. En este sentido, cuando dichos elementos pesados se ubican a mayor altura los daños aumentan, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta son mayores hacia donde estos se encuentren, con lo cual se tiene una respuesta estructural mayor lo que ocasiona por consiguiente grandes daños y por ende una mayor posibilidad de colapso. (Blanco, 2012).

11. En los principales elementos estructurales se observa:

- No existen / son precarios (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos): Los elementos muestran grietas grandes con o sin separación de muros, trituración o dislocación; separación entre elementos que cumplen función estructural y/o muestra severo deterioro en elemento que cumplen función estructural.
- Deterioro y/o humedad (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos): Los elementos muestran fisuras diagonales o longitudinales en muros; agrietamiento en elementos estructurales y/o muestra severa humedad en elementos estructurales.
- Regular estado (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos): Los elementos muestran fisuras en el revoque de paredes y techo, ligeros agrietamientos, fisuras en elementos estructurales.
- Buen estado (cimiento, columnas, muros portantes, vigas, techos): Sin daño visible en los elementos estructurales, con posibles fisuras en los revoques de paredes y techos. En general no se observa daños en la construcción.

12. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por:

- Humedad
- Cargas laterales
- Colapso elementos del entorno
- Debilitamiento por modificaciones
- Debilitamiento por sobrecarga
- Densidad de muros inadecuada

CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA.

La presente investigación se ubica en:

País: Perú.

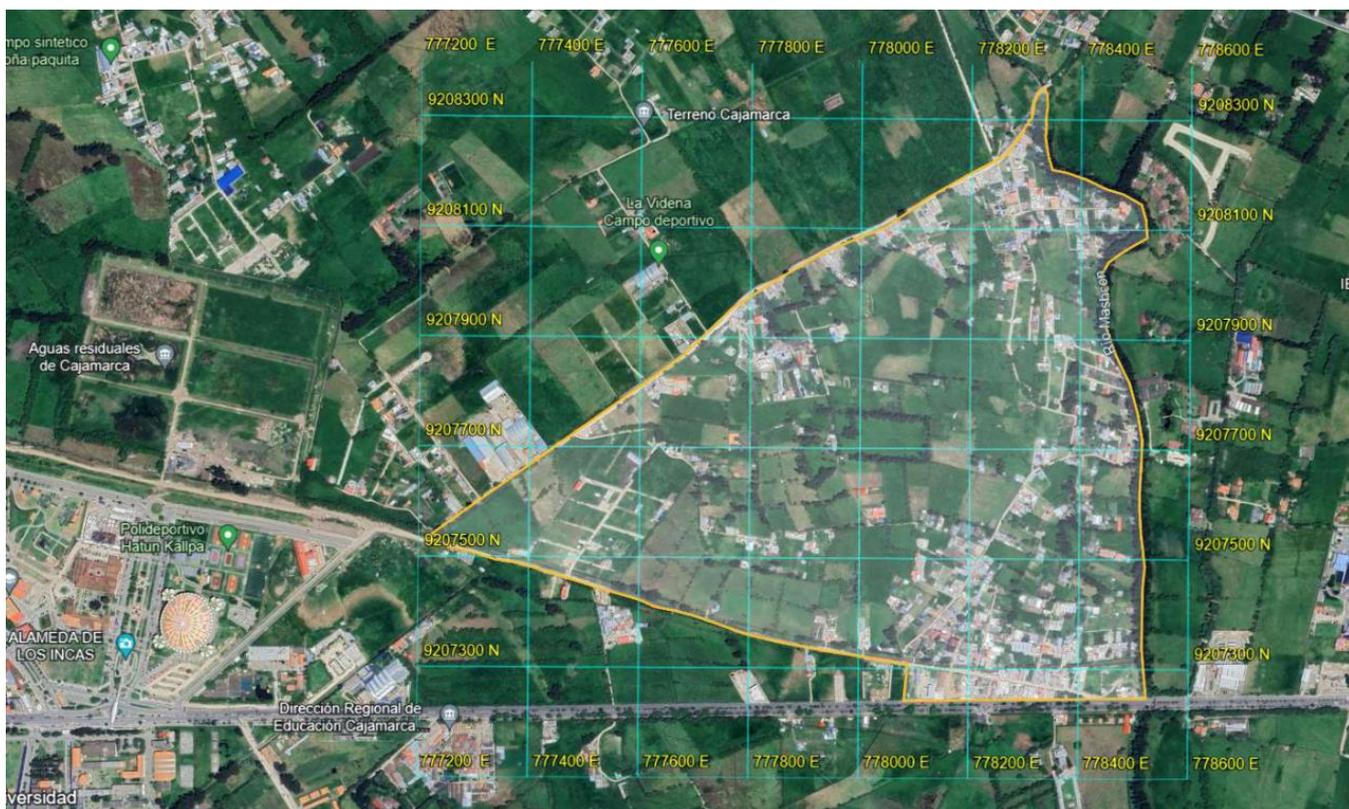
Departamento: Cajamarca

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Cajamarca.

Centro poblado: Bella Unión

Figura 12: Ubicación del centro poblado Bella Unión en el distrito de Cajamarca.



Fuente: Google Earth

3.1.2. UBICACIÓN SISMICA.

En función a lo establecido en la norma técnica E.030 podemos ubicar al distrito de Cajamarca en la Zona sísmica 3.

Figura 13: Zonas Sísmicas del Perú.



Fuente: Norma técnica E.030.

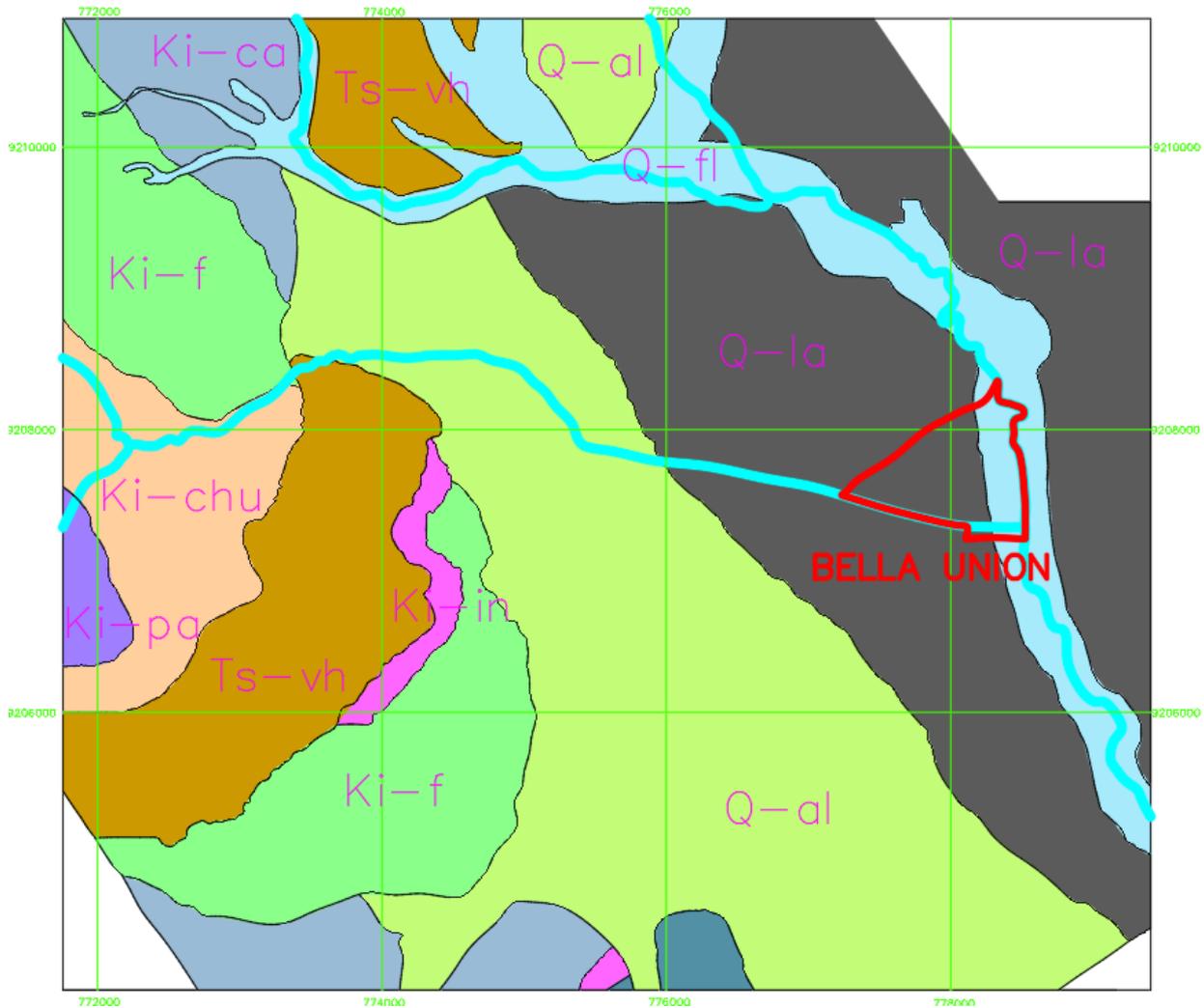
3.1.3. UBICACIÓN GEOLOGICA.

INDECI (2005) en el Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca, elaboró un mapa geológico de la ciudad de Cajamarca en el cual se pueden observar las distintas formaciones geológicas presentes en esta ciudad tales como: Formación Carhuaz, Formación chimú, Formación Chulec, Formación, Farrat y Formación Inca, Volcánico Huambos, además de depósitos de material de origen Aluvial, Fluvial y Lagunar.

El centro poblado Bella Unión se encuentra sobre Depósitos lagunares (Q-la) constituido por depósitos de materiales finos con mezclas de limos, arcillas y algo de gravas, con presencia importante de horizontes orgánicos, contaminando los paquetes de arcillas inorgánicas, los cuales demuestran la existencia de periodos lagunares. Los depósitos lagunares presentan una secuencia continua intercalada de materiales gruesos producto de las invasiones aluvionales, teniendo mayor persistencia los materiales finos como limos y arcillas., el suelo de la zona también está compuesto por depósitos fluviales (Q-fl) Constituido por materiales que se encuentran dentro, cerca y bordeando los cauces de los ríos y las terrazas que se han formado durante el desarrollo geológico reciente de los mismos. Están compuestos

mayormente por cantos rodados, gradando desde planares a casi esféricos; en los planares, y en los semiangulosos se encuentran erosionados sus bordes. Las geoformas de los cantos nos indican la distancia y origen de los materiales que fueron erosionados y transportados por los ríos.

Figura 14: Mapa geológico de Cajamarca



Fuente: Elaboración propia en base a “Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca” (INDECI 2005).

En la figura anterior se muestra las unidades estructurales siguientes:

- Ki-ca: Formación Carhuaz
- Ki-chu: Formación Chulec
- Ki-f: Formación Farrat
- Ki-in: Formación Inca
- Ki-pa: Formación Pariatambo

- Q-al: Depósitos Aluviales
- Q-fl: Depósitos Fluviales
- Q-la: Depósitos Lagunares
- Ts-vh: Volcánico Huambos

3.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- **Útiles de escritorio:** Para realizar los apuntes de la encuesta correctamente.
- **Nivel de ingeniero:** Para medir las pendientes del terreno en el que se ubican las viviendas y las viviendas colindantes, en concordancia con la topografía de la zona (Apéndice 13)
- **Manual del verificador:** Para llenado correcto de cada parámetro que influye sobre la vulnerabilidad sísmica.
- **Ficha INDECI a aplicar:** Para recopilar la información de las viviendas de la zona en estudio, acorde a la ficha de verificación del INDECI (Apéndice 1)

3.3. PROCEDIMIENTO.

3.3.1. SELECCIÓN DE LA POBLACION EN ESTUDIO.

El C.P. Bella Unión es una zona en expansión de la ciudad de Cajamarca, esto ha quedado evidenciado en la antigüedad de las construcciones de la zona.

Para determinar la población en estudio se utilizó el último censo de población y vivienda 2017 del INEI. Obteniendo que la zona cuenta con 287 viviendas habitadas y 12 viviendas deshabitadas, dando un total de 299 viviendas.

3.3.2. CALCULO DE MUESTRA.

La muestra ha sido calculada para una población finita usando la siguiente fórmula:

Formula 1: Cálculo de tamaño de muestra para población finita.

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

Dónde:

n: muestra o tamaño de muestra poblacional

N: tamaño de población total

Z: nivel de confianza

σ : desviación estándar de la población

e: error muestral aceptable

Los valores a usar para el cálculo de la muestra son:

N:287 viviendas (obtenido del censo de población y vivienda 2017)

Z:1.96 (valor para el 95% de confianza)

σ :0.5

e:0.10 (10%)

Obtenemos entonces una muestra de:

n=73.6 viviendas

Redondeando tendremos:

n=74 viviendas

3.3.3. APLICACION DE LA FICHA INDECI.

La aplicación de la ficha INDECI se realizó de manera estandarizada y de manera proporcional al material de las viviendas y distribución demográfica de la zona.

Para la correcta aplicación de la ficha se utilizó el manual del verificador proporcionada por el INDECI en las que se detalla cómo se evalúa y califica cada ítem

3.4. TRATAMIENTO, ANALISIS DE DATOS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.

Luego de la recolección de datos respecto a las 74 viviendas que conforman la muestra, se utilizó el software EXCEL como base de datos y como herramienta para el análisis de los datos obtenidos encontrando así en nivel de vulnerabilidad ante sismo y una evaluación general de las viviendas que conforman la zona de Bella Unión.

Para la evaluación de las viviendas se solicitó el nombre de la persona que proporcione la información sobre esta, además de la autorización para fotografiar la vivienda y las fallas que estas presentan, en algunos casos fue necesario incluso una inspección interna de la vivienda debido a que la persona entrevistada no podía brindar información precisa respecto a la edificación, además se realizaron preguntas complementarias con el fin de obtener información completa respecto de la vivienda y permitieron calificar de mejor forma cada ítem de la ficha.

Las fotos tomadas en las viviendas permiten corroborar los datos consignados en las fichas y almacenados en la base de datos y en conjunto con los datos de las personas entrevistadas, contribuyen a refrendar la realización de la investigación y ratifican su validez

En la siguiente tabla se presenta de forma numérica un resumen general de todos los datos obtenidos y nivel de vulnerabilidad ante sismo de cada vivienda y de la zona.

Tabla 4: Datos y resultados de la aplicación de la ficha INDECI.

CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA														
N° VIVIENDA	1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION	3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	4. TIPO DE SUELO	5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA	6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA	7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA	8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN	9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA	10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...	11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA	12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...	TOTAL	NIVEL DE VULNERABILIDAD
1	1	1	1	4	2	2	1	1	4	4	1	0	22	ALTO
2	2	4	2	4	2	2	1	1	4	1	3	0	26	MUY ALTO
3	4	4	3	4	2	2	1	1	4	1	3	0	29	MUY ALTO
4	2	4	2	4	1	4	1	1	4	4	1	0	28	MUY ALTO
5	4	4	4	3	2	4	1	1	4	1	3	0	31	MUY ALTO
6	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1	0	18	ALTO
7	2	2	1	3	1	4	1	1	1	1	1	0	18	ALTO
8	1	3	3	4	1	1	1	1	4	4	3	0	26	MUY ALTO
9	1	4	2	4	1	1	1	1	4	4	1	0	24	ALTO
10	1	1	2	4	1	1	1	1	4	4	3	0	23	ALTO
11	2	4	3	4	1	1	1	4	4	4	3	0	31	MUY ALTO
12	2	4	2	4	1	1	1	1	4	1	3	0	24	ALTO
13	2	1	2	4	2	2	1	1	1	1	2	4	23	ALTO
14	2	4	2	3	1	1	4	1	1	1	1	0	21	ALTO
15	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	13	BAJO
16	1	1	2	3	1	1	4	1	1	4	2	0	21	ALTO
17	2	1	2	3	1	1	4	1	4	1	1	4	25	MUY ALTO
18	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	3	4	27	MUY ALTO

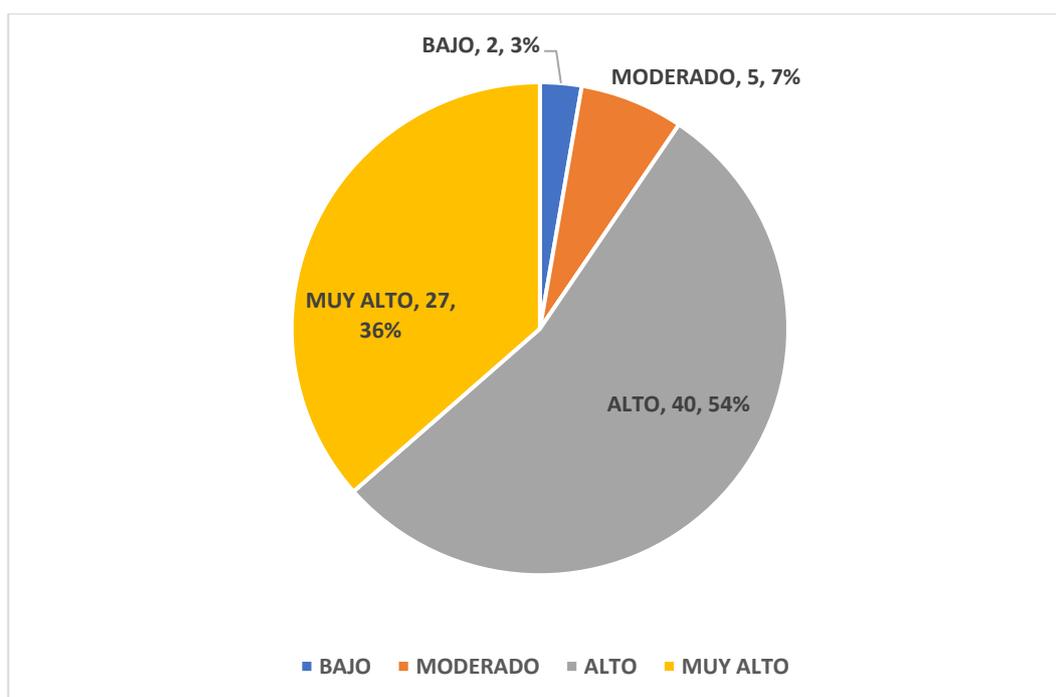
19	4	4	2	3	1	1	1	1	1	1	3	4	26	MUY ALTO
20	4	4	3	3	1	2	1	4	4	1	2	4	33	MUY ALTO
21	1	4	2	3	1	1	4	1	1	4	3	0	25	MUY ALTO
22	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	0	20	ALTO
23	4	4	2	4	1	1	1	1	1	1	4	0	24	ALTO
24	2	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	4	22	ALTO
25	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	0	14	BAJO
26	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	3	4	23	ALTO
27	4	4	3	4	1	2	1	1	4	1	3	0	28	MUY ALTO
28	2	2	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	29	MUY ALTO
29	4	4	2	4	1	1	1	1	4	1	2	4	29	MUY ALTO
30	1	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	4	23	ALTO
31	4	4	3	4	1	1	1	1	4	1	2	4	30	MUY ALTO
32	1	1	2	3	1	1	4	1	1	1	1	4	21	ALTO
33	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	20	ALTO
34	2	4	2	3	1	1	1	1	4	1	3	0	23	ALTO
35	1	4	2	3	2	2	1	1	1	1	1	4	23	ALTO
36	1	4	2	3	1	1	1	4	1	1	1	0	20	ALTO
37	2	4	1	3	1	1	1	1	4	1	4	4	27	MUY ALTO
38	2	4	2	3	1	1	1	1	1	1	3	4	24	ALTO
39	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1	3	4	21	ALTO
40	2	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	4	22	ALTO
41	2	4	2	3	1	1	1	1	4	4	3	4	30	MUY ALTO
42	4	4	4	3	1	1	1	1	1	1	3	4	28	MUY ALTO
43	2	1	2	3	1	1	4	1	1	1	3	4	24	ALTO
44	2	4	2	3	2	2	1	1	1	1	3	4	26	MUY ALTO
45	2	1	2	3	2	2	1	1	1	1	3	4	23	ALTO
46	2	4	2	3	1	1	4	1	1	1	3	4	27	MUY ALTO
47	2	4	2	3	1	1	1	1	4	1	2	0	22	ALTO
48	2	4	2	3	1	1	1	1	4	1	1	0	21	ALTO
49	2	4	2	3	1	1	4	1	4	1	2	0	25	MUY ALTO
50	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	16	MODERADO
51	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	16	MODERADO
52	1	2	1	3	1	1	1	1	4	1	1	0	17	MODERADO
53	2	4	2	4	1	1	1	1	4	1	1	0	22	ALTO
54	1	4	3	4	1	1	1	1	4	4	1	0	25	MUY ALTO
55	2	1	2	4	1	1	1	1	4	1	2	0	20	ALTO
56	1	1	2	4	2	2	4	4	1	1	1	0	23	ALTO
57	2	4	1	4	1	1	1	1	4	1	1	0	21	ALTO
58	1	4	1	4	1	1	4	1	1	4	1	0	23	ALTO
59	4	4	2	4	1	1	4	1	1	1	1	4	28	MUY ALTO
60	1	1	2	4	1	1	4	4	1	4	2	0	25	MUY ALTO
61	4	4	2	3	1	1	1	1	1	1	2	0	21	ALTO
62	1	1	2	3	1	1	4	1	1	1	1	4	21	ALTO
63	4	4	3	3	1	1	1	1	4	1	3	0	26	MUY ALTO
64	2	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0	19	ALTO

65	4	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	0	21	ALTO
66	3	4	1	4	1	2	1	1	1	1	1	0	20	ALTO
67	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	0	15	MODERADO
68	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	2	4	26	MUY ALTO
69	1	4	2	3	1	1	1	1	1	4	1	0	20	ALTO
70	1	1	1	4	1	1	1	4	1	4	1	0	20	ALTO
71	1	1	2	4	1	1	4	1	1	1	1	0	18	ALTO
72	2	1	1	3	1	1	1	1	1	4	1	0	17	MODERADO
73	4	4	3	3	1	1	1	1	1	1	2	0	22	ALTO
74	2	4	2	3	1	1	4	1	4	4	1	0	27	MUY ALTO
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA ZONA DE BELLA UNIÓN													ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Los propietarios, ubicación y demás datos recolectados se encuentran en los apéndices 2, 3, 4, 5 y 6 de esta investigación.

Figura 15: Diagrama sectorial del estado de vulnerabilidad de las viviendas del C.P. Bella Unión



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan algunos casos representativos de las viviendas evaluadas con la ficha INDECI y que nos permitirán entender el trabajo de campo realizado y como se llegó a obtener la vulnerabilidad ante sismo de cada vivienda.

- **Vivienda N° 3:**

Figura 16: Fachada vivienda N° 3



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 1: Material predominante de la edificación.

La estructura de soporte de la vivienda ha sido construida con unidades de adobe unidas con barro y sin ningún tipo de refuerzo estos soportan las cargas verticales de la edificación transmitidas por vigas de madera en ambos pisos al igual que la cobertura. La valoración que corresponde a este material es de 4.

Criterio 2: La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

La propietaria manifestó que su vivienda fue construida por un maestro de obra y con ayuda de peones y la participación de su esposo. El valor que corresponde a edificaciones en las que no participo un ingeniero civil en diseño y/o construcción es de 4.

Criterio 3: Antigüedad de la edificación.

La propietaria señalo que la vivienda fue construida hace aproximadamente 40 años. El valor que corresponde a edificaciones de esta antigüedad es 3.

Criterio 4: Tipo de suelo.

Como se indica en Apéndice 12 (Plano de distribución por tipo de suelo de las viviendas de Bella Unión) la vivienda número 3 se encuentra cimentada sobre un depósito fluvial (Q-fl) al que corresponde una valoración de 4.

Criterio 5: Topografía del terreno de la vivienda.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno de la vivienda) La pendiente del terreno sobre el que ha sido construido la vivienda es del 20 %, como se puede apreciar el nivel de piso terminado de la vivienda se encuentra por debajo del

nivel de la carretera colindante y cuyo relleno propicio el incremento de la pendiente de la vivienda. Este valor se encuentra entre 10% y 20% según el método del INDECI le corresponde el valor de 2.

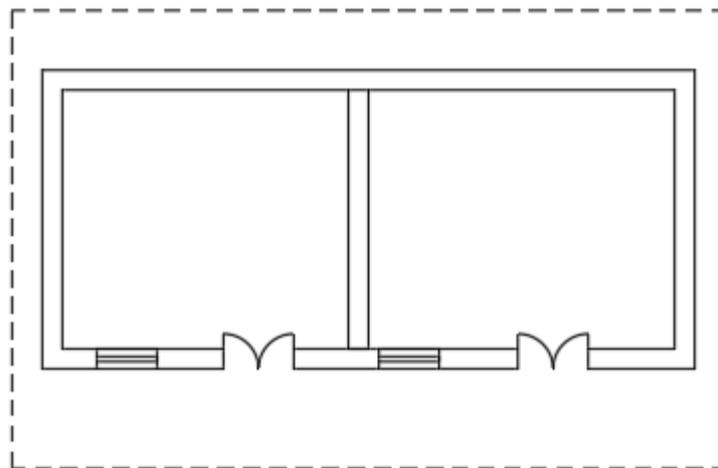
Criterio 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.), el terreno colindante a la vivienda es de menor pendiente sin embargo la pendiente se encuentra también entre 11%, encontrándose entre el 10% y 20%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 2.

Criterio 7: Configuración geométrica en planta.

La edificación es de forma rectangular y no presenta excesivo alargamiento del lado mayor por lo que su forma es regular, le corresponde el valor de 1.

Figura 17: Croquis de la planta de la vivienda N° 3.

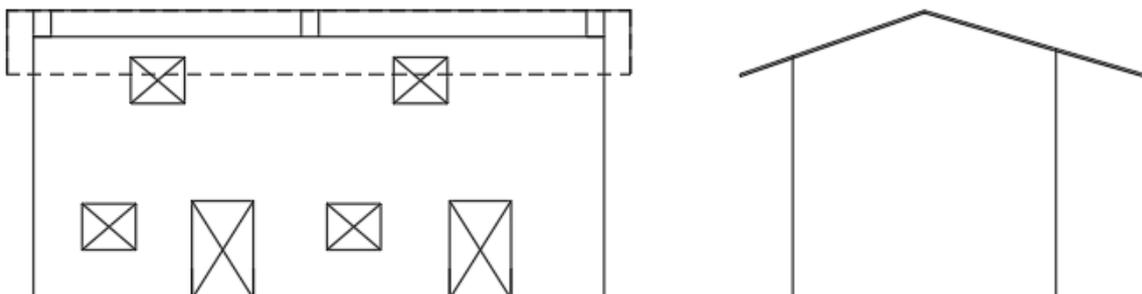


Fuente: Elaboración propia.

Criterio 8: Configuración geométrica en elevación.

La planta de la edificación se conserva en ambos niveles y no presenta irregularidades en su altura, le corresponde el valor de 1.

Figura 18: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 3.



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.

La edificación no presenta juntas de dilatación con las viviendas colindantes y tampoco con construcciones posteriores que se realizaron adheridas lateralmente a ella, a la ausencia de juntas de dilatación le corresponde un valor de 4.

Criterio 10: Existe concentración de masas en niveles ...

La edificación tiene una distribución de masas uniforme y que disminuye en función de su altura, tampoco existe presencia de almacenes, bibliotecas, tanques u otros elementos que el método INDECI considere una concentración de masa, por lo que consideraremos, que la concentración de masa se encuentra en los niveles inferiores correspondiéndole un valor de 1.

Criterio 11: En los principales elementos estructurales se observa.

La cimentación presenta humedad moderada que ha ido emergiendo levemente hacia los muros, los muros portantes presentan agrietamiento por lo que se encuentran estado de deterioro, además los elementos que conforman el techo han sufrido deformaciones ocasionando que la cobertura no se encuentre fija a ellos por lo tanto el techo también se encuentra deteriorado, las vigas de presentan deformación moderada, por lo que se encuentra en regular estado. A este estado de los elementos estructurales le corresponde un valor de 3.

Criterio 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

La edificación presenta humedad leve sin embargo al no ser muy severa se ha considerado en el criterio anterior por lo que para este criterio consideraremos el valor de 0.

Tabla 5: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°3 para casos de sismo

SUMATORIA DE VALORES DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Σ	4	4	3	4	2	2	1	1	4	1	3	0	29
NIVEL DE VULNERABILIDAD												MUY ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de vulnerabilidad MUY ALTO con una calificación mayor a 24, el INDECI considera que caso de sismo no es posible acceder a una zona de seguridad en el interior de la edificación.

Figura 19: Ficha de verificación vivienda N° 3

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento. Cajamarca		2. Provincia. Cajamarca		3. Distrito. Cajamarca		4. N° de vivienda: 03	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Rosa Esperanza Mantilla Heras							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe	(X)	1.6. Adobe reforzado	()	1.8. Albañilería confinada	()	1.9. Concreto Armado	()
1.2. Quincha	()	1.7. Albañilería	()			1.10. Acero	()
1.3. Mampostería	()		3		2		1
1.4. Madera	()						
1.5. Otros	()						
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	(X)	2.2. Solo construcción	()	2.3. Solo diseño	()	2.4. Si, totalmente	()
	4		3		2		1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	()	3.2. De 20 a 49 años	(X)	3.3. De 3 a 19 años	()	3.4. De 0 a 2 años	()
	4		3		2		1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	(X)	4.4. Depósito de suelos finos	()	4.6. Granular fino y arcilloso	()	4.7. Suelos rocosos	()
4.2. Depósitos marinos	()		3		2		1
4.3. Pantanosos, turba	()	4.5. Arena de Gran espesor	()				
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	()	5.2. Entre 45% a 20%	()	5.3. Entre 20% a 10%	(X)	5.4. Hasta 10%	()
	4		3		2		1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	()	6.2. Entre 45% a 20%	()	6.3. Entre 20% a 10%	(X)	6.4. Hasta 10%	()
	4		3		2		1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	()	7.2. Regular	(X)	8.1. Irregular	()	8.2. Regular	(X)
	4		1		4		1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	(X)	9.2. Sí	()	10.1. Superiores	()	10.2. Inferiores	(X)
	4		1		4		1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento	()	1 Cimiento	(X)	1 Cimiento	()	1 Cimiento	()
2 Columnas	()	2 Columnas	()	2 Columna	()	2 Columnas	()
3 Muros portantes	()	3 Muros portantes	(X)	3 Muros portantes	()	3 Muros portantes	()
	4		3		2		1
4 Vigas	()	4 Vigas	()	4 Vigas	(X)	4 Vigas	()
5 Techos	()	5 Techos	(X)	5 Techos	()	5 Techos	()
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad	()	12.4 Debilitamiento por modificaciones	()	12.6. Densidad de muros inadecuada	()	12.8. No aplica	(X)
	4		4		4		0
12.2 Cargas laterales	()	12.5. Debilitamiento por sobrecarga	()	12.7. Otros.....	()		
12.3 Colapso elementos del entorno	()						

Fuente: Elaboración propia.

- **Vivienda N° 16:**

Figura 20: Fachada vivienda N° 16



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 1: Material predominante de la edificación.

La vivienda está construida con pórticos de concreto armado es decir sus elementos resistentes son vigas columnas y zapatas. Para este sistema el valor que corresponde es 1.

Criterio 2: La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

El propietario de la vivienda manifestó que su vivienda fue diseñada y construida por un ingeniero civil, por lo que le corresponde un valor de 1.

Criterio 3: Antigüedad de la edificación.

El propietario señaló que la construcción de la vivienda culminó el año 2020 sin embargo se realizó progresivamente a lo largo de varios años, habiéndose iniciado hace aproximadamente 15 años, por lo que le corresponde un valor de 2.

Criterio 4: Tipo de suelo.

Como se indica en Apéndice 12 (Plano de distribución por tipo de suelo de las viviendas de Bella Unión) la vivienda número 16 se encuentra cimentada sobre un depósito lagunar (Q-la) al que corresponde una valoración de 3.

Criterio 5: Topografía del terreno de la vivienda.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno de la vivienda) la pendiente del terreno sobre el que ha sido construida la vivienda es del 4% que se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

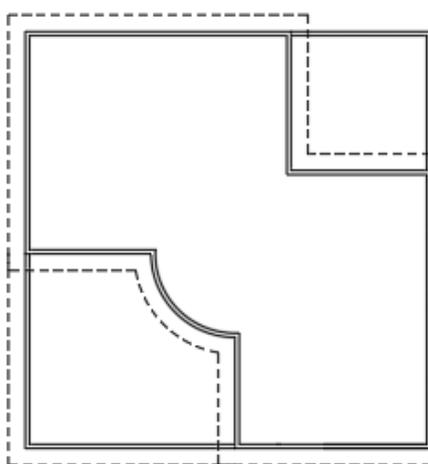
Criterio 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia) la pendiente del terreno colindante a la vivienda es del 6% que se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

Criterio 7: Configuración geométrica en planta.

La disposición de la estructura en el plano horizontal es compleja y no cuenta con juntas de dilatación sísmica que separe los macizos principales de la estructura, por lo que le corresponde un valor de 4.

Figura 21: Croquis de la planta de la vivienda N°16.

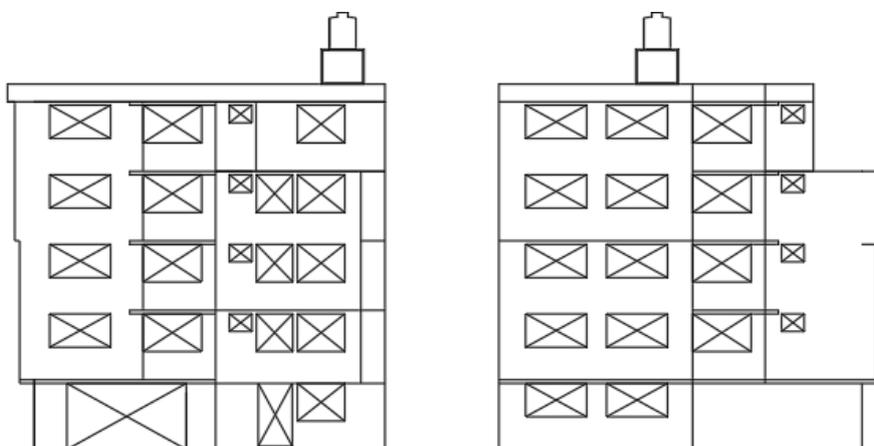


Fuente: Elaboración propia.

Criterio 8: Configuración geométrica en elevación.

La planta de la edificación se conserva en todos sus niveles y no presenta irregularidades significativas en su altura, por lo que le corresponde el valor de 1.

Figura 22: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 16.



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.

La edificación no presenta juntas de dilatación entre los macizos que la conforman sin embargo ese caso ya se consideró en el criterio 7, además, la edificación no tiene edificaciones colindantes así que en caso de sismo esta tiene libertad de movimiento, por lo que le corresponde el valor de 1.

Criterio 10: Existe concentración de masas en niveles ...

Como observamos en la Figura 22 la edificación cuenta con un tanque elevado de 1100 L de volumen por encima del nivel de la azotea, según el método del INDECI la presencia de este tanque en el último nivel es una concentración de masa en los niveles superiores y le corresponde un valor de 4.

Criterio 11: En los principales elementos estructurales se observa.

La cimentación presenta humedad moderada que ha ido emergiendo levemente hacia los muros, los muros, sin embargo, esto se encuentran en buen estado, de igual forma las vigas, columnas y techos, por lo que le corresponde un valor de 2.

Criterio 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

La edificación presenta humedad leve sin embargo al no ser muy severa se ha considerado en el criterio anterior por lo que para este criterio consideraremos el valor de 0.

Tabla 6: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°16 para casos de sismo

SUMATORIA DE VALORES DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Σ	1	1	2	3	1	1	4	1	1	4	2	0	21
NIVEL DE VULNERABILIDAD												ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de vulnerabilidad ALTO con una calificación entre 18 y 24, el INDECI considera que caso de sismo no es posible acceder a una zona de seguridad en el interior de la edificación para ello se requieren cambios drásticos en la estructura. En caso de sismo se debe evacuar la edificación de manera inmediata.

Figura 23: Ficha de verificación vivienda N° 16

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 16	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Leandro Mantilla							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Mampostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No ()	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Sí, totalmente (X)	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Sí (X)	1	10.1. Superiores (X)	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)		1 Cimiento ()	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad ()		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2 Cargas laterales ()	4			12.7. Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()					

Fuente: Elaboración propia.

- **Vivienda N° 21:**

Figura 24: Fachada vivienda N° 21



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 1: Material predominante de la edificación.

La vivienda es una edificación mixta construida en base a pórticos de concreto armado y muros de albañilería confinada, los principales elementos resistentes de la edificación son vigas, columnas y zapatas y en menor medida los muros de albañilería confinada ubicados en el eje corto de la edificación, al predominar como material de la edificación el concreto armado le corresponde un valor de 1

Criterio 2: La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

El propietario de la vivienda manifestó que su vivienda fue diseñada y construida por un maestro de obra, por lo que le corresponde un valor de 4.

Criterio 3: Antigüedad de la edificación.

El propietario señaló que la vivienda tiene 10 años de antigüedad. El valor que corresponde a edificaciones de esta antigüedad es 2.

Criterio 4: Tipo de suelo.

Como se indica en Apéndice 12 (Plano de distribución por tipo de suelo de las viviendas de Bella Unión) la vivienda número 21 se encuentra cimentada sobre un depósito lagunar (Q-la) al que corresponde una valoración de 3.

Criterio 5: Topografía del terreno de la vivienda.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno de la vivienda) la pendiente del terreno sobre el que ha sido construida la vivienda es del 0% esta se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

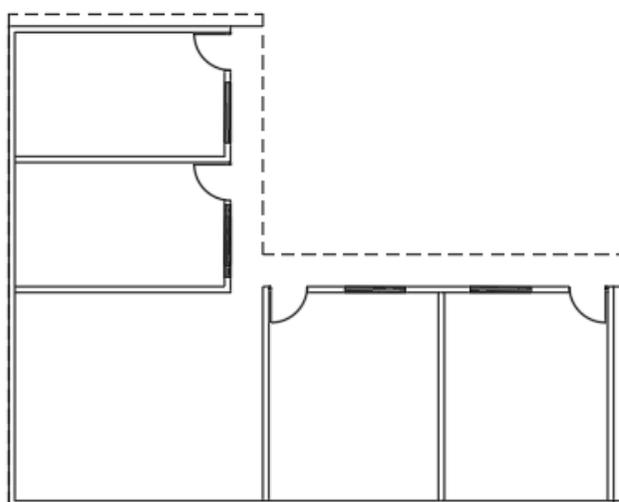
Criterio 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia) la pendiente del terreno colindante a la vivienda es del 2% esta se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

Criterio 7: Configuración geométrica en planta.

La disposición de la estructura en el plano horizontal es compleja (forma de L) y no cuenta con juntas de dilatación sísmica que separe los macizos principales de la estructura, por lo que le corresponde un valor de 4.

Figura 25: Croquis de la planta de la vivienda N° 21.

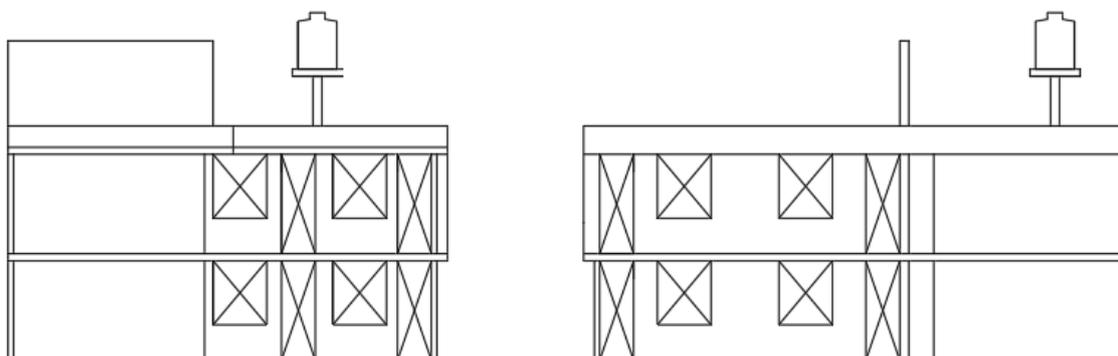


Fuente: Elaboración propia.

Criterio 8: Configuración geométrica en elevación.

La planta de la edificación se conserva en ambos niveles y no presenta irregularidades en su altura, le corresponde el valor de 1.

Figura 26: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 21.



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.

La edificación no presenta juntas de dilatación entre los macizos que la conforman sin embargo ese caso ya se consideró en el criterio 7, además, la edificación no tiene edificaciones colindantes así que en caso de sismo esta tiene libertad de movimiento, por lo que le corresponde el valor de 1.

Criterio 10: Existe concentración de masas en niveles ...

Como observamos en la Figura 26 la edificación cuenta con un tanque elevado de 1100 L de volumen por encima del nivel de la azotea, según el método del INDECI la presencia de este tanque en el último nivel es una concentración de masa en los niveles superiores y le corresponde un valor de 4.

Criterio 11: En los principales elementos estructurales se observa.

La cimentación presenta humedad de forma considerable, la humedad ha emergido a los muros portantes, estos también presentan agrietamiento, las columnas presentan humedad mínima, pero se encuentran en buenas condiciones, vigas y techos se encuentran en buen estado, el valor que corresponde a este criterio es de 3.

Criterio 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

La edificación presenta humedad considerable en la cimentación la cual fue considerada en el criterio 11 el resto de la edificación no presenta otros factores que incidan en la vulnerabilidad, por lo que consideraremos el valor de 0.

Tabla 7: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°21 para casos de sismo

SUMATORIA DE VALORES DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Σ	1	4	2	3	1	1	4	1	1	4	3	0	25
NIVEL DE VULNERABILIDAD												MUY ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de vulnerabilidad MUY ALTO con una calificación mayor a 24, el INDECI considera que caso de sismo no es posible acceder a una zona de seguridad en el interior de la edificación.

Figura 27: Ficha de verificación vivienda N° 21

FICHA DE VERIFICACION							
DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO							
A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 21	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Alex Chavez Huaman							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Mampostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No (X)	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Sí, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores (X)	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes (X)	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes ()	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad ()		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6 Densidad de muros inadecuada ()		12.8 No aplica (X)	
12.2 Cargas laterales ()	4			12.7 Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()		12.5 Debilitamiento por sobrecarga ()					

Fuente: Elaboración propia.

- **Vivienda N° 40:**

Figura 28: Fachada vivienda N° 40



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 1: Material predominante de la edificación.

El sistema estructural del que ha sido construida la vivienda es albañilería confinada, los elementos resistentes de la edificación con los muros portantes hechos de ladrillo artesanal con aparejo de soga confinados por columnas de 25x25cm y cimientos corridos, a este sistema le corresponde una valoración de 2.

Criterio 2: La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

La propietaria de la vivienda manifestó que su vivienda fue diseñada y construida por un maestro de obra, por lo que le corresponde un valor de 4.

Criterio 3: Antigüedad de la edificación.

La propietaria señaló que la vivienda tiene 9 años de antigüedad. El valor que corresponde a edificaciones de esta antigüedad es 2.

Criterio 4: Tipo de suelo.

Como se indica en Apéndice 12 (Plano de distribución por tipo de suelo de las viviendas de Bella Unión) la vivienda número 40 se encuentra cimentada sobre un depósito lagunar (Q-la) al que corresponde una valoración de 3.

Criterio 5: Topografía del terreno de la vivienda.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno de la vivienda) la pendiente del terreno sobre el que ha sido construida la vivienda es del 0% esta

se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

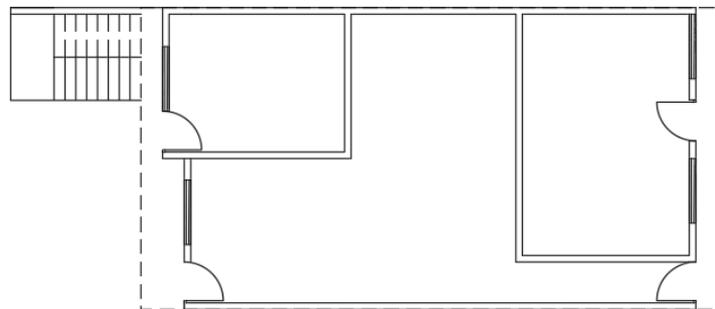
Criterio 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia) la pendiente del terreno colindante a la vivienda es del 2% esta se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

Criterio 7: Configuración geométrica en planta.

La disposición de la estructura en el plano horizontal es en forma rectangular es de decir tiene una configuración geométrica regular, por lo que le corresponde un valor de 1.

Figura 29: Croquis de la planta de la vivienda N° 40.

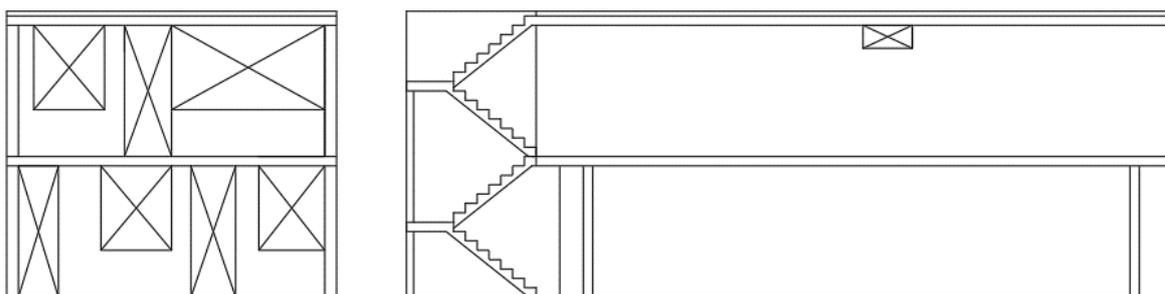


Fuente: Elaboración propia.

Criterio 8: Configuración geométrica en elevación.

La planta de la edificación se conserva en ambos niveles y no presenta irregularidades en su altura, le corresponde el valor de 1.

Figura 30: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 40.



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.

La edificación no requiere juntas de dilatación ya que presenta una geometría regular, además no tiene edificaciones colindantes por lo que la edificación tiene libertad de movimiento, a este caso le corresponde un valor de 1.

Criterio 10: Existe concentración de masas en niveles ...

La edificación tiene una distribución de masas uniforme, no existe presencia de almacenes, bibliotecas, tanques u otros elementos que el método INDECI considere una concentración de masa, por lo que consideraremos, que la concentración de masa se encuentra en los niveles inferiores correspondiéndole un valor de 1.

Criterio 11: En los principales elementos estructurales se observa.

Los elementos estructurales de la edificación se encuentran en buen estado, por lo que le corresponde un valor de 1.

Criterio 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

La edificación presenta humedad en la cimentación, muros, columnas y techo debido a la acumulación de agua de lluvia, entonces consideraremos a la humedad como un factor que incide en la vulnerabilidad, correspondiéndole un valor de 4.

Tabla 8: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°40 para casos de sismo

SUMATORIA DE VALORES DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Σ	2	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	4	22
NIVEL DE VULNERABILIDAD												ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de vulnerabilidad ALTO con una calificación entre 18 y 24, el INDECI considera que caso de sismo no es posible acceder a una zona de seguridad en el interior de la edificación para ello se requieren cambios drásticos en la estructura. En caso de sismo se debe evacuar la edificación de manera inmediata.

Figura 31: Ficha de verificación vivienda N° 40

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 40	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Juana Saldaña							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe ()		1.6 Adobe reforzado ()		1.8 Albañilería confinada (X)	2	1.9 Concreto Armado ()	
1.2 Quincha ()		1.7 Albañilería ()	3			1.10 Acero ()	1
1.3 Mampostería ()	4						
1.4 Madera ()							
1.5 Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No (X)	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Si, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular ()	4	7.2. Regular (X)	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores (X)	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad (X)		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica ()	
12.2 Cargas laterales ()	4			12.7. Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()					

Fuente: Elaboración propia.

- **Vivienda N° 60:**

Figura 32: Fachada vivienda N° 60



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 1: Material predominante de la edificación.

La vivienda está construida con pórticos de concreto armado es decir sus elementos resistentes son vigas columnas y zapatas. Para este sistema el valor que corresponde es 1.

Criterio 2: La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción.

El propietario de la vivienda manifestó que su vivienda fue diseñada y construida por un ingeniero civil, por lo que le corresponde un valor de 1.

Criterio 3: Antigüedad de la edificación.

El propietario señaló que la construcción de la vivienda se culminó el año 2021, teniendo la vivienda 3 años de antigüedad, por lo que le corresponde un valor de 2.

Criterio 4: Tipo de suelo.

Como se indica en Apéndice 12 (Plano de distribución por tipo de suelo de las viviendas de Bella Unión) la vivienda número 60 se encuentra cimentada sobre un depósito fluvial (Q-fl) al que corresponde una valoración de 4.

Criterio 5: Topografía del terreno de la vivienda.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno de la vivienda) la pendiente del terreno sobre el que ha sido construida la vivienda es del 0% esta se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

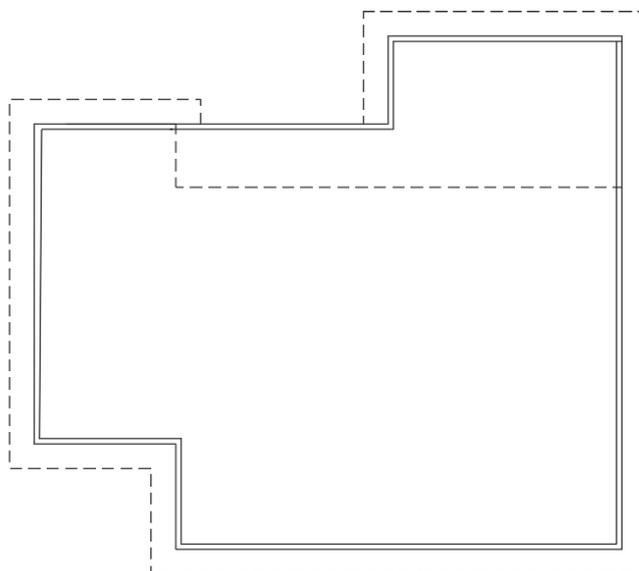
Criterio 6: Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia.

Como se aprecia en el Apéndice 4 (Datos de campo, sección topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia) la pendiente del terreno colindante a la vivienda es del 3% esta se encuentra entre 0% y 10%, por lo que según el método del INDECI le corresponde el valor de 1.

Criterio 7: Configuración geométrica en planta.

La disposición de la estructura en el plano horizontal es compleja (forma de U) y no cuenta con juntas de dilatación sísmica que separe los macizos principales de la estructura, por lo que le corresponde un valor de 4.

Figura 33: Croquis de la planta de la vivienda N° 60.

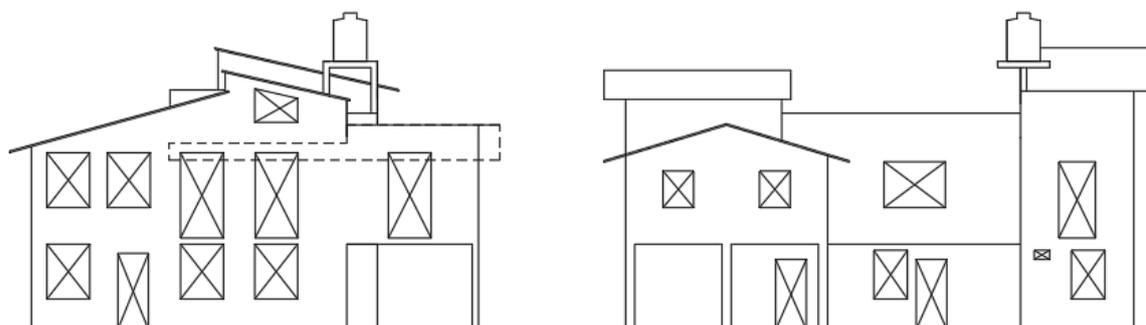


Fuente: Elaboración propia.

Criterio 8: Configuración geométrica en elevación.

La planta de la edificación no se conserva en todos sus niveles y presenta cambios bruscos de rigidez en el primer nivel, por lo que le corresponde el valor de 4.

Figura 34: Croquis de las vistas laterales de la vivienda N° 60.



Fuente: Elaboración propia.

Criterio 9: Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura.

La edificación no presenta juntas de dilatación entre los macizos que la conforman sin embargo ese caso ya se consideró en el criterio 7, además, la edificación no tiene edificaciones colindantes así que en caso de sismo esta tiene libertad de movimiento, por lo que le corresponde el valor de 1.

Criterio 10: Existe concentración de masas en niveles ...

Como observamos en la Figura 34 la edificación cuenta con un tanque elevado de 1100 L de volumen por encima del nivel de la azotea, según el método del INDECI la presencia de este tanque en el último nivel es una concentración de masa en los niveles superiores y le corresponde un valor de 4.

Criterio 11: En los principales elementos estructurales se observa.

La cimentación presenta humedad ligera que ha ido emergiendo levemente hacia los muros, los muros, sin embargo, esto se encuentran en buen estado, de igual forma las vigas, columnas y techos, por lo que le corresponde un valor de 2.

Criterio 12: Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...

La edificación presenta humedad leve sin embargo al no ser muy severa se ha considerado en el criterio anterior por lo que para este criterio consideraremos el valor de 0.

Tabla 9: Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda N°16 para casos de sismo

SUMATORIA DE VALORES DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Σ	1	1	2	4	1	1	4	4	1	4	2	0	25
NIVEL DE VULNERABILIDAD												MUY ALTO	

Fuente: Elaboración propia.

Para el nivel de vulnerabilidad MUY ALTO con una calificación mayor a 24, el INDECI considera que caso de sismo no es posible acceder a una zona de seguridad en el interior de la edificación.

Figura 35: Ficha de verificación vivienda N° 60

FICHA DE VERIFICACION							
DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO							
A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 60	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Consuelo Fernandez Fernandez							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albanilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albanilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Manpostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No ()	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Si, totalmente (X)	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos (X)		4.4. Depósito de suelos finos ()	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular (X)	4	8.2. Regular ()	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores (X)	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)		1 Cimiento ()	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1. Humedad ()		12.4. Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2. Cargas laterales ()	4			12.7. Otros..... ()	4		0
12.3. Colapso elementos del entorno ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()					

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados desagregados de cada uno de los criterios tenidos en cuenta para la evaluación de las viviendas a través de la ficha INDECI.

3.4.1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN.

Tabla 10: Consolidado del criterio “Material predominante de la edificación”

MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Adobe	12	16%
Quincha	0	0%
Mampostería	0	0%
Madera	4	5%
Adobe reforzado	0	0%
Albañilería	1	1%
Albañilería confinada	31	42%
Concreto armado	26	35%
Acero	0	0%
Otros	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Desagregado del criterio material predominante de la edificación en función del nivel de vulnerabilidad.

Material predominante	Nivel de vulnerabilidad			
	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Adobe	0	0	1	11
Madera	0	0	3	1
Albañilería	0	0	1	0
Albañilería confinada	0	2	18	11
Concreto armado	2	3	17	4
Total	2	5	40	27

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN.

Tabla 12: Consolidado del criterio “La edificación contó con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción”

LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No	46	62%
Solo construcción	1	1%
Solo diseño	5	7%
Si, totalmente	22	30%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN.

Tabla 13: Consolidado del criterio "Antigüedad de la edificación"

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Más de 50 años	2	3%
De 20 a 49 años	12	16%
De 3 a 19 años	45	61%
De 0 a 2 años	15	20%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Antigüedad de la edificación en función del material

Antigüedad de la edificación	Material predominante de la edificación				
	Adobe	Albañilería confinada	Concreto	Madera	Albañilería
Más de 50 años	2	0	0	0	0
De 20 a 49 años	8	1	3	0	0
De 3 a 19 años	2	26	13	4	0
De 0 a 2 años	0	4	10	0	1

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. TIPO DE SUELO.

Tabla 15: Consolidado del criterio "Tipo de suelo"

TIPO DE SUELO		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Rellenos	34	46%
Depósitos marinos	0	0%
Pantanos, turba	0	0%
Depósitos de suelos finos	40	54%
Arena de gran espesor	0	0%
Granular fino y arcilloso	0	0%
Suelos rocosos	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA.

Tabla 16: Consolidado del criterio "Topografía del terreno de la vivienda"

TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Mayor a 45%	0	0%
Entre 45% a 20%	0	0%
Entre 20% a 10%	10	14%
Hasta 10%	64	86%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O ÁREA DE INFLUENCIA.

Tabla 17: Consolidado del criterio "Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia"

TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Mayor a 45%	4	5%
Entre 45% a 20%	0	0%
Entre 20% a 10%	14	19%
Hasta 10%	56	76%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA.

Tabla 18: Consolidado del criterio "Configuración geométrica en planta"

CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Irregular	16	22%
Regular	58	78%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN.

Tabla 19: Consolidado del criterio "Configuración geométrica en elevación"

CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
IRREGULAR	6	8%
REGULAR	68	92%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA.

Tabla 20: Consolidado del criterio "Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura"

JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No/No existen	30	41%
Si	44	59%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...

Tabla 21: Consolidado del criterio "Existe concentración de masas en niveles ..."

EXITE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES...		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Superiores	17	23%
Inferiores	57	77%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA.

Tabla 22: Consolidado del criterio "En los principales elementos estructurales se observa"

EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	2	3%
Deterioro y/o humedad	22	30%
Regular estado	14	19%
Buen estado	36	49%

Fuente: Elaboración propia.

Para un mejor análisis de este criterio presentaremos la información por cada elemento estructural evaluado.

Tabla 23: Estado del cimiento de las viviendas de Bella Unión.

CIMIENTO		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	1	1%
Deterioro y/o humedad	17	23%
Regular estado	13	18%
Buen estado	43	58%
No aplica	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Estado de las columnas de las viviendas de Bella Unión.

COLUMNAS		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	1	1%
Deterioro y/o humedad	8	11%
Regular estado	4	5%
Buen estado	48	65%
No aplica	13	18%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Estado de los muros portantes de las viviendas de Bella Unión.

MUROS PORTANTES		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	1	1%
Deterioro y/o humedad	19	26%
Regular estado	10	14%
Buen estado	44	59%
No aplica	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Estado de las vigas de las viviendas de Bella Unión.

VIGAS		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	2	3%
Deterioro y/o humedad	2	3%
Regular estado	7	9%
Buen estado	63	85%
No aplica	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Estado de los techos de las viviendas de Bella Unión.

TECHOS		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
No existen/son precarios	2	3%
Deterioro y/o humedad	6	8%
Regular estado	6	8%
Buen estado	60	81%
No aplica	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

3.4.12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...

Tabla 28: Consolidado del criterio "Otros factores que inciden en la vulnerabilidad"

OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...		
Descripción	Cantidad	Porcentaje
Humedad	27	36%
Cargas laterales	0	0%
Colapso elementos del entorno	0	0%
Debilitamiento por modificaciones	0	0%
Debilitamiento por sobrecarga	0	0%
Densidad de muros inadecuada	0	0%
Otros	0	0%
No aplica	47	64%

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

De los datos recolectados y procesados en el capítulo anterior se ha formulado el siguiente análisis.

En la Tabla 10 observamos que en su mayoría los materiales que componen las viviendas poseen un buen comportamiento estructural, si sumamos las edificaciones compuestas por concreto armado 35% y por albañilería confinada 42% dan un total de 77%, además, de la Tabla 14 se puede evidenciar que la mayoría de estas edificaciones fueron construidas en años recientes, dejando de lado materiales como el adobe o la albañilería, además como observamos en la Tabla 13 el 81% de las viviendas han sido construidas en los últimos 19 años, esto implica que parte del crecimiento urbano de la ciudad de Cajamarca se está expandiendo hacia el Centro Poblado Bella Unión.

La Tabla 12 nos advierte del gran porcentaje de autoconstrucción que existe en la zona, donde un 62% de las viviendas no conto con la participación de un ingeniero civil en diseño y/o construcción, además en la Tabla 4 se observa que de las 27 viviendas que tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto 23 no contaron con la participación de un ingeniero, es decir la mayoría de las edificaciones de la zona no cuenta con un diseño estructural adecuado a las condiciones de la zona ni a las características de la propia edificación, además que aquellas viviendas que no contaron con la participación de un ingeniero civil son las que tienen un nivel de vulnerabilidad sísmica más alto.

Los datos sobre la topografía del terreno de la vivienda y el terreno colindante los podemos observar en la Tabla 16 y la Tabla 17, esta en su mayoría es de menos del 10% y como máximo alcanza el 20% en algunos casos, sin embargo existen viviendas construidas en la rivera de 2 de los principales causes de agua de la zona en los que se ha aprovechado la presencia de muros de contención para construir hasta el borde de este y en donde se ha considerado la topografía del terreno colindante como mayor al 45% esto representa un gran riesgo para las edificaciones debido que en caso de sismo se pueden presentar desplazamientos de los muros de contención y deslizamiento del terreno donde se ha cimentado la vivienda lo que podría ocasionar el colapso de la misma.

En la Tabla 18 observamos que un 78% de las viviendas presenta una configuración geométrica en planta regular, esto a pesar de que la mayoría no cuenta con un profesional en su diseño, sin embargo, otro factor que influye en este aspecto es la necesidad de aprovechamiento máximo de las áreas de terreno sobre las que se construye, que en su mayoría son de forma regular (rectangular o trapezoidal). En elevación las viviendas

presentan un porcentaje aún más alto de regularidad alcanzando un 92% como muestra la Tabla 19 podemos atribuir esto a que la zona no presenta grandes pendientes y que en su mayoría se busca preservar el espacio disponible antes que las arquitecturas vistosas y extravagantes.

A priori estas acciones contribuyen con la seguridad de las viviendas al y evitar las irregularidades estructurales de la norma E030 que fueron adaptadas por la metodología del INDECI.

En el caso de las juntas de dilatación la Tabla 20, nos muestra que el 59% de las viviendas presenta juntas de dilatación sísmica, aunque debido a que la densidad de viviendas en la zona es aún muy baja, estas no requieren tenerlas pues se encuentran sin edificaciones colindantes a ellas, en las zonas con mayor densidad de viviendas si se encontró edificaciones que no cuentan con juntas de dilatación sísmica con las edificaciones aledañas, pero estas representan un porcentaje menor, en la Tabla 4 encontramos que 8 de las 28 edificaciones que contaron con la participación de un ingeniero civil en su diseño y/o construcción no presentaron juntas de dilatación sísmica, esto evidencia que muchos de los profesionales de ingeniería civil no toman especial relevancia a este parámetro al momento de construir las viviendas.

La concentración de masas en las viviendas para el caso del centro poblado Bella Unión viene dado por la presencia principalmente de tanques de almacenamiento de agua de volúmenes variados en el nivel final de la edificación o sobre el nivel de este, como se observa en la Tabla 21 el 22% de las edificaciones presentan esta característica, sin embargo, sería importante para la mejora del método establecer niveles mínimos de concentración de masa y un valor mínimo de esbeltez de la edificación para que esta tenga verdadera repercusión en la vulnerabilidad sísmica.

La Tabla 22 nos muestra el estado en que se encuentran los elementos estructurales de las edificaciones de en general, estos en su mayoría se encuentran en buen estado, sin embargo, se ven afectados por factores como la humedad, la antigüedad de la edificación, la presencia de fallas por sismo o por asentamiento de la edificación, malas prácticas constructivas, entre otros. Es importante mencionar que muchas de las edificaciones inspeccionadas no presentan tarrajeo de sus elementos estructurales lo que permite que agentes externos los afecten en mayor medida y se deterioren con mayor facilidad y rapidez.

En la Tabla 28 observamos otros factores que inciden en la vulnerabilidad, estos se limitan a la alta presencia de humedad en la zona debido a la presencia de la capa freática a muy poca profundidad, a pesar de ello los habitantes de la zona han aprendido a utilizar materiales

que los ayuden a proteger los elementos estructurales susceptibles de ser afectados por la humedad y disminuir los efectos de la misma.

Finalmente en la Tabla 4 observamos todos los datos recabados de cada vivienda, desde los valores asignados a cada criterio hasta su nivel de vulnerabilidad correspondiente, allí observamos que solo 2 de viviendas tienen un nivel de vulnerabilidad bajo y 5 un nivel de vulnerabilidad moderado de las 74 viviendas evaluadas, esto representa menos de un 10% de las viviendas, este valor es preocupante ya que implica que el 90% de las viviendas se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alto o muy alto y representan un peligro para sus habitantes. Los valores de vulnerabilidad de cada vivienda han permitido establecer un nivel de vulnerabilidad ante sismo ALTO para la zona de Bella Unión, los principales factores que inciden en este valor son la poca participación de ingenieros civiles en el diseño y construcción de las viviendas, el tipo de suelo y la ausencia de juntas de dilatación sísmica en las estructuras, además factores como la topografía de la vivienda, del terreno colindante o la configuración geométrica en planta y elevación de las viviendas representan valores mínimos en el cálculo.

Otras investigaciones realizadas en la ciudad de Cajamarca como la de Mosqueira en 2013 en su estudio de fallas estructurales en viviendas ubicadas al margen del río Mashcón encontró que el 100% de las viviendas evaluadas no contó con asesoramiento técnico necesario para su construcción, comparado con el 62% encontrado en este estudio podemos apreciar un aumento significativo en la intervención de personal técnico para la construcción de viviendas en las zonas aledañas a donde se realizó este estudio.

En el medio local Gonzales en 2022 en su estudio de vulnerabilidad sísmica de la zona de Villa Huacariz encontró que el nivel de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas es de 2% muy alto, 58% alto, 34% moderado y 6% bajo, y de forma general para la zona, un nivel de vulnerabilidad alto. Estos resultados hacen contraste con los resultados encontrados en este estudio, ya que, si bien la zona y la mayoría de las viviendas de la zona Bella Unión presentan un nivel de vulnerabilidad alto, un 36% es muy alto y un 7% moderado, que son cifras significativamente peores a la zona Villa Huacariz y que resaltan la vulnerabilidad que presenta la zona estudiada.

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación del nivel de vulnerabilidad ante sismo de las viviendas de la zona de Bella Unión se encontró que el 3% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad BAJO, EL 7% un nivel de vulnerabilidad MODERADO, el 54% de las viviendas un nivel de vulnerabilidad ALTO y el 36% de las viviendas un nivel de vulnerabilidad MUY ALTO, además tras el cálculo de los valores de los 12 criterios que contempla el método INDECI, obtuvimos el que el nivel de vulnerabilidad de la zona de Bella Unión es de ALTO.

Se validó la hipótesis que habíamos planteado ya que el nivel de vulnerabilidad encontrado en el estudio es igual al planteado en la hipótesis.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- El grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Bella Unión de la ciudad de Cajamarca mediante el método INDECI es ALTO
- El material predominante del han sido construidas las viviendas de Bella Unión son, 35% de Concreto armado, 42% de Albañilería confinada, 16% de Adobe, 6% de Madera y 1% de albañilería. además, podemos catalogar al adobe como el material que mayor nivel de vulnerabilidad presenta ya que el 91% de las edificaciones de este material se catalogan como MUY ALTO.
- El terreno sobre el que han sido construidas las viviendas de la zona de Bella Unión están compuestos en un 54% por depósitos de suelos finos y un 46% de las viviendas han sido construidas sobre rellenos.
- De forma general los elementos estructurales y no estructurales de las viviendas de la zona de bella unión se encuentran 48% en “Buen estado”, 19% en “Regular estado”, 30% en “Deterioro y/o humedad y 3% “No existen/son precarios”.
- Las edificaciones que han contado con la participación de personal técnico en alguna de sus etapas solo representan un 38% del total de viviendas evaluadas, en diseño y construcción participaron en un 30% de los casos, solo en diseño participaron en 7% de los casos, solo construcción en 1% de los casos y el porcentaje de viviendas que no contaron con personal técnico en ninguna de sus etapas representa el 62% de las viviendas evaluadas.
- La antigüedad de las viviendas de la zona de Bella Unión es de un 20% de 0a 2 años, 61% de 3 a 19 años, 16% de 20 a 49 años y 3% hace más de 50 años. Además, se observa que en los últimos años ha disminuido considerablemente la construcción en adobe que representa un 0% en los últimos 2 años, dejando lugar a edificaciones de concreto armado y albañilería confinada que representan el 93% en el mismo periodo de tiempo.

5.2. RECOMENDACIONES

- En las viviendas de nivel de vulnerabilidad sísmica ALTO y MUY ALTO se recomienda realizar un estudio cuantitativo del desempeño que las viviendas tendrían en caso de sismo.
- Se recomienda el análisis del grado de afectación que genera la colocación de tanques elevados para el almacenamiento de agua como factor de acumulación de masa en edificación de baja altura, y de esta forma considerar de forma más precisa en qué casos debe o no debe considerarse como una característica que incrementa el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bazan M., Meli R. (1999). *Diseño sísmico de edificios*. Ciudad de México, México.
- Bazán, O. (2016). *Evolución Geotectónica de la Deflexión de Cajamarca y su Implicancia en la Metalogenia del Norte del Perú*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Blanco Bertrand, M. (2012). Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*. 14(3).
- Braja M., D. (2012). *Fundamentos De Ingeniería Geotécnica*. Ciudad de México, México.
- Caicedo, C., Barbat A., Canas J., Aguiar R. (1994). *Vulnerabilidad sísmica de edificios*. Barcelona, España.
- Castro Herrera, M. (2019). *Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la universidad de Piura por el método FEMA 154*. Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Cházaro Rosario, C. (2019). *Diseño Básico de Estructuras de Acero*. Ciudad de México, México
- Chumpitaz Bustamante, R. (2018). *Vulnerabilidad Sísmica en viviendas informales en el centro poblado de Manzanares, Distrito De Huacho 2018*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Federal Emergency Management Agency. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*. California, United States.
- González Vásquez, M. (2022). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la zona de Villa Huacariz de la ciudad de Cajamarca usando el método INDECI*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Gonzales Lopez, J., Loja Suarez, W. (2019). *Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Populares Asentadas en Cerros y en el Sur de la Ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador*.
- Guevara Pinedo, R. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el sector los Aromos*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (1998). *Estudio Geotécnico de Futuras Áreas de Expansión Urbana entre Lima y Cañete*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). *Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Programa de capacitación para la estimación del Riesgo PCER: Guía del participante*. Lima, Perú.

- Mercado Arimborgo, M. (2016). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Huancayo 2016*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.
- Mosqueira Serván, D. (2013). *Evaluación de fallas estructurales en viviendas ubicadas al margen del río Mashcon - distrito de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Peña Laureano, F. (2014). *Modelo hidrogeológico del funcionamiento de las fuentes termales de Baños Del Inca, Cajamarca-Perú*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Lima, Perú.
- Pérez, G. A., & Neyra, P. F. D. (2021). Sismicidad y percepción de riesgo en el departamento de Ica, Perú. *Revista Campus*, 26(32).
- Rico Lesmes, J. (2022). Estudio cualitativo de vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos del barrio Morichal del Municipio de Acacias – META. Universidad Francisco de Paula Santander, San José de Cúcuta, Colombia.
- Rodríguez Anaya, R. (2019). Vulnerabilidad estructural ante riesgo sísmico de las viviendas de la subcuenca Chucchun – Carhuaz, Ancash, Perú. *Aporte Santiaguino*, 11(2).
- Sibaja, A. R., Domínguez, E. G., Alvarado, S. D., & Roblero, E. P. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de Siltepec, Chiapas, México. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 28(2), 140-160.
- Silgado Ferro, E. (1978). *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú*. Instituto de Geología y Minería, Lima, Perú.
- Tamayo Tejada, A. (2023). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas según esquemas estructurales de la Urbanización Chanu Chanu primera etapa Puno, 2023. Universidad Continental, Puno, Perú.
- Tavera, H. (2014). *Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú*. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- Tavera, H. (2019). *Sismo de Lagunas del 26 de mayo del 2019*. Instituto Geofísico Del Perú, Lima, Perú.
- Tavera, H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Instituto Geofísico Del Perú, Lima, Perú.
- Tejada Schmidt, U. 2001. *Buena Tierra: apuntes para el diseño y construcción con adobe: consideraciones sismorresistentes*. Lima, Perú.

- Velásquez Pereyra, C. (2018). *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Yopla Culqui, R. (2022). Vulnerabilidad Sísmica de viviendas de adobe en la zona urbana del Distrito de Chetilla, aplicando los métodos del INDECI Y Benedetti Petrini, Cajamarca, 2022. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE VERIFICACIÓN INDECI.



Instituto Nacional de Defensa Civil

Ficha N° 000001

Pág. 1 de 3

DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO FICHA DE VERIFICACION

A.- UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA

1. UBICACIÓN GEOGRAFICA		2. UBICACION CENSAL (Fuente INEI)		3. FECHA y HORA		
1 Departamento		1 Zona	N°			
2 Provincia		2 Manzana	N°	dd	mm	aa
3 Distrito		3 Lote	N°	Hora	:	horas

4. DIRECCION DE LA VIVIENDA						
1 Avenida ()	2 Jirón ()	3 Pasaje ()	4 Carretera ()	5 Otro: ()		
Nombre de la Calle, Av, Jr, etc.		Puerta N°	Interior	Piso	Mz	Lote
Nombre de la Urbanización / Asentamiento Humano /Asoc. de vivienda /otros						
Referencia:						

5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL JEFE(A) DE HOGAR O ENTREVISTADO(A)						
Apellido Paterno						
Apellido Materno						
Nombres			6. DNI			

B.- INFORMACIÓN DEL INMUEBLE POR OBSERVACIÓN DIRECTA

1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE :	2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA ...
1 En caso de colapso, por el predominante deterioro, SI compromete al área colindante ()	1 Habitada ()
2 Ante posible colapso, por el predominante deterioro, NO compromete al área colindante ()	2 No habitada ()
3 No muestra precariedad ()	3 Habitada, pero sin ocupantes ()
4 No fue posible observar el estado general de la vivienda ()	

En caso la respuesta corresponda a La Vivienda se encuentra NO habitada se deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y CONCLUIR LA VERIFICACIÓN

C.- CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA

1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE	2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO	3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)
1 SI cuenta con puerta de calle ()	1 Multifamiliar horizontal ()	1 De la vivienda
2 NO es parte de un complejo multifamiliar ()	2 Multifamiliar vertical ()	2 Del complejo multifamiliar (aproximado)
	3 No Aplica ()	

4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA	5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR
1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1º piso)	1 Cantidad de niveles superiores (incluido el 1º piso)
2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)	2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)
3 No aplica por ser vivienda multifamiliar	3 No aplica por ser vivienda unifamiliar

6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" o "ALTO":	
1 El inmueble se encuentra en un terreno inapropiado para edificar	()
2 Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos	()
3 Otro:	()
4 Otro:	()
5 No aplica	()

De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe



D.- CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Adobe ()	4	6 Adobe reforzado ()	3	8 Albañilería confinada ()	2	9 Concreto Armado ()	1
2 Quincha ()		7 Albañilería ()		10 Acero ()			
3 Mampostería ()							
4 Madera ()							
5 Otros ()							
2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No ()	4	2 Solo Construcción ()	3	3 Solo diseño ()	3	4 Si, totalmente ()	1
3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Mas de 50 años ()	4	2 De 20 a 49 años ()	3	3 De 3 a 19 años ()	2	4 De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Rellenos ()	4	4 Depósito de suelos finos ()	3	6 Granular fino y arcilloso ()	2	7 Suelos rocosos ()	1
2 Depósitos marinos ()		5 Arena de gran espesor ()					
3 Pantanosos, turba ()							
5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% a 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1
6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA							
Muy Pronunciada	Valor	Pronunciada	Valor	Moderada	Valor	Plana o Ligera	Valor
1 Mayor a 45% ()	4	2 Entre 45% a 20% ()	3	3 Entre 20% a 10% ()	2	4 Hasta 10% ()	1
7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Irregular ()	4	2 Regular ()	1	1 Irregular ()	4	2 Regular ()	1
9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDES A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 No / No Existen ()	4	2 Si ()	1	1 Superiores ()	4	2 Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1 No existen/son Precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 Cimiento ()	4	1 Cimiento ()	3	1 Cimiento ()	2	1 Cimiento ()	1
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()			
3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()			
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()			
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()			
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR ...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 Humedad ()	4	4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	6 Densidad de muros inadecuada ()	4	8 No aplica: ()	0
2 Cargas laterales ()		5 Debilitamiento por sobrecarga ()		7 Otros:..... ()			
3 Colapso elementos del entorno ()							

E.- DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección D

E.1.- SUMATORIA DE VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA													
Σ												=	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

E.2.- Calificación del Nivel de Vulnerabilidad de la vivienda

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1 (marcar con "X")
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud; Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

Mayor información en www.indeci.gob.pe



F.- RECOMENDACIONES DE CARÁCTER INMEDIATO PARA JEFE(A) DE HOGAR

Calificación viene de la sección "E"

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones Generales para caso de SISMOS (*)	Calificación (marcar con "X")
MUY ALTO	La Vivienda NO DEBE SER HABITADA Muy Importante: * Si el Nivel de Vulnerabilidad responde a factores inherentes al Tipo de Suelo, Ubicación y/o normas vigentes, la restricción del uso del terreno es Definitiva * Si el Nivel de Vulnerabilidad corresponde a elementos estructurales de la vivienda considerar reconstrucción si el uso del terreno es adecuado.	()
ALTO	En caso de Sismo se debe EVACUAR la edificación en forma inmediata ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Reforzar los elementos de la vía de evacuación, en caso de ser factible; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
MODERADO	Determinar y/o REFORZAR la potencial Zona de Seguridad Interna ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; REFORZAR la vía de evacuación; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
BAJO	Determinar la Zona de Seguridad Interna ; Determinar la vía de evacuación ; Reconocer la vía de evacuación , eliminar los elementos suspendidos que puedan caer y los obstáculos; Después de un Sismo se debe evacuar la edificación lo antes posible ; Reconocer la Zona de Seguridad Exterior ; Practicar los simulacros para casos de sismos, tanto municipales como familiares.	()
Otras recomendaciones:		

* Para viviendas cercanas al mar, tener en cuenta las recomendaciones para caso de tsunami

G.- RECOMENDACION REFERIDA A LA POTENCIAL "ZONA DE SEGURIDAD" Y/O "VIA DE EVACUACION"

El Nivel de Vulnerabilidad viene de la sección "E"

Nivel de Vulnerabilidad	Recomendaciones para la ZONA DE SEGURIDAD y/o VIA DE EVACUACION
MUY ALTO	NO aplica , la Vivienda NO ES HABITABLE
ALTO	NO aplica recomendar zona de seguridad interna
	Vía de evacuación recomendada:
	Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos
MODERADO	REFORZAR potencial Zona de Seguridad Interna recomendada:
	Área aproximada: m2 Total de ocupantes: Zona de Seguridad para personas aprox. <i>Si la Zona de Seguridad no es suficiente para la cantidad de personas que la requieren, para el uso de esta área se deberá dar prioridad a las personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes).</i>
	Vía de evacuación recomendada:
	Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos
BAJO	Potencial Zona de Seguridad Interna recomendada:
	Área aproximada: m2 Total de ocupantes: Zona de Seguridad para personas aprox. <i>Si la Zona de Seguridad no es suficiente, para el uso de ésta área se deberá priorizar a personas vulnerables (Ejemplo: Adulto Mayor, Niños, Madre Gestante y Personas con capacidades diferentes).</i>
	Vía de evacuación recomendada:
	Hacer uso de la Cartilla de recomendaciones para el hogar en caso de sismos

FUENTE: INDECI 2010

APENDICE

APENDICE 1: FICHA APLICADA A LAS VIVIENDAS DEL C.P. BELLA UNIÓN.

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES			
1. Departamento: Cajamarca	2. Provincia: Cajamarca	3. Distrito: Cajamarca	4. N° de vivienda:
5. Dirección de la vivienda:			
6. Apellidos y nombres del jefe(a) del hogar:			

B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe ()	4	1.6 Adobe reforzado ()	3	1.8 Albañilería confinada ()	2	1.9. Concreto Armado ()	1
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()		1.10. Acero ()			
1.3. Mampostería ()							
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No ()	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Sí, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años ()	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()	4	4.4. Depósito de suelos finos ()	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
4.3. Pantanosos, turba ()							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% ()	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% ()	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular ()	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular ()	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Sí ()	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()	4	1 Cimiento ()	3	1 Cimiento ()	2	1 Cimiento ()	1
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columnas ()			
3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()		3 Muros portantes ()			
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()			
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()			
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad ()	4	12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()	4	12.8. No aplica ()	0
12.2 Cargas laterales ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()		12.7.Otros..... ()			
12.3 Colapso elementos del entorno ()			 ()			

Fuente: Elaboración propia

APENDICE 2: PROPIETARIOS DE LAS VIVIENDAS EVALUADAS

VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS DEL CP BELLA UNION					
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DE LA PERSONA ENTREVISTADA	COORDENADAS		MATERIAL DE LA VIVIENDA	N° DE PISOS
		ESTE	NORTE		
1	Sebastián Saucedo Tirado	778399.05	9207269.05	Concreto Armado	2
2	Marta Mantilla	778344.10	9207276.51	Albañilería Confinada	2
3	Rosa Esperanza Mantilla Heras	778328.00	9207279.00	Adobe	2
4	Albina Maria Quispe Cerquín	778301.17	9207285.97	Albañilería Confinada	3
5	Santos Campos Vásquez	778290.13	9207286.69	Adobe	1
6	Roger Novoa Valiente	778199.38	9207309.10	Concreto Armado	2
7	Edwin Vásquez Mendoza	778262.22	9207292.61	Albañilería Confinada	3
8	Samuel Aguilar Vásquez	778336.03	9207259.95	Concreto Armado	3
9	Violeta Huamán Cueva	778343.68	9207255.61	Concreto Armado	2
10	Wilson Luzón Vásquez	778350.45	9207258.65	Concreto Armado	3
11	Clara Cueva Salazar	778300.77	9207267.44	Albañilería Confinada	2
12	Gonzalo Cueva Salazar	778326.83	9207262.16	Albañilería Confinada	1
13	Elmer Gonzales Carrera	778375.83	9207407.39	Albañilería Confinada	1
14	Yolanda Gonzales Sempertegui	778185.79	9207457.12	Albañilería Confinada	1
15	Luis Chomba Miranda	778182.03	9207448.06	Concreto Armado	2
16	Leandro Mantilla	778105.95	9207469.51	Concreto Armado	5
17	Nelvis Ocas Insil	778172.19	9207406.55	Albañilería Confinada	2
18	Karina Aguilar Llanos	778159.40	9207400.78	Adobe	2
19	Martha Llanos Mantilla	778144.92	9207387.64	Adobe	2
20	Maria Nieves Llovera Vásquez	778116.54	9207375.20	Adobe	2
21	Alex Chávez Huamán	778079.99	9207384.62	Concreto Armado	2
22	Yolanda Violeta Cueva Salazar	778305.93	9207267.27	Concreto Armado	3
23	Giovana Cueva Incil	778322.50	9207679.67	Adobe	1
24	Haidé Chávez Briones	778378.02	9207686.23	Albañilería Confinada	2
25	Milagros Ocas Urteaga	778372.62	9207910.77	Concreto Armado	3
26	Maria Teodolinda Burgos Ríos	778359.82	9207790.56	Concreto Armado	1
27	Elmer Cueva Cabanillas	778394.25	9207743.75	Adobe	1
28	Cesar Cueva	778353.43	9207689.57	Albañilería Confinada	1

29	Ronald Cercado	778281.54	9208016.40	Adobe	1
30	Jacoba Vicenta Bardales Ramírez	778303.37	9207630.52	Concreto Armado	2
31	Maria Carmela Culqui Chunque	778295.75	9208088.02	Adobe	2
32	Sara Malimba	778028.72	9207819.88	Concreto Armado	3
33	Edwin Cabanillas	777824.92	9207922.37	Albañilería Confinada	2
34	Maritza Castrejón	777864.87	9207872.77	Albañilería Confinada	1
35	Fernando Vásquez Apaestegui	777925.96	9207839.69	Concreto Armado	2
36	Rosa Arteaga	777901.56	9207863.72	Concreto Armado	3
37	Julia Vallejos	777863.41	9207792.59	Albañilería Confinada	1
38	Elmer Salas Muñoz	777857.06	9207810.94	Albañilería Confinada	2
39	Sebastián Saucedo	777825.54	9207828.94	Albañilería Confinada	1
40	Juana Saldaña	778172.46	9207550.12	Albañilería Confinada	2
41	Gladis Goicochea	778142.10	9207557.33	Albañilería Confinada	2
42	María Llovera Vásquez	778117.36	9207580.72	Adobe	1
43	Rosario Chávez	778116.16	9207528.58	Albañilería Confinada	1
44	Olga Flor Bardales Bazán	777611.47	9207813.19	Albañilería Confinada	1
45	Mari Abanto	777803.35	9207926.28	Albañilería Confinada	1
46	Esther Insil	777764.38	9207830.23	Albañilería Confinada	2
47	Maricruz Bermeo Quispe	778118.61	9208076.61	Albañilería Confinada	3
48	Rosi Ávila Velásquez	778136.18	9208043.63	Albañilería Confinada	2
49	Berta Luz Chavarri Coba	778123.74	9208060.29	Albañilería Confinada	3
50	José Joel Goicochea Incil	778056.23	9208108.00	Albañilería Confinada	2
51	Javier Calderón Tanta	778133.54	9208149.94	Concreto Armado	1
52	Lizeth Chávez Collantes	778149.17	9208101.96	Concreto Armado	1
53	Luz Coronado Chingai	778284.39	9208250.29	Albañilería Confinada	2
54	Julio Mantilla Bardales	778312.47	9208295.91	Concreto Armado	3
55	Heidi Rudas Cabanillas	778279.54	9208239.25	Albañilería Confinada	1
56	Karina Bardales Mestanza	778290.57	9208269.01	Concreto Armado	2
57	Juana Llacsá De Chávez	778328.87	9208144.62	Albañilería Confinada	2
58	Dani Gallardo Ocas	778353.80	9208150.32	Concreto Armado	3
59	Maria Villanueva Tafur	778408.04	9208074.72	Adobe	2
60	Consuelo Fernández Fernández	778275.22	9208161.20	Concreto Armado	2

61	Lucia Bardales Calderón	777718.38	9207568.26	Adobe	1
62	Wilmer Alvarado Atalaya	777657.77	9207692.15	Concreto Armado	3
63	José Cruz Arteaga	777712.15	9207661.73	Adobe	2
64	Teresa Villanueva Insil	778487.14	9207695.49	Albañilería Confinada	2
65	José Insil Chalán	778459.44	9207688.37	Adobe	1
66	Telesforo Diaz Vásquez	778449.35	9207857.48	Albañilería	1
67	José Luis Vargas Incil	778372.57	9207458.93	Concreto Armado	2
68	Mercedes Huamán	778230.96	9207380.10	Adobe	2
69	Gilmer Mosqueira Ramírez	778238.15	9207326.27	Concreto Armado	4
70	Lourdes Soledad Valencia Urtecho	778322.81	9207425.70	Concreto Armado	2
71	Rodrigo Muñoz Estela	778316.00	9207922.00	Concreto Armado	2
72	Eleuterio Vásquez Vásquez	777587.00	9207648.00	Albañilería Confinada	2
73	Maria Domitila Linares Anticona	777793.00	9207485.00	Adobe	1
74	Jorge Morales Mantilla	777834.00	9207990.00	Albañilería Confinada	2

APENDICE 3: DATOS DE CAMPO DE LOS PARAMETROS 1, 2, 3 Y 4.

Nº	1. Material predominante de la edificación	2. La edificación conto con la participación de ingeniero civil en el diseño y/o construcción	3. Antigüedad de la edificación	4. Tipo de suelo
1	Concreto Armado	Si, totalmente	2 años	Rellenos
2	Albañilería Confinada	No	18 años	Rellenos
3	Adobe	No	40 años	Rellenos
4	Albañilería Confinada	No	7 años	Rellenos
5	Adobe	No	Mas de 50	Depósito de suelos Finos
6	Concreto Armado	Si, totalmente	23 años	Depósito de suelos Finos
7	Albañilería Confinada	Solo diseño	1 años	Depósito de suelos Finos
8	Concreto Armado	Solo construcción	26 años	Rellenos
9	Concreto Armado	No	11 años	Rellenos
10	Concreto Armado	Si, totalmente	11 años	Rellenos
11	Albañilería Confinada	No	25 años	Rellenos
12	Albañilería Confinada	No	8 años	Rellenos
13	Albañilería Confinada	Si, totalmente	3 años	Rellenos
14	Albañilería Confinada	No	3 años	Depósito de suelos Finos

15	Concreto Armado	Si, totalmente	1 año	Depósito de suelos Finos
16	Concreto Armado	Si, totalmente	15 años	Depósito de suelos Finos
17	Albañilería Confinada	Si, totalmente	13 años	Depósito de suelos Finos
18	Adobe	No	21 años	Depósito de suelos Finos
19	Adobe	No	15 años	Depósito de suelos Finos
20	Adobe	No	32 años	Depósito de suelos Finos
21	Concreto Armado	No	10 años	Depósito de suelos Finos
22	Concreto Armado	Si, totalmente	2 años	Rellenos
23	Adobe	No	5 años	Rellenos
24	Albañilería Confinada	Si, totalmente	8 años	Rellenos
25	Concreto Armado	Si, totalmente	2 años	Rellenos
26	Concreto Armado	No	1 año	Rellenos
27	Adobe	No	36 años	Rellenos
28	Albañilería Confinada	Solo diseño	3 años	Rellenos
29	Adobe	No	15 años	Rellenos
30	Concreto Armado	No	3 años	Rellenos
31	Adobe	No	37 años	Rellenos
32	Concreto Armado	Si, totalmente	7 años	Depósito de suelos Finos
33	Albañilería Confinada	Si, totalmente	8 años	Depósito de suelos Finos
34	Albañilería Confinada	No	8 años	Depósito de suelos Finos
35	Concreto Armado	No	8 años	Depósito de suelos Finos
36	Concreto Armado	No	16 años	Depósito de suelos Finos
37	Albañilería Confinada	No	1 año	Depósito de suelos Finos
38	Albañilería Confinada	No	10 años	Depósito de suelos Finos
39	Albañilería Confinada	Si, totalmente	3 años	Depósito de suelos Finos
40	Albañilería Confinada	No	9 años	Depósito de suelos Finos
41	Albañilería Confinada	No	9 años	Depósito de suelos Finos
42	Adobe	No	Mas de 50	Depósito de suelos Finos
43	Albañilería Confinada	Si, totalmente	7 años	Depósito de suelos Finos
44	Albañilería Confinada	No	6 años	Depósito de suelos Finos
45	Albañilería Confinada	Si, totalmente	13 años	Depósito de suelos Finos
46	Albañilería Confinada	No	19 años	Depósito de suelos Finos
47	Albañilería Confinada	No	8 años	Depósito de suelos Finos
48	Albañilería Confinada	No	15 años	Depósito de suelos Finos

49	Albañilería Confinada	No	10 años	Depósito de suelos Finos
50	Albañilería Confinada	Solo diseño	16 años	Depósito de suelos Finos
51	Concreto Armado	No	1 año	Depósito de suelos Finos
52	Concreto Armado	Solo diseño	1 año	Depósito de suelos Finos
53	Albañilería Confinada	No	7 años	Rellenos
54	Concreto Armado	No	27 años	Rellenos
55	Albañilería Confinada	Si, totalmente	13 años	Rellenos
56	Concreto Armado	Si, totalmente	16 años	Rellenos
57	Albañilería Confinada	No	2 años	Rellenos
58	Concreto Armado	No	2 años	Rellenos
59	Adobe	No	8 años	Rellenos
60	Concreto Armado	Si, totalmente	3 años	Rellenos
61	Adobe	No	13 años	Depósito de suelos Finos
62	Concreto Armado	Si, totalmente	6 años	Depósito de suelos Finos
63	Adobe	No	33 años	Depósito de suelos Finos
64	Albañilería Confinada	No	10 años	Rellenos
65	Adobe	No	3 años	Rellenos
66	Albañilería	No	1 año	Rellenos
67	Concreto Armado	Solo diseño	2 años	Rellenos
68	Adobe	No	31 años	Depósito de suelos Finos
69	Concreto Armado	No	6 años	Depósito de suelos Finos
70	Concreto Armado	Si, totalmente	2 años	Rellenos
71	Concreto Armado	Si, totalmente	14 años	Rellenos
72	Albañilería Confinada	Si, totalmente	1 año	Depósito de suelos Finos
73	Adobe	No	20 años	Depósito de suelos Finos
74	Albañilería Confinada	No	10 años	Depósito de suelos Finos

APENDICE 4: DATOS DE CAMPO DE LOS PARAMETROS 5, 6, 7 Y 8.

N°	5. Topografía del terreno de la vivienda	6. Topografía del terreno colindante a la vivienda y/o área de influencia	7. Configuración geométrica en planta	8. Configuración geométrica en elevación
1	20%	20%	Regular	Regular
2	11%	20%	Regular	Regular
3	20%	11%	Regular	Regular
4	0%	Mayor a 45%	Regular	Regular
5	18%	Mayor a 45%	Regular	Regular
6	2%	Mayor a 45%	Regular	Regular
7	0%	Mayor a 45%	Regular	Regular
8	0%	0%	Regular	Regular
9	0%	0%	Regular	Regular
10	0%	1%	Regular	Regular
11	0%	2%	Regular	Irregular
12	0%	0%	Regular	Regular
13	0%	17%	Regular	Regular
14	0%	1%	Irregular	Regular
15	0%	1%	Regular	Regular
16	4%	6%	Irregular	Regular
17	0%	1%	Irregular	Regular
18	0%	2%	Regular	Regular
19	0%	3%	Regular	Regular
20	3%	16%	Regular	Irregular
21	0%	2%	Irregular	Regular
22	0%	0%	Regular	Regular
23	2%	1%	Regular	Regular
24	14%	16%	Regular	Regular
25	0%	3%	Regular	Regular
26	0%	5%	Regular	Regular
27	8%	17%	Regular	Regular
28	0%	4%	Irregular	Regular
29	0%	3%	Regular	Regular
30	0%	6%	Regular	Regular

31	4%	6%	Regular	Regular
32	0%	3%	Irregular	Regular
33	0%	3%	Regular	Regular
34	0%	0%	Regular	Regular
35	10%	13%	Regular	Regular
36	0%	1%	Regular	Irregular
37	0%	2%	Regular	Regular
38	0%	2%	Regular	Regular
39	0%	3%	Regular	Regular
40	0%	2%	Regular	Regular
41	0%	2%	Regular	Regular
42	0%	1%	Regular	Regular
43	0%	3%	Irregular	Regular
44	0%	1%	Regular	Regular
45	11%	17%	Regular	Regular
46	0%	1%	Irregular	Regular
47	0%	2%	Regular	Regular
48	0%	1%	Regular	Regular
49	0%	1%	Irregular	Regular
50	4%	4%	Regular	Regular
51	0%	3%	Regular	Regular
52	0%	4%	Regular	Regular
53	0%	3%	Regular	Regular
54	0%	3%	Regular	Regular
55	4%	2%	Regular	Regular
56	11%	11%	Irregular	Irregular
57	0%	2%	Regular	Regular
58	0%	2%	Irregular	Regular
59	0%	1%	Irregular	Regular
60	0%	3%	Irregular	Irregular
61	0%	3%	Regular	Regular
62	0%	3%	Irregular	Regular
63	0%	0%	Regular	Regular
64	0%	2%	Regular	Regular

65	0%	3%	Regular	Regular
66	0%	12%	Regular	Regular
67	0%	8%	Regular	Regular
68	0%	2%	Regular	Regular
69	0%	2%	Regular	Regular
70	0%	2%	Regular	Irregular
71	0%	1%	Irregular	Regular
72	0%	3%	Regular	Regular
73	0%	2%	Regular	Regular
74	0%	3%	Irregular	Regular

APENDICE 5: DATOS DE CAMPO DE LOS PARAMETROS 9, 10 Y 12.

N°	9. Juntas de dilatación sísmica son acorde a la estructura	10. Existe concentración de masas en niveles ...	12. Otros factores que inciden en la vulnerabilidad por...
1	No/No existen	Superiores	No aplica
2	No/No existen	Inferiores	No aplica
3	No/No existen	Inferiores	No aplica
4	No/No existen	Superiores	No aplica
5	No/No existen	Inferiores	No aplica
6	Si	Inferiores	No aplica
7	Si	Inferiores	No aplica
8	No/No existen	Superiores	No aplica
9	No/No existen	Superiores	No aplica
10	No/No existen	Superiores	No aplica
11	No/No existen	Superiores	No aplica
12	No/No existen	Inferiores	No aplica
13	Si	Inferiores	Humedad
14	Si	Inferiores	No aplica
15	Si	Inferiores	No aplica
16	Si	Superiores	No aplica
17	No/No existen	Inferiores	Humedad
18	Si	Inferiores	Humedad
19	Si	Inferiores	Humedad

20	No/No existen	Inferiores	Humedad
21	Si	Superiores	No aplica
22	No/No existen	Superiores	No aplica
23	Si	Inferiores	No aplica
24	Si	Inferiores	Humedad
25	Si	Inferiores	No aplica
26	Si	Inferiores	Humedad
27	No/No existen	Inferiores	No aplica
28	No/No existen	Inferiores	Humedad
29	No/No existen	Inferiores	Humedad
30	Si	Inferiores	Humedad
31	No/No existen	Inferiores	Humedad
32	Si	Inferiores	Humedad
33	Si	Inferiores	Humedad
34	No/No existen	Inferiores	No aplica
35	Si	Inferiores	Humedad
36	Si	Inferiores	No aplica
37	No/No existen	Inferiores	Humedad
38	Si	Inferiores	Humedad
39	Si	Inferiores	Humedad
40	Si	Inferiores	Humedad
41	No/No existen	Superiores	Humedad
42	Si	Inferiores	Humedad
43	Si	Inferiores	Humedad
44	Si	Inferiores	Humedad
45	Si	Inferiores	Humedad
46	Si	Inferiores	Humedad
47	No/No existen	Inferiores	No aplica
48	No/No existen	Inferiores	No aplica
49	No/No existen	Inferiores	No aplica
50	Si	Inferiores	No aplica
51	Si	Inferiores	No aplica
52	No/No existen	Inferiores	No aplica
53	No/No existen	Inferiores	No aplica

54	No/No existen	Superiores	No aplica
55	No/No existen	Inferiores	No aplica
56	Si	Inferiores	No aplica
57	No/No existen	Inferiores	No aplica
58	Si	Superiores	No aplica
59	Si	Inferiores	Humedad
60	Si	Superiores	No aplica
61	Si	Inferiores	No aplica
62	Si	Inferiores	Humedad
63	No/No existen	Inferiores	No aplica
64	Si	Inferiores	No aplica
65	Si	Inferiores	No aplica
66	Si	Inferiores	No aplica
67	Si	Inferiores	No aplica
68	Si	Inferiores	Humedad
69	Si	Superiores	No aplica
70	Si	Superiores	No aplica
71	Si	Inferiores	No aplica
72	Si	Superiores	No aplica
73	Si	Inferiores	No aplica
74	No/No existen	Superiores	No aplica

APENDICE 6: DATOS DE CAMPO DEL PARAMETRO 11.

11. En los principales elementos estructurales se observa

N°	Cimiento	Columnas	Muros portantes	Vigas	Techos
1	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
2	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
3	Deterioro y/o humedad	No aplica	Deterioro y/o humedad	Regular estado	Deterioro y/o humedad
4	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
5	Regular estado	No aplica	Deterioro y/o humedad	Regular estado	Deterioro y/o humedad
6	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
7	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
8	Buen estado	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado

9	Buen estado				
10	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
11	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
12	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
13	Regular estado	Regular estado	Regular estado	Buen estado	Buen estado
14	Buen estado				
15	Buen estado				
16	Regular estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
17	Buen estado				
18	Deterioro y/o humedad	No aplica	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
19	Deterioro y/o humedad	No aplica	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
20	Regular estado	No aplica	Regular estado	Regular estado	Regular estado
21	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
22	Buen estado				
23	No existen/Son precarios				
24	Buen estado				
25	Buen estado				
26	Buen estado	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
27	Deterioro y/o humedad	No aplica	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad
28	Buen estado	Regular estado	Regular estado	Buen estado	Buen estado
29	Buen estado	Buen estado	Regular estado	Regular estado	Regular estado
30	Buen estado				
31	Regular estado	No aplica	Regular estado	Regular estado	Regular estado
32	Buen estado				
33	Regular estado	Regular estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
34	Regular estado	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Regular estado	Deterioro y/o humedad
35	Buen estado				
36	Buen estado				
37	Buen estado	Buen estado	Regular estado	No existen/Son precarios	No existen/Son precarios
38	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
39	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
40	Buen estado				
41	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
42	Deterioro y/o humedad	No aplica	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad
43	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado

44	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Deterioro y/o humedad
45	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado
46	Deterioro y/o humedad	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
47	Regular estado	Buen estado	Regular estado	Buen estado	Buen estado
48	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
49	Regular estado	Buen estado	Regular estado	Buen estado	Buen estado
50	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
51	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
52	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
53	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
54	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
55	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Regular estado
56	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
57	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
58	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
59	Buen estado	No aplica	Buen estado	Buen estado	Buen estado
60	Regular estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
61	Regular estado	Regular estado	Regular estado	Regular estado	Regular estado
62	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
63	Deterioro y/o humedad	No aplica	Buen estado	Buen estado	Buen estado
64	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
65	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
66	Buen estado	No aplica	Buen estado	Buen estado	Buen estado
67	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
68	Regular estado	No aplica	Buen estado	Buen estado	Buen estado
69	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
70	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
71	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
72	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado
73	Regular estado	No aplica	Regular estado	Buen estado	Regular estado
74	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado	Buen estado

APENDICE 7: FOTOGRAFIAS DE LAS VIVIENDAS EVALUADAS

Vivienda N°15



Vivienda N°18



Vivienda N°31



Vivienda N°35



Vivienda N°44



Vivienda N°49



Vivienda N°56



Vivienda N°58



Vivienda N°61



Vivienda N°66



APENDICE 8: FOTOGRAFIAS DE LA APLICACIÓN DE LA FICHA INDECI

Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°7



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°23



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°31



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°41



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°42



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°44



Aplicación de la ficha INDECI en la vivienda N°46



Obtención de pendientes vivienda N° 22



Obtención de pendientes vivienda N° 24



Obtención de pendientes vivienda N° 30



Obtención de pendientes vivienda N° 60



APENDICE 9: FALLAS EN LAS VIVIENDAS ENCUESTADAS

Grieta en muro del segundo nivel, vivienda N°3



Grieta en muro del primer nivel, vivienda N°5



Humedad en muro, vivienda N°8



Humedad en columna, vivienda N°8



Grietas en muros de adobe, vivienda N°19



Fisura en muro proveniente de la ventana, vivienda N°21



Ausencia de juntas de dilatación sísmica, vivienda N°22



Vivienda de madera en mal estado, vivienda N°23



Muros de gran altura con ausencia de confinamiento, vivienda N°41



Configuración geométrica en planta irregular, vivienda N°59



APENDICE 10: FICHAS INDECI APLICADAS EN LA ZONA DE BELLA UNION

Ficha de verificación vivienda N°15

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 15	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Luis Chomba Miranda							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Mampostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No ()	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Si, totalmente (X)	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años ()	2	3.4. De 0 a 2 años (X)	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular ()	4	7.2. Regular (X)	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores (X)	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son precarios ()		11.2. Deterioro y/o humedad ()		11.3. Regular estado ()		11.4. Buen estado (X)	
1. Cimiento ()		1. Cimiento ()		1. Cimiento ()		1. Cimiento (X)	
2. Columnas ()		2. Columnas ()		2. Columna ()		2. Columnas (X)	
3. Muros portantes ()	4	3. Muros portantes ()	3	3. Muros portantes ()	2	3. Muros portantes (X)	1
4. Vigas ()		4. Vigas ()		4. Vigas ()		4. Vigas (X)	
5. Techos ()		5. Techos ()		5. Techos ()		5. Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1. Humedad ()		12.4. Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2. Cargas laterales ()	4			12.7. Otros..... ()	4		0
12.3. Colapso elementos del entorno ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()					

Ficha de verificación vivienda N°18

FICHA DE VERIFICACION DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 18	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Karina Aguilar Llanos							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe	(X)	1.6. Adobe reforzado	()	1.8. Albañilería confinada	()	1.9. Concreto Armado	()
1.2. Quincha	()	1.7. Albañilería	()			1.10. Acero	()
1.3. Mampostería	()		3		2		1
1.4. Madera	()						
1.5. Otros	()						
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No	(X)	2.2. Solo construcción	()	2.3. Solo diseño	()	2.4. Sí, totalmente	()
	4		3		2		1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años	()	3.2. De 20 a 49 años	(X)	3.3. De 3 a 19 años	()	3.4. De 0 a 2 años	()
	4		3		2		1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos	()	4.4. Depósito de suelos finos	(X)	4.6. Granular fino y arcilloso	()	4.7. Suelos rocosos	()
4.2. Depósitos marinos	()		3		2		1
4.3. Pantanosos, turba	()	4.5. Arena de Gran espesor	()				
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45%	()	5.2. Entre 45% a 20%	()	5.3. Entre 20% a 10%	()	5.4. Hasta 10%	(X)
	4		3		2		1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45%	()	6.2. Entre 45% a 20%	()	6.3. Entre 20% a 10%	()	6.4. Hasta 10%	(X)
	4		3		2		1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular	()	7.2. Regular	(X)	8.1. Irregular	()	8.2. Regular	(X)
	4		1		4		1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen	()	9.2. Sí	(X)	10.1. Superiores	()	10.2. Inferiores	(X)
	4		1		4		1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
11.1. No existen /son precarios	()	11.2. Deterioro y/o humedad	(X)	11.3. Regular estado	()	11.4. Buen estado	()
1 Cimiento	()	1 Cimiento	(X)	1 Cimiento	()	1 Cimiento	()
2 Columnas	()	2 Columnas	()	2 Columna	()	2 Columnas	()
3 Muros portantes	()	3 Muros portantes	(X)	3 Muros portantes	()	3 Muros portantes	()
4 Vigas	()	4 Vigas	()	4 Vigas	()	4 Vigas	(X)
5 Techos	()	5 Techos	()	5 Techos	()	5 Techos	(X)
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1. Humedad	(X)	12.4. Debilitamiento por modificaciones	()	12.6. Densidad de muros inadecuada	()	12.8. No aplica	()
12.2. Cargas laterales	()		4	12.7. Otros.....	4		0
12.3. Colapso elementos del entorno	()	12.5. Debilitamiento por sobrecarga	()				

Ficha de verificación vivienda N°35

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 35	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Fernando Vasquez Apaestegui							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()	3		2	1.10. Acero ()	1
1.3. Manposteria ()	4						
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No (X)	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Si, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4						
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% (X)	2	5.4. Hasta 10% ()	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% (X)	2	6.4. Hasta 10% ()	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular ()	4	7.2. Regular (X)	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular ()	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad (X)		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica ()	
12.2 Cargas laterales ()	4			12.7.Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()		12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()					

Ficha de verificación vivienda N°49

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 49	
5. Dirección de la vivienda: Pje. Aviacion c.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar: Berta Luz Chauarri Cobo							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1 Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada (X)		1.9. Concreto Armado ()	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Mampostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No (X)	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Sí, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos ()		4.4. Depósito de suelos finos (X)	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4	4.5. Arena de Gran espesor ()					
4.3. Pantanosos, turba ()							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen (X)	4	9.2. Si ()	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores (X)	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)		1 Cimiento ()	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes (X)	2	3 Muros portantes ()	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad ()		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2 Cargas laterales ()	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()		12.7. Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()							

Ficha de verificación vivienda N°56

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 56	
5. Dirección de la vivienda: C.P. Bella Unión							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar:							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado ()	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()				1.10. Acero ()	
1.3. Mampostería ()	4		3		2		1
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No ()	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Sí, totalmente (X)	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años (X)	2	3.4. De 0 a 2 años ()	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos (X)		4.4. Depósito de suelos ()		4.6. Grmular fino y arcilloso ()		4.7. Suelos rocosos ()	
4.2. Depósitos marinos ()	4	finos ()	3		2		1
4.3. Pantanosos, turba ()		4.5. Arena de Gran espesor ()					
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% (X)	2	5.4. Hasta 10% ()	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% (X)	2	6.4. Hasta 10% ()	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular (X)	4	8.2. Regular ()	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores ()	4	10.2. Inferiores (X)	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1 Humedad ()		12.4 Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2 Cargas laterales ()	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()		12.7. Otros..... ()	4		0
12.3 Colapso elementos del entorno ()			 ()			

Ficha de verificación vivienda N°56

FICHA DE VERIFICACION

DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO

A. UBICACIÓN y DATOS GENERALES							
1. Departamento: Cajamarca		2. Provincia: Cajamarca		3. Distrito: Cajamarca		4. N° de vivienda: 58	
5. Dirección de la vivienda:							
6. Nombre y Apellido del jefe(a) del hogar:							
B. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA							
1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1.1. Adobe ()		1.6. Adobe reforzado ()		1.8. Albañilería confinada ()		1.9. Concreto Armado (X)	
1.2. Quincha ()		1.7. Albañilería ()	3		2	1.10. Acero ()	1
1.3. Mampostería ()	4						
1.4. Madera ()							
1.5. Otros ()							
2. LA EDIFICACIÓN CONTÓ CON LA PARTICIPACIÓN DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
2.1. No (X)	4	2.2. Solo construcción ()	3	2.3. Solo diseño ()	2	2.4. Si, totalmente ()	1
3. ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
3.1. Mas de 50 años ()	4	3.2. De 20 a 49 años ()	3	3.3. De 3 a 19 años ()	2	3.4. De 0 a 2 años (X)	1
4. TIPO DE SUELO							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
4.1. Rellenos (X)		4.4. Depósito de suelos finos ()	3	4.6. Granular fino y arcilloso ()	2	4.7. Suelos rocosos ()	1
4.2. Depósitos marinos ()	4	4.5. Arena de Gran espesor ()					
4.3. Pantanosos, turba ()							
5. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
5.1. Mayor a 45% ()	4	5.2. Entre 45% a 20% ()	3	5.3. Entre 20% a 10% ()	2	5.4. Hasta 10% (X)	1
6. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O AREA DE INFLUENCIA							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
6.1. Mayor a 45% ()	4	6.2. Entre 45% a 20% ()	3	6.3. Entre 20% a 10% ()	2	6.4. Hasta 10% (X)	1
7. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN PLANTA				8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA EN ELEVACIÓN			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
7.1. Irregular (X)	4	7.2. Regular ()	1	8.1. Irregular ()	4	8.2. Regular (X)	1
9. JUNTAS DE DILATACIÓN SÍSMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA				10. EXISTE CONCENTRACIÓN DE MASAS EN NIVELES ...			
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
9.1. No/ No existen ()	4	9.2. Si (X)	1	10.1. Superiores (X)	4	10.2. Inferiores ()	1
11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA							
11.1. No existen /son precarios	Valor	11.2. Deterioro y/o humedad	Valor	11.3. Regular estado	Valor	11.4. Buen estado	Valor
1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento ()		1 Cimiento (X)	
2 Columnas ()		2 Columnas ()		2 Columna ()		2 Columnas (X)	
3 Muros portantes ()	4	3 Muros portantes ()	3	3 Muros portantes ()	2	3 Muros portantes (X)	1
4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas ()		4 Vigas (X)	
5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos ()		5 Techos (X)	
12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...							
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
12.1. Humedad ()		12.4. Debilitamiento por modificaciones ()	4	12.6. Densidad de muros inadecuada ()		12.8. No aplica (X)	
12.2. Cargas laterales ()	4	12.5. Debilitamiento por sobrecarga ()		12.7. Otros..... ()	4		0
12.3. Colapso elementos del entorno ()							

**APENDICE 11: PLANO DE DISTRIBUCION SATELITAL DE LAS VIVIENDAS
EN LA ZONA DE BELLA UNION**

**APENDICE 12: PLANO DE DISTRIBUCION POR TIPO DE SUELO DE LAS
VIVIENDAS DE BELLA UNION**

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO
PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

TESIS:

ANÁLISIS DE LA
VULNERABILIDAD ANTE
SISMO DE LAS VIVIENDAS
DE LA ZONA DE BELLA
UNION DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA USANDO EL
MÉTODO INDECI

PLANO: APENDICE 11
PLANO DE DISTRIBUCION
SATELITAL DE LAS
VIVIENDAS EN LA ZONA DE
BELLA UNION

ESCALA:

1/6000

AUTOR:

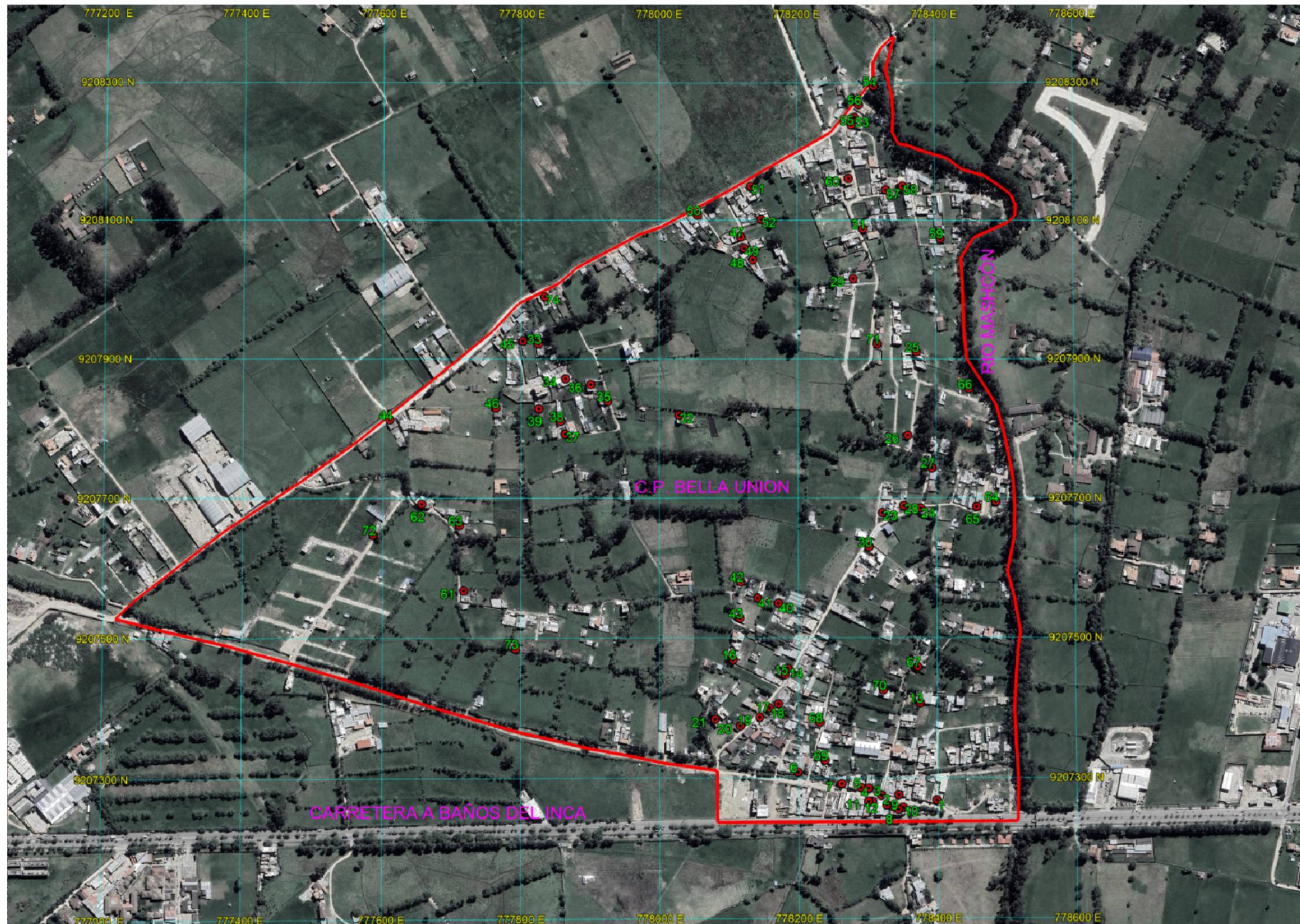
BACH. CARLOS ALEXANDER
CHAVARRIA PAREDES

LEYENDA:

— LIMITE ZONA

● VIVIENDA

15
NÚMERO DE
VIVIENDA



Fuente: Google Earth

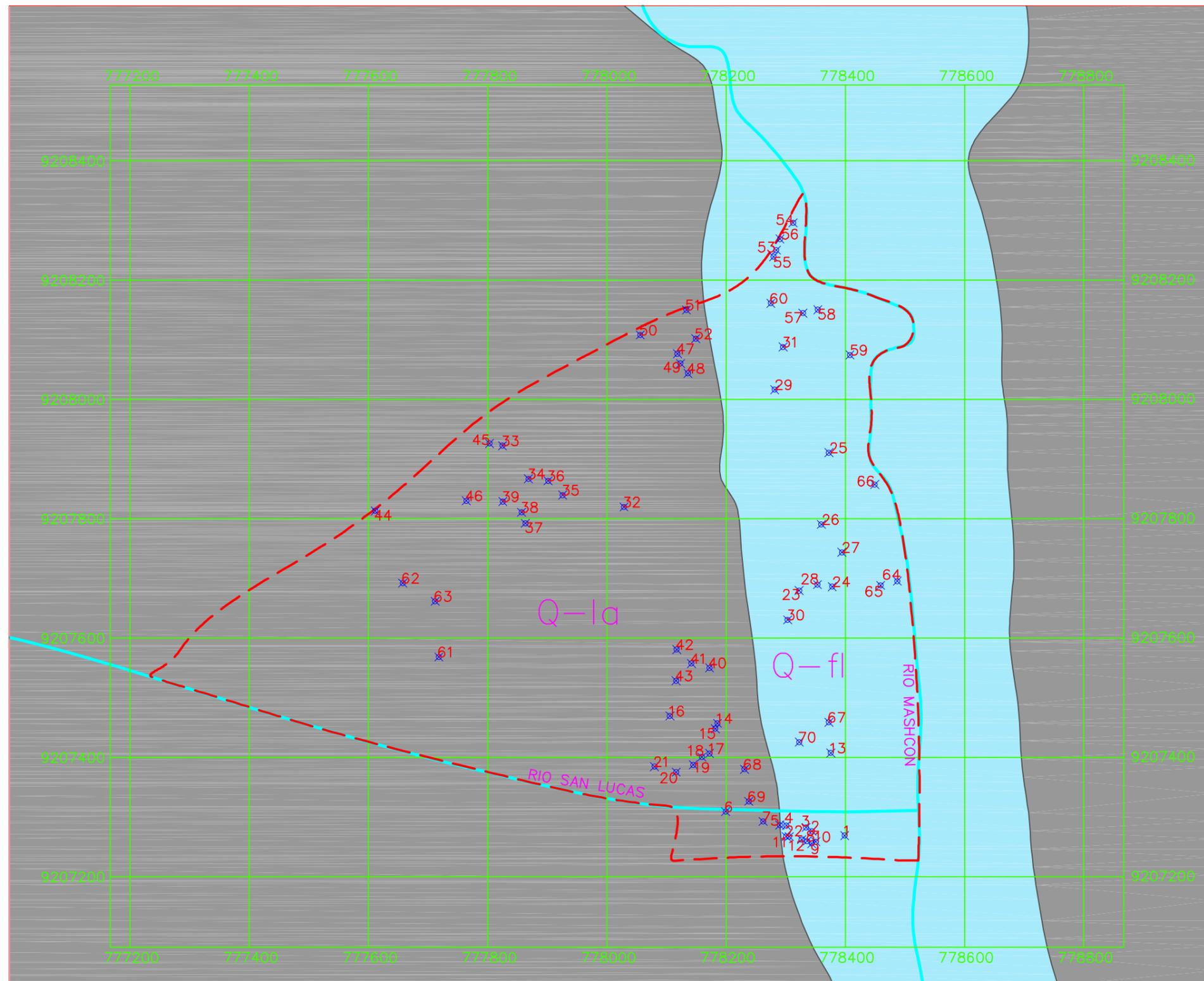
TESIS:
**ANÁLISIS DE LA
VULNERABILIDAD ANTE
SISMO DE LAS VIVIENDAS
DE LA ZONA DE BELLA
UNION DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA USANDO EL
MÉTODO INDECI**

PLANO: APENDICE 12
**PLANO DE DISTRIBUCION
POR TIPO DE SUELO DE
LAS VIVIENDAS DE BELLA
UNION**

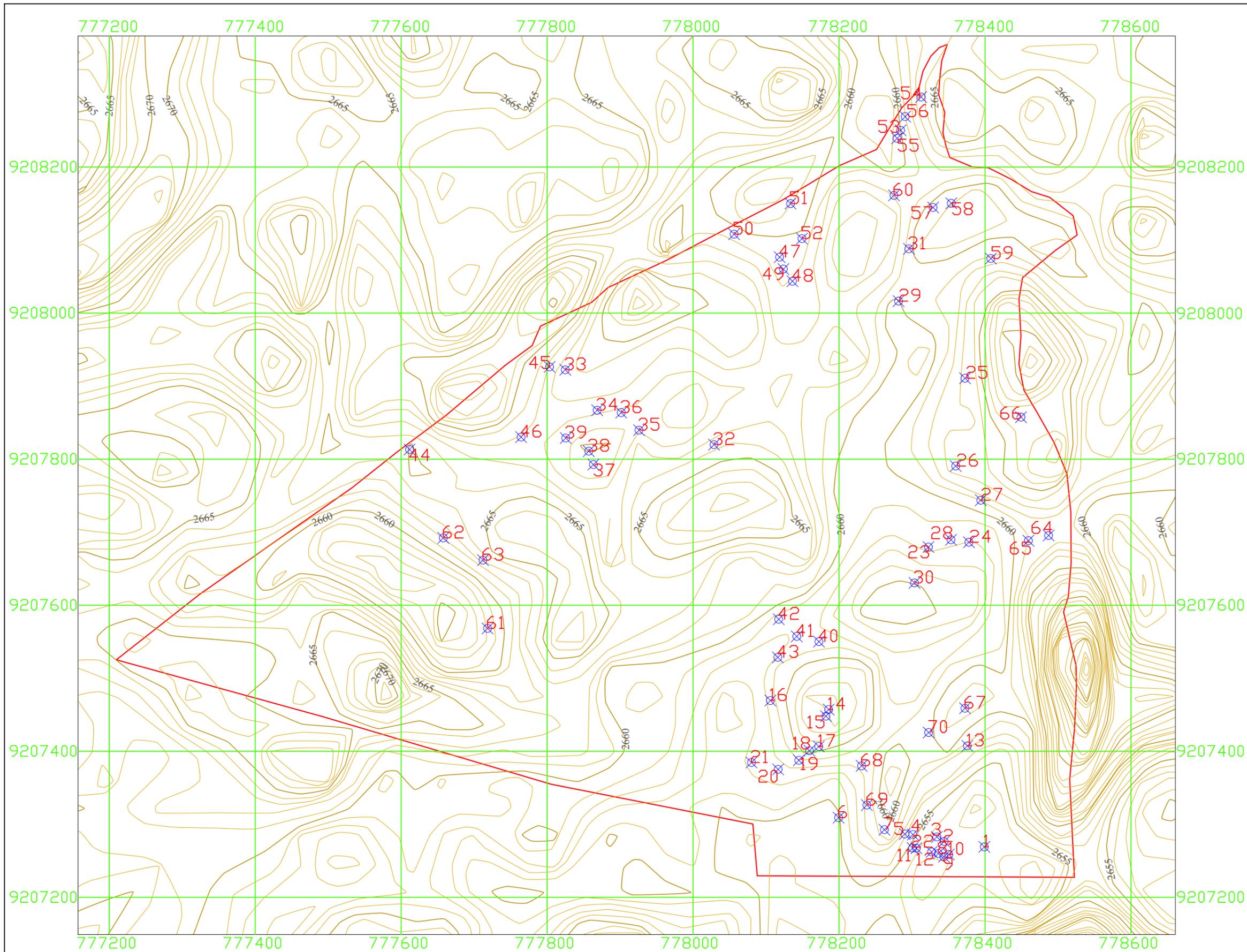
ESCALA:
1/7500

AUTOR:
**BACH. CARLOS ALEXANDER
CHAVARRIA PAREDES**

- LEYENDA:
-  **LIMITE ZONA**
 -  **CAUSE DE AGUA**
 -  **VIVIENDA**
 -  **NÚMERO DE VIVIENDA**
 -  **DEPOSITOS FLUVIALES (rellenos)**
 -  **DEPOSITOS LAGUNARES (depositos de suelos finos)**



Fuente: "Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca" (INDECI 2005).



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE CAJAMARCA

FACULTAD DE
INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO
PROFESIONAL DE
INGENIERIA CIVIL

TESIS:
ANÁLISIS DE LA
VULNERABILIDAD ANTE
SISMO DE LAS VIVIENDAS
DE LA ZONA DE BELLA
UNION DE LA CIUDAD DE
CAJAMARCA USANDO EL
MÉTODO INDECI

PLANO:
APENDICE 13: PLANO DE
TOPOGRAFIA DE LA ZONA

ESCALA:
1/5000

AUTOR:
BACH. CARLOS ALEXANDER
CHAVARRIA PAREDES

LEYENDA:
 — LIMITE ZONA
 X VIVIENDA
 15 NÚMERO DE
 VIVIENDA

FUENTE:
Software Global Mapper