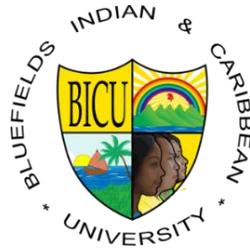


**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY**  
**BICU**



**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
Ingeniería Civil

**Monografía para optar al título de**  
**Ingeniero Civil**

**Monografía para optar al título de Ingeniería Civil**

Análisis de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamiento en los asentamientos  
del barrio San Pedro, Bluefields, 2023

**Autores:**

Br. Frank Luis Britton Nelson

Br. Erik José Álvarez Salazar

**Tutor:**

MSc. Juan Asdrúbal Flores Pacheco

Bluefields, RACCS, Nicaragua

Abril de 2024

**“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
3.1 Limitaciones y riesgos.....	6
IV. HIPÓTESIS.....	7
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
VI. OBJETIVOS.....	9
6.1 Objetivo General .....	9
Estimar el riesgo vulnerabilidad ante deslizamiento en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Pericón, Bluefields con el fin de reducir la peligrosidad de la población.....	9
6.2 Objetivos Específicos.....	9
VII. ESTADO DEL ARTE.....	10
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
8.1 Área de localización del estudio .....	38
8.2 Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período.....	39
8.2.1 Población, muestra.....	39
8.2.2 Tipo de muestra y muestreo.....	39
8.2.3 Técnicas e instrumentos de la investigación .....	39
Para la recolección de datos se emplearán las siguientes técnicas de colecta de datos: .....	39
Técnica .....	39
Grupo meta.....	39
Finalidad .....	39
8.3 Diseño .....	40
8.3.1 Recolección de Datos.....	40
- Identificación de los riesgos.....	41
- Factor de incidencia o exposición en el sector de estudio .....	41
- Efecto sobre las personas o consecuencias en general .....	42
- Factor de probabilidad (ocurrencia de la materialización de una situación de riesgo)	43
- Instrumentos de Evaluación.....	43

- Metodología de Villagrán para la evaluación de la vulnerabilidad estructural.....	43
8.4 Operacionalización de variables .....	45
8.5 Análisis de datos .....	48
<b>IX. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>X. CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>XI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>XII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....</b>	<b>67</b>
12.1 Presupuesto .....	67
12.2 Cronograma de actividades .....	70
<b>XIII. REFERENCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>XIV. ANEXOS .....</b>	<b>78</b>
.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Zona de Estudio, Riesgo por Deslizamiento Sector “Cristo Vive”, Barrio San Pedro, Bluefields.....	38
<b>Figura 2:</b> Sistema constructivo de las viviendas de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields.....	49
<b>Figura 3:</b> Antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields .....	51
<b>Figura 4:</b> Nivel de amenaza en función de la antigüedad de las vivencias en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields .....	53
<b>Figura 5:</b> Nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields.....	54
<b>Figura 6:</b> Análisis de estabilidad del suelo en terrenos del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.....	56
<b>Figura 7.</b> Ubicación de las calicatas perforadas en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.....	57
<b>Figura 8.</b> Mapa de vulnerabilidad del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Técnicas e instrumentos de colecta de datos .....	39
<b>Tabla 2:</b> Escala para estimar factor de incidencia o exposición .....	42
<b>Tabla 3:</b> Escala para estimar efectos sobre las personas o consecuencias .....	42
<b>Tabla 4:</b> Escala para estimar factor de probabilidad.....	43
<b>Tabla 5:</b> Ponderación de la metodología de Villagrán.....	44
<b>Tabla 6:</b> Operacionalización de variables .....	45
<b>Tabla 7:</b> Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad normalizadas .....	48
<b>Tabla 8:</b> Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Perforación de la Calicata. A) Selección del sitio. B) Marcado del sitio .....	78
<b>Anexo 2.</b> A) viviendas del sector El Pericón. B) Tipología y sistema constructivo predominante .....	79
<b>Anexo 3.</b> A) Toma de muestra con barreno. B) Medición de pH en campo. C) Extracción de muestra de suelo para determinación de textura en laboratorio .....	80
<b>Anexo 4.</b> A) Cárcavas excavadas para el drenaje superficial. B) Suelo compactos con moteado. C) Evidencia de erosión en base de viviendas .....	81

## RESUMEN

El barrio San Pedro, sector Cristo Vive, en Bluefields, enfrenta diversos desafíos relacionados con la vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra, que amenazan la seguridad y el bienestar de sus habitantes. Este fenómeno, influenciado por factores como el sistema constructivo de las viviendas, la antigüedad de las estructuras y las características del suelo, requiere un análisis integral para comprender su alcance y adoptar medidas efectivas de reducción de riesgos. En este contexto, este estudio se enfoca en caracterizar el sistema constructivo de las viviendas, analizar su antigüedad y elaborar un mapa de vulnerabilidad y riesgos con énfasis en los deslizamientos de tierra de la zona y proponer un plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad. Para recopilar datos, se utilizó la plataforma Survey123 del SINAPRED, complementada con GPS para la georreferenciación y calicatas para el análisis del suelo. El análisis del sistema constructivo revela que la mayoría de las viviendas están construidas con materiales de baja durabilidad, como la madera, lo que las hace especialmente susceptibles a los deslizamientos de tierra. La antigüedad variada de las estructuras sugiere una posible falta de mantenimiento y actualización estructural, aumentando la probabilidad de colapsos durante eventos adversos poniendo en riesgo a las personas con discapacidad. Estas áreas representan un peligro significativo para la comunidad y requieren intervenciones urgentes. Se recomienda implementar medidas de mitigación, como el mejoramiento de infraestructuras de drenaje, la estabilización de suelos y la promoción de prácticas seguras de construcción. Es crucial fortalecer la capacidad de respuesta de la comunidad y las autoridades locales ante desastres naturales.

**Palabras claves:** Inseguridad, inestabilidad de suelo, sistema constructivo, planificación urbanística.

## **ABSTRACT**

The San Pedro neighborhood, Cristo Vive zone, in Bluefields, faces various challenges related to vulnerability to landslides, which threaten the safety and well-being of its inhabitants. This phenomenon, influenced by factors such as the construction system of the homes, the age of the structures and the characteristics of the soil, requires a comprehensive analysis to understand its scope and adopt effective risk reduction measures. In this context, this study focuses on characterizing the construction system of the homes, analyzing their age and developing a vulnerability and risk map with emphasis on landslides in the area and proposing a risk and vulnerability reduction plan. To collect data, the SINAPRED Survey123 platform was used, complemented with GPS for georeferencing and pit pits for soil analysis. Analysis of the construction system reveals that most homes are built with low-durability materials, such as wood, which makes them especially susceptible to landslides. The varied age of the structures suggests a possible lack of structural maintenance and updating, increasing the likelihood of collapses during adverse events putting people with disabilities at risk. These areas represent a significant danger to the community and require urgent interventions. It is recommended to implement mitigation measures, such as improving drainage infrastructure, stabilizing soils, and promoting safe construction practices. It is crucial to strengthen the response capacity of the community and local authorities to natural disasters.

**Keywords:** Insecurity, soil instability, construction system, urban planning.

# I. INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, donde la interacción entre el ser humano y el entorno es cada vez más intensa, las comunidades enfrentan desafíos significativos relacionados con la gestión de riesgos naturales. Entre estos desafíos, los deslizamientos de tierra emergen como una amenaza destacada que puede tener consecuencias devastadoras para la vida humana, la infraestructura y el ambiente. En este contexto, el barrio San Pedro en la ciudad de Bluefields se presenta como un caso de estudio crucial, ya que su historia de deslizamientos y su ubicación geográfica lo convierten en un área especialmente vulnerable a estos eventos.

El barrio San Pedro en Bluefields ha experimentado deslizamientos de tierra en el pasado en 2015 afectando 10 metros del andén principal, lo que subraya la necesidad de comprender y abordar esta amenaza de manera integral. Este estudio tiene como objetivo examinar y analizar en detalle la vulnerabilidad del barrio San Pedro ante la amenaza de deslizamientos en el año 2023. Este análisis se llevará a cabo considerando una variedad de factores, incluidos aspectos geológicos, climáticos, sociales y urbanísticos, con el fin de obtener una comprensión holística de la situación.

Uno de los principales impulsores de la vulnerabilidad en el barrio San Pedro es la interacción entre la geología local y las actividades humanas. El crecimiento urbano desordenado y la falta de planificación en áreas propensas a deslizamientos aumentan significativamente la exposición a este riesgo. Además, el cambio climático y la variabilidad climática pueden intensificar la amenaza, ya que eventos climáticos extremos pueden desencadenar deslizamientos en terrenos ya debilitados.

Para lograr un análisis completo, este estudio se combinará diversas metodologías y fuentes de datos. Se realizarán estudios geotécnicos para comprender las características del suelo y su susceptibilidad a los deslizamientos. Se emplearán herramientas de análisis geoespacial para mapear las áreas más expuestas al riesgo. Además, se considerarán aspectos socioeconómicos para evaluar cómo las condiciones de vida de la población afectan su capacidad de adaptación y recuperación ante eventos de este tipo. A través de este análisis exhaustivo, se espera no solo identificar las áreas de alta vulnerabilidad en el barrio San Pedro, sino también proponer recomendaciones específicas para reducir y gestionar el riesgo de deslizamientos. Estas

recomendaciones podrían abarcar desde medidas de planificación urbana más efectivas hasta estrategias comunitarias de preparación y respuesta. En última instancia, este escrito aspira a ser un recurso valioso para los tomadores de decisiones locales, los expertos en gestión de desastres y la comunidad en general, al proporcionar información esencial para la construcción de un futuro más seguro y resistente frente a la amenaza de deslizamientos en el barrio San Pedro, de la ciudad de Bluefields.

## II. ANTECEDENTES

En el estudio de Flores-Pacheco et al., (2023) se realizó una investigación etnográfica en la comunidad Tiktik Kaanu, Municipio Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, de la República de Nicaragua, que tuvo por objetivo describir la etnia, cultura y sistemas constructivos en condiciones de riesgo de desastres en la comunidad señalada, ubicada a 42 kilómetros al sur de Bluefields sobre la ribera del río Kukra. Para esto se recolectó información por medio de encuestas cerradas aplicadas a los comunitarios en visitas casa a casa en el perímetro del caserío. Los resultados indican que el sistema constructivo predominante es la madera con techos de palma (planta local), las viviendas tienen variantes en la antigüedad de su construcción desde escasos meses hasta más de una década. Al estar asentados en una zona de frecuente afectación por desastres naturales del tipo atmosférico (huracanes) e hídricos (inundaciones) los pobladores son altamente vulnerables a este tipo de fenómenos. Los investigadores sugieren la construcción de un refugio en la comunidad.

El estudio de Rosales Sánchez & Centeno Álvarez (2009) tuvo por objetivo zonificar áreas potencialmente vulnerables a sufrir deslizamientos de tierra en el municipio de la Conquista, Carazo por medio del método Heurístico geomorfológico. Este método consiste en combinar mapas temáticos calificados, con el uso de la herramienta SIG, para luego obtener mapas indicativos de prevención y mitigación de desastres. Esto sirva en el futuro para la toma de decisiones en la gestión de riesgo. Para obtener el mapa de amenazas potencial a deslizamientos, se realizó primero el mapa de susceptibilidad por factores intrínsecos el cual considera información sobre geología, pendiente y drenaje. Luego el mapa de factores extrínsecos, el cual considera el conflicto de uso de la tierra, clima y erosión. Los resultados mostraron que los factores más determinantes en las áreas potencialmente vulnerables son: 1). conflicto de uso de la tierra, 2). geología impermeable, 3). pendientes del terreno mayores del 15% y, 4). sitios con alta densidad de fracturas. Los sitios de mayor probabilidad de ocurrencia a deslizamientos son; cerró la Pitilla, Los Charcones y el Raizudo. Sitios localizados en suelos marginales de laderas cercanas a comunidades distantes al municipio. El estudio recomienda cambiar las prácticas agrícolas de acuerdo a la vocación de los suelos, e introducir prácticas de conservación de suelos, para disminuir las probabilidades de ocurrencia de estos fenómenos como los deslizamientos.

El estudio de Javier Darío Donoso Saca (2017) realizó un análisis de riesgos ante la amenaza de deslizamientos de tierra, mediante un estudio del terreno, comprobando si existe o no dicha amenaza. Posteriormente se examinó si se encontrasen viviendas expuestas a la misma. Se adoptó y adaptó la propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas propuesta por la SNGR y PNUD en el año 2011, de manera que se pudo determinar la vulnerabilidad estructural de cada una de las viviendas en relación a la amenaza de deslizamiento, lo que arrojó un resultado cualitativo en el que se pudo evidenciar que existen casas con un riesgo de categoría moderada, la cual está muy cercana de cambiar a categoría alta. La difusión de información oportuna es un punto clave de la gestión del riesgo, el cual fue cumplido en este trabajo investigativo a través de la repartición de trípticos, dando como resultado a una comunidad más consciente del riesgo que tiene debido a su ubicación, y de las medidas de mitigación que pueden tomar para reducir el nivel de riesgo presente en cada una de sus viviendas.

En el estudio de Laguna & Velásquez Espinoza (2020) con el objetivo de investigación en el análisis de inestabilidad de ladera en un tramo de la carretera NIC-7 que conecta los municipios de Juigalpa, Santo Tomás del departamento de Chontales en Nicaragua. La metodología empleada se basó en determinar parámetros que conducen a la formación de deslizamientos, entre ellos: la litología, meteorización, ángulo de pendiente, fracturamiento de cuerpos rocosos y la precipitación como factor detonante, ilustrando mediante modelos en 2D realizado en software un posible deslizamiento, para evaluar las condiciones del talud y el factor de seguridad, designando así el estado de la ladera objeto de investigación. Los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, mostraron que los materiales en este caso suelo y roca presentan bajos parámetros de resistencia mecánica como son: ángulo de fricción, cohesión y peso, al realizar la modelación en el software se presentan factores de seguridad bajos producto las condiciones de los materiales, grado de pendiente, sumado a ello el peso de estructuras y tráfico vehicular. Dejando como conclusión que el estado de la ladera en el tramo de la carretera Nic-7 (km 177-178) es inestable e inseguro.

Durante el proceso de revisión bibliográfico para la construcción de esta investigación, se identificaron antecedentes nacionales e internacionales, sin embargo, no se logró la obtención trabajos investigativos y/o proyectos relacionados a esta temática en la Región Autónoma Costa Caribe Sur de Nicaragua. Siendo así, este es un trabajo pionero en la temática.

### III. JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Bluefields se encuentra en la zona del trópico húmedo de Nicaragua con terrenos irregulares con pendientes casi nula hasta las extremas lo cual sumado al régimen de humedad de más de 4,000 mm anuales supone grandes movimientos de tierra (López López et al., 2022). En sentido la gestión de riesgos y desastres es una temática transversal en los planes urbanísticos que la comuna desarrolle y planifique en función de la demanda de viviendas y crecimiento comercial local.

En este caso particular, la investigación abordará las afectaciones por deslizamientos de tierra en el barrio San Pedro de Bluefields, zona en la que han identificado múltiples puntos / áreas vulnerables a desastres naturales e inducidos por las actividades antrópicas, entre estas destacan las inundaciones y deslizamiento de tierra. Este trabajo de investigación tiene como finalidad valorar las probabilidades de deslizamientos en la zona conocida como “Cristo vive” de este Barrio, que colinda con la terminal de buses locales. Las principales variables que se atenderán son el sistema constructivo de las viviendas, la pendiente y ubicación del terreno, las características edafoclimáticas locales.

Este estudio se reviste de importancia para atender temáticas específicas como lo son:

La incorporación de datos propios y actualizados de la situación de esta zona al mapa de gestión de riesgos y vulnerabilidad local que a su vez permitirá la correcta aplicación de los permisos de construcción en atención a las características de los terrenos.

La actualización del registro de crecimiento urbanístico como eje fundamental del Plan Maestro de Desarrollo Municipal de la ciudad de Bluefields como herramienta para el fomento socioeconómico local.

La mejora de la gestión de sitios con peligrosidad a fenómenos naturales amplificados por el hombre, esto permitirá la optimización de los planes de respuesta de las instituciones locales (COMUPRED) y las que son de respuesta nacional (SINAPRED).

La factibilidad de las acciones descritas es elevada debido al uso de equipos y herramientas en posesión de los socios de la investigación, Alcaldía Municipal de Bluefields y de BICU, así como

el empleo de aplicaciones especializadas para la gestión de riesgos suministrada por el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) de Nicaragua.

Con estos se beneficiarán directamente la población local de la zona y las personas naturales y jurídicas que proyecten establecerse en esta área. De igual manera la Alcaldía Municipal de Bluefields y demás entidades relacionadas a la gestión de riesgos tendrán información actualizada y veras para la gestión y control de la peligrosidad para la prevención de pérdidas humanas y materiales.

### 3.1 Limitaciones y riesgos

<b>Limitantes</b>	<b>Riesgos</b>
Accesibilidad a los terrenos en época lluviosa	No poder recoger datos en campo por alteraciones climáticas
Negativa de pobladores a atener las encuestas	Sumisito de información falsa por parte de los pobladores
Poco personal para desarrollo del levantamiento de datos	Daño o pérdida de equipos de campo

#### **IV. HIPÓTESIS**

Se ha logrado la estimación del riesgo y vulnerabilidad ante deslizamiento en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Pericón, Bluefields con el fin de reducir la peligrosidad de la población.

## **V.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La población del barrio San Pedro sector el Pericón desde el 2015, han venido sufriendo la problemática amenaza de deslizamiento desde hace muchos años atrás, debido a que éste se construyó paralelamente la carretera que une a Bluefields con Nueva Guinea. Los pobladores comenzaron a desplazarse desde 2008 hacia el lugar construyendo sus viviendas a la orilla de la vía, sin embargo, sus viviendas son propensas a ser afectadas por deslizamientos que ocurren por las precipitaciones características de la zona de las cuales se deben destacar que estos son terrenos rellenos por movimientos de tierra durante la construcción de la carretera Nic 71 en 2017 – 2019, a ello se suma la total carencia de planificación urbanística.

Además, la estructura y la ubicación de estas viviendas contiguas elevan su nivel de vulnerabilidad. La zona esta caracterizada por la construcción de viviendas no planificadas, incumpliendo normas de urbanismo lo que hace que su ubicación respecto al talud de posibles deslizamientos varíe desde algunos metros hasta estar ubicadas justamente sobre este. Adicionalmente, los sistemas constructivos varían drásticamente al ser construidos por pobladores con conocimientos empíricos que no garantizan la seguridad estructural.

La estimación del nivel de riesgo de deslizamiento de tierra en el barrio San Pedro correspondiente sector el Pericón es de suma importancia para el desarrollo local y las inversiones económicas en la zona, por lo tanto, es imprescindible reducir las probabilidades de accidente y/o problemas relacionados con la gestión de riesgos.

## **VI. OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo General**

Estimar el riesgo vulnerabilidad ante deslizamiento en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Pericón, Bluefields con el fin de reducir la peligrosidad de la población.

### **6.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar el sistema constructivo de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Pericón, de la ciudad de Bluefields.
2. Relaciona los factores de vulnerabilidad y riesgos de las viviendas y población en el asentamiento del barrio San Pedro sector Pericón, de la ciudad de Bluefields.
3. Mapificar la zona de estudio en función del riesgo y vulnerabilidad de las viviendas a deslizamientos.
4. Proponer plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Pericón, de la ciudad de Bluefields.

## **VII. ESTADO DEL ARTE**

### **7.1. Conceptos introductorios**

#### **7.1.1 Concepto de vulnerabilidad**

Según (INETER, 2001), determino que es la sumatoria de una serie de condiciones físicas, económicas, sociales, culturales, ambientales, etc. Que interactúan entre sí de manera dinámica, y determinan la fragilidad de un lugar a ser afectado por un determinado fenómeno natural.

#### **7.1.2 Aspectos relacionados con deslizamientos de tierra y la estabilidad de los suelos**

Definición de deslizamientos de tierra: Son movimientos lentos o rápidos del material superficial de la corteza terrestre (suelo, arena, roca) pendiente abajo debido a un aumento de peso, pérdida de consistencia de los materiales o algún otro factor que genere un desequilibrio en la ladera. A estas condiciones se le debe sumar factores externos como la sismicidad, vulcanismo y las lluvias (Jimenez, 2002).

La estabilidad de suelos es importante en estudios del medio físico; los riesgos de desprendimiento y movimientos en masa imponen fuertes limitaciones al desarrollo de las actividades constructivas y a la asignación de usos al suelo (way & citado por aguilo, s.f.)

#### **7.1.3 Clasificación de deslizamientos**

Existen clasificaciones de deslizamientos atendiendo al tipo de movimiento, al contenido de agua, a la velocidad del movimiento, a la profundidad de la superficie de ruptura y al estado de la actividad (ALARN, COSUDE, & Carreño, 2002).

##### **a. en masa de acuerdo a su velocidad**

- Sub estabilizados a lentos, cuando presentan movimientos de 0 a 2 cm/año.
- Pocos activos, cuando presentan movimientos de 2 a 10 cm/año.
- Activos con fases rápidas, cuando presentan movimientos con velocidades mayores a 10 cm/año.

## b. Atendiendo a la profundidad de la superficie de ruptura

Los deslizamientos se clasifican como:

- Deslizamiento superficial, la profundidad de la superficie de ruptura esta entre 0 y 2 m.
- Deslizamiento semiprofundo, la superficie de ruptura tiene profundidades entre 2 y 10 m.
- Deslizamiento profundo, la profundidad de la superficie de ruptura es mayor de 10 m.  
(ALARN, COSUDE, & Carreño, 2002)

## c. Clasificación de deslizamientos por su tipo de movimiento

Según (Jimenez, 2002) en su publicación expreso que los deslizamientos de tierra se pueden clasificar por su tipo y movimiento de la siguiente manera:

- **Rodados:** Un rodado es una masa de roca u otro material que desciende por medio de una caída o rebote en el aire. Estos son más comunes a lo largo de caminos empinados o terraplenes ferroviarios, acantilados empinados o arrecifes socavados escarpadamente, especialmente en las regiones costeras una sola roca grande puede causar grave daño.
- **Derrumbe:** Un derrumbe se debe a las fuerzas derribadoras que causa la rotación de roca fuera de su posición original. La parte rocosa puede haberse estacionado en un ángulo inestable, balanceándose en un punto de giro del cual se inclina una rueda hacia delante. Un derrumbe tal vez no contenga mucho movimiento y no necesariamente provoca una caída o desprendimiento de rocas.
- **Propagación lateral:** Grandes bloque de tierra se propagan horizontalmente fracturándose desde su base original. La propagación lateral generalmente ocurre en pendientes suaves, usualmente de menos de 6% y típicamente se propagan de 3 a 5 metros, pero pueden moverse desde 30 a 50 metros donde las condiciones sean favorables. En el caso de propagación lateral usualmente hay rompimiento interno formándose, numerosas grietas y acantilados. El proceso puede ser causado por licuefacción donde la arena o el sedimento suelto y saturado asumen un estado licuado. Usualmente ocurre por el estremecimiento del suelo.
- **Aludes:** Los aludes avanzan como un líquido viscoso, a veces muy rápido y puede cubrir varios kilómetros. No es necesaria la presencia del agua para que se produzca el alud; sin embargo, la mayoría de los aludes se forman después de periodos de intensas lluvias.

Un alud de lodo contiene por lo menos 50% de arena, sedimentos y partículas de arcillas. Un lahar es un alud de lodo que se origina en la pendiente de un volcán y que puede ser activado por las lluvias, por repentino derretimiento de nieve o glaciares o por el agua que fluye de lagos de cráteres.

**d. Principales tipos de deslizamientos, de acuerdo a la geometría del desplazamiento.**

Según (Zinck, 1996), también se puede distinguir dos tipos principales de deslizamientos, de acuerdo a la geometría del desplazamiento.

- **Desplazamientos rotacionales:** Un desplazamiento rotacional (slum), involucra un movimiento semicircular del material en un plano curvo, alrededor de un eje transversal a la vertiente, mientras la parte transversal se desploma y se hunde, el frente se levanta en ligera contra pendiente.
- **Desplazamientos traslacionales:** Los deslizamientos traslacionales corresponden a movimientos en plancha paralelos a la inclinación del relieve y al buzamiento del sustrato rocoso. Rocas estratificadas o esquistosas, inclinadas paralelamente a la pendiente, son particularmente favorables (Zinck, 1996)

**e. Clasificación de los deslizamientos de acuerdo a la velocidad del movimiento**

Según (Jiménez, 2002) los deslizamientos de tierra pueden presentar movimientos con distintas velocidades por lo que los clasifica de la siguiente manera:

- **Movimientos Rápido:** Alcanzan velocidades hasta de 4 metros por segundo y se pueden originar en zonas con pendientes muy fuertes y empinadas, donde domina la caída de rocas de residuos que se acumulan formando un talud o se puede producir al deslizarse una gran masa en segundos o minutos. Entre ellos tenemos desprendimientos y flujos de lodo.
- **Movimientos Lento:** Las velocidades son del orden de centímetros o metros por año. Se caracterizan por transportar gran cantidad de material. Evidencias que muestran la

presencia de un deslizamiento lento son: la inclinación de los árboles a favor de la pendiente, la inclinación de cercas el agrietamiento de casas, entre otros.

f. **Tipos de deslizamientos más comunes en Nicaragua:** De acuerdo a (CONSUDE-ALARN, 2002b) los tipos de desplazamientos más comunes en Nicaragua son:

- **Derrumbes o caídas:** La masa de rocas o de bloques se desprende de una ladera y cae por efecto de la gravedad, sin tener una superficie real de deslizamientos. El material se acumula en la base del acantilado formando una pendiente lo que generalmente constituye una amenaza adicional ya, que puede removilizarse.
- **Deslizamientos:** Se define como el movimiento de una masa de rocas o suelos a lo largo de una superficie de ruptura donde implica tanto fenómenos lentos como rápidos. Los movimientos pueden ser del tipo rotacional, traslacional, plano o complejo y superficiales o profundos.
- **Deslizamientos subestabilizados:** Se refiere a masas inestables que tienen una actividad mínima o están estabilizados, significan que fueron activos en tiempos pasados y que actualmente no se mueven al haber las condiciones que facilitaban su actividad (cambios climáticos, erosión o profundización de causes lo que ha dejado colgados, o por haber alcanzado una pendiente inferior a la de un ángulo de reposo), en ambos casos no se asume que no representen mayor peligro.
- **Deslizamientos peliculares:** El terremoto presenta una morfología típica de cáscara de naranja, con pequeñas ondulaciones con diámetros promedios de hasta un metro y profundidades entre 1 y 2 metros. Evolucionan hacia una forma de escalones o rombos que se conocen como caminos de vaca. Este tipo de deslizamientos afectan fundamentalmente la cubierta edáfica, depósitos eluviales y coluviales finos, generalmente sobre pendientes mayores a 20°. La velocidad de este fenómeno es lenta; sin embargo, es susceptible a degenerar en coladas y deslizamientos rápidos tipos coladas de lodo y detritos. Este es un fenómeno que ocurre en la región central y norte

de Nicaragua, relacionado al uso intensivo e inadecuado del suelo. La única forma de detectarlo es por su típica apariencia ondulada (cáscara de naranja y camino de vacas), especialmente en terrenos de cultivos y pastoreo.

- **Deslizamientos Rotacionales:** Un deslizamiento rotacional involucra un movimiento semicircular del material en un plano curvo, alrededor de un eje transversal a la vertiente. Mientras la parte trasera del paquete se desploma y se hunde, el frente se levanta en ligera contra pendiente. Los materiales más favorables son de composición homogéneas, no estratificado y sin control estructural. Se trata por lo general de saprofitas espesas, formada por alteración de rocas cristalinas (ígneas o metamórficas), o de mantos deposicionales diversos.
- **Deslizamientos traslacionales:** Corresponden a movimientos en planchas, paralelo a la inclinación de un relieve y al buzamiento del sustrato rocoso. Rocas estratificadas o esquistosas, inclinadas paralelamente a la pendiente, son particularmente favorables. La superposición de capas porosas sobre estratos impermeables permite el cizallamiento. Usualmente este tipo de deslizamiento es de gran extensión transversal y se exhibe en la zona frontal.
- **Reptación:** Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar en la curvatura de los árboles, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas.
- **Coladas:** Son el resultado del movimiento de una masa de material sobresaturado, casi en estado líquido de carácter rápido y generalmente formando un perfil longitudinal alargado como un cono terminal, la superficie de corte o ruptura usualmente no se preserva. Las coladas están en dependencia del tipo de material desplazado y de la cantidad de agua involucrada; se pueden dividir de la siguiente manera:
  - g. **Coladas de lodo:** El material en movimiento es una mezcla de material de granulometría fina, como arcilla con abundante agua.

- h. Coladas o flujos de detritos:** Son flujos de material granular y escombros que presentan una matriz areno-arcillosa que en su conjunto se movilizan a través de canales preexistentes o formados por el mismo flujo.
- i. Flujos:** Movimientos más o menos rápidos de masa rocosa no consolidada de granulometría fina. La saturación de agua puede hacer que se comporte como un fluido de alta viscosidad, haciéndose más espeso generalmente al final de su recorrido. Suelen estar asociados a violentas tormentas, fusión de hielos, aumentos del nivel freático, etc., que aportan más agua de la que puede ser absorbida. Los movimientos del tipo flujo suelen afectar a masas con granulometría muy fina, con abundantes presencias de minerales de arcilla, derrubios o fragmentos de rocas. Este último caso se diferencia de un deslizamiento o una avalancha por el contenido de agua (Varnes & citado por aguilo, s.f.)

#### **7.1.4 Identificación de deslizamientos de tierra**

Los terrenos de deslizamientos pueden ser identificados a través de observaciones e interpretaciones de los mapas geológicos y topográficos, de fotografías aéreas de diferentes años, así como observaciones de campo.

En los mapas topográficos es posible observar disturbios o discontinuidades en las curvas de nivel (curvas no paralelas o caóticas) y relacionarla con terrenos inestables. Para ayudar a visualizar estas discontinuidades pueden realizarse perfiles topográficos y geológicos, tanto en las áreas afectadas como en las áreas no afectadas; en mapas antiguos como en los más recientes, lo cual permite compara la topografía y definir el área de deslizamiento. La densidad y tipo de drenaje es otro factor a considerar, así como los cursos de ríos desviados. Toda esa información debe ser verificada en el campo (CONSUDE-ALARN, 2002a)

##### **a. Causas que pueden provocar los movimientos de masa.**

Causas inmediatas de movimientos en masa (Sheng, s.f.)

- Concentración de aguas de lluvia
- Escurrimientos

- Descalces o desmontes por las corrientes de agua
- Excavaciones artificiales (canteras, carreteras, etc.)
- Cultivos en pendiente
- Procesos geológicos
- Combinaciones de las causas anteriores

Según (Way & Aguilo , 1998) los factores que intervienen en la inestabilidad de los suelos generalmente se combinan para producir este tipo de movimientos, aunque en esencia suelen aparecer dos fuerzas fundamentales:

Resistencia al corte o cizalladura la cual depende del tipo del material del que esté constituido el suelo.

#### **b. Condiciones que inducen susceptibilidad al movimiento en masa**

Según (Way 1973, 1998) existen diferentes condiciones que pueden provocar los movimientos en masa, y las expresa de la siguiente manera:

- Suelos arcillosos, cohesivos y saturados de agua
- Suelos sueltos con estructura particular y baja resistencia al corte o cizalladura
- Rocas sedimentarias alternadas con estratos paralelos a la pendiente de las laderas
- Rocas metamórficas de estructuras muy esquistosa y con planos de exfoliación paralelos a la pendiente de las laderas
- Rocas ígneas o metamórficas muy alteradas o descompuestas
- Existencias de fallas o fracturas paralelas o interceptando las pendientes
- Materiales intercalados o alternantes de diferente resistencia o permeabilidad
- Existencia de fuerte escorrentía a lo largo de las laderas
- Suelos de coluvión
- Existencia de alternancias rápidas en el nivel de las capas freáticas.

#### **c. Factores que provocan los deslizamientos de tierra**

Según (INETER, 2001) dentro de las causas o factores que controlan los movimientos de ladera se pueden establecer dos grandes grupos:

- **Factores condicionantes:** Están unidos a la propia naturaleza composición, estructura y forma del terreno entre ellos tenemos;
  - Relieve (pendiente)
  - Litología
  - Estructura geológica
  - Propiedades físicas
  - Comportamiento hidrogeológico
  - Propiedades geomecánicas
  
- d. **Factores desencadenantes:** Pueden considerarse como factores externos los que actúan sobre la ladera provocando o desencadenando su inestabilidad al modificar las condiciones preexistentes, entre ellos están:
  - Aporte de agua
  - Aplicación de carga o dinámicas (movimientos naturales o inducidos)
  - Cambios en las condiciones geológicas
  - Factores climáticos
  - Variación en la geometría del talud
  - Erosión o socavación del pie
  - Acciones antrópicas

El primer grupo de factores configuran las diferentes topologías, mecanismos y modelos de ruptura, mientras que el segundo grupo de factores es responsable en gran medida de la magnitud de los movimientos. El relieve en particular juega un papel definitivo en cuanto es necesaria una cierta pendiente para que se produzca cierto tipo de movimientos gravitacionales como por ejemplo los flujos.

La estructura geológica, la estratigrafía y la litología son factores muy importantes en cuanto a que determinan la potencialidad de movimientos en los diferentes materiales rocosos. En particular las variaciones en la composición, competencia, resistencia, deformación, dureza, grado de alteración, fracturación, porosidad y permeabilidad determina la posibilidad de un terreno a sufrir deslizamientos bajo la actuación de determinados factores desencadenantes.

**e. Señales de deslizamientos por la influencia de factores condicionantes y desencadenantes:** Según (COSUDE, 1999) los terrenos que comienzan a deslizarse casi siempre avisan. Las señales de un terreno que se está deslizando son:

- Corte como grada, en el que podemos ver las raíces de los pastos.
- Árboles o postes que se van inclinando poco a poco.
- Zanjas o cortes que bajan de la loma como forma de cuchara o de hamaca, a veces esta zanja abarca bastante terreno.

**f. Efectos que pueden provocar los deslizamientos de tierra**

- Pérdidas de vidas humanas.
- Destrucción de infraestructuras públicas y/o privadas.
- Incomunicación.
- Aumento de la pobreza.

**g. Medidas de prevención de los fenómenos de deslizamientos**

- Capacitación sobre sistemas de alerta temprana.
- Participar en capacitaciones sobre prevención de desastres.
- Construir muros de retención, implementar sistemas de espigones.
- Reforestar las orillas del río y en los sitios desprovistos de vegetación con plantas propias del municipio de La Conquista.
- Reubicación de viviendas y prohibir la construcción de viviendas en los sitios críticos.
- Realizar obras de drenaje.

#### **7.1.5 Aspectos relacionados con la erosión hídrica y la disponibilidad de suelo**

De acuerdo con (Pérez & Rojas, 2005) la disponibilidad de material que puede ponerse en movimiento es afectada por la erosión al disminuir la cantidad de suelo.

#### **7.1.6 Degradación de los suelos**

Es un proceso que rebaja la capacidad de uso actual y potencial de los suelos para producir (cuantitativa y/o cualitativamente) bienes o servicios. La degradación de los suelos no es necesariamente continua, sino que puede ocurrir en periodos relativamente cortos entre dos estados de equilibrio ecológico (FAO, 1980).

### 7.1.7 Erosión hídrica

Proceso mediante el cual el agua de lluvia ejerce su acción erosiva sobre el suelo mediante el impacto de las gotas, las cuales caen con velocidades y energía variables según sea su diámetro. De su cantidad, intensidad y distribución depende el volumen del flujo que se desliza en capa uniforme sobre la tierra llevando en suspensión partículas del suelo.

**a. Fuerzas de la que depende la erosión hídrica:** Según (Suárez, 1982) la erosión por el agua depende de los siguientes factores.

- Fuerzas activas
- Características de las lluvias (intensidad, duración y frecuencia)
- Pendiente y área del terreno
- Capacidad de absorción del suelo
- Resistencias
- Propiedades físicas y químicas del suelo
- Vegetación

**b. Clases de erosión hídrica:** Según (Suárez, 1982) la erosión causada por el agua se puede dividir en tres clases, las cuales pueden ocurrir simultáneamente sobre el mismo terreno.

- **Erosión laminar:** Consiste en la remoción en capas, más o menos uniformes del suelo sobre toda un área. Es la forma menos notable del flagelo y, por lo mismo la más peligrosa. A través de su acción comienza a tornarse de color más claro el suelo superficial, por efecto de la remoción de humus y a reducirse la productividad de los terrenos en forma progresiva. Es especialmente perjudicial por su acción selectiva sobre las partículas del suelo, arrastra primero la porción más liviana de esas partículas.
- **Erosión en surcos:** Ocurre cuando por pequeñas irregularidades en la pendiente del terreno, la escorrentía se concentra en algunos sitios hasta adquirir volumen y velocidad suficientes para hacer cortes y formar canículos que se destacan en el terreno. Ocurren especialmente en aguaceros de gran intensidad y en terrenos con pendientes pronunciadas.

- **Erosión en zanjas o en cárcavas:** Se presenta cuando hay una gran concentración de la escorrentía en determinadas zonas del terreno y se permite que año tras año vayan ampliándose los surcos formados por la acción de esas corrientes de gran volumen y velocidad.

### **7.1.8 Aspectos relacionados con el Sistema de Información Geográfica (SIG)**

#### **7.1.9 Definición de sistema de información geográfica**

Según la Revista Ciencia (2001) definió que un SIG es un conjunto de programas de computación que tiene capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales. Aquellos datos que tengan referencias geográficas, como por ejemplo densidades de insectos (N° de individuos por unidad de área), tipos de suelo, de vegetación, caminos, datos climáticos, pueden ser incorporados a un SIG para luego ser utilizados en la confección de mapas o coberturas temáticas que permitan la visualización y análisis de forma integrada de los datos originales y no como entidades individuales. Se puede considerar esencialmente al SIG, como una tecnología aplicada a la resolución de problemas territoriales, en otras palabras, un SIG es sensible de aplicarse en cualquier área que requiera del manejo de información espacial.

#### **7.1.10 Análisis espaciales**

Según (MAO, 2006) determino que el análisis espacial es el conjunto de procedimientos utilizados para abordar el estudio de la estructura y las relaciones territoriales a partir del conocimiento de la posición de las entidades geográficas y las características de las variables seleccionadas para su estudio.

Según (MAO, 2006) las funciones usos y aplicaciones del análisis espacial son: El análisis espacial pone en evidencia estructuras y formas de organización espacial recurrentes, que resumen por ejemplo los modelos centro -periferia, los campos de interacción de tipo gravitatorio, las tramas urbanas jerarquizadas, los diversos tipos de redes o de territorios, etc. Analiza los procesos que se encuentran en el origen de esas estructuras, a través de conceptos como los de distancias, de

territorialidad, de interacción espacial, de alcance espacial, de polarización, de centralidad, de estrategia o de elección espacial.

Las funciones de análisis tratan conjuntamente los datos cartográficos y sus atributos temáticos.

Se identifican cuatro grupos de funciones:

- Recuperación
  - Superposición
  - Vecindad
  - Conectividad
  
- Superposición
  - Superposición geométrica
  - Superposición lógica de atributos
  - Superposición aritmética de atributos
  
- Vecindad
  - Contenido
  - Filtrado
  - Poligonación
  - Generación de isolíneas
  - Interpolación
  - Modelos Digitales de Terreno
  
- Conectividad
  - Contigüidad
  - Proximidad
  - Difusión espacial
  - Análisis de redes

#### **7.1.11 Modelos Digitales de Elevación**

El modelo digital de elevación (MDE) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la elevación de la superficie del terreno. La unidad básica de información

de un MDE es un valor de elevación Z, al que acompañan los valores correspondientes de X e Y, que expresados en un sistema de proyección geográfica permiten una precisa referenciación espacial (Felicísimo, 1994)

#### **7.1.12 Aplicaciones de los MDE**

- Los MDE pueden ser aplicables a cualquier estudio que requiera como dato la altura topográfica de la tierra y su variación espacial, de esta manera pueden ser utilizados para:
- Estudios de exploración geotérmica.
- Estudios de vulnerabilidad a desastres naturales.
- Estudios para planificación de urbanización.
- Estudios de suelos e hidrológicos, entre otros.

#### **7.1.13 Integración del SIG con modelos de predicción de erosión**

La (FAO, 2002) señala que la selección de medidas para reducir la erosión y prevenir la degradación de la calidad de los suelos está determinada por su uso y cobertura, la topografía y las propiedades del mismo, así como por factores socioeconómicos. Sin embargo, en muchos casos la falta de experiencia, tiempo y dinero no permiten llevar a cabo una planificación apropiada para su conservación.

Los SIG y los modelos de predicción de erosión y movimiento de agua en el suelo basado en procesos detallados, constituyen herramientas que pueden ayudar en el proceso de toma de decisiones en la planificación ambiental y de recursos naturales. La cuantificación de los efectos sobre la degradación del suelo y la calidad del agua es extremadamente difícil a nivel de cuenca; sin embargo, es de gran importancia para los responsables de la elaboración de las políticas para los recursos agua - suelo y para sus usuarios.

Una de las razones más poderosas para implementar un enfoque automatizado a la planificación de recursos, es la capacidad para cambiar interrogantes, escenarios o supuestos, rápida y fácilmente.

#### **7.1.14 Aspectos relacionados con la gestión local de riesgo**

#### **7.1.15 Gestión local**

La sociedad humana y el medio ambiente natural se han tornado cada vez más vulnerables a las amenazas naturales. La situación es particularmente aguda en Centroamérica, por ser una de las regiones del mundo más propensas a los desastres. Esta clase de eventos amenaza el desarrollo sostenible de la región, al destruir años de esfuerzos e inversiones, al crearle nuevas cargas a la sociedad para la construcción y la rehabilitación, y al desviar las prioridades de desarrollo de los objetivos a largo plazo hacia la satisfacción de necesidades más inmediatas.

Las amenazas naturales no tienen por qué convertirse en desastres naturales y sociales, puesto que gran parte de su riesgo puede reducirse mediante una planificación apropiada, incluyendo una gestión ambiental adecuada.

Según (Prater, 1996) menciono que los motivos de alto riesgo de amenazas Naturales en Centroamérica aumentan por las siguientes causas:

- Rápida urbanización y asentamientos humanos descontrolados
- Construcciones mal diseñadas
- Falta de infraestructura adecuada y pobreza
- Prácticas ambientales inapropiadas, como la deforestación y la degradación de los suelos.

#### **7.1.16 Enfoque de gestión de riesgo**

Se trata de un proceso social complejo a través del cual se pretende lograr una reducción de los niveles de riesgo existentes en la sociedad y fomentar procesos de construcción de nuevas oportunidades de producción y asentamientos en el territorio. El aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente, en general, debe darse en condiciones de seguridad dentro de los límites posibles y aceptables para la sociedad en consideración. En consecuencia, significa un proceso de control sobre la conducción o persistencia de amenazas y vulnerabilidad

### **7.1.17 El proceso de desarrollo de una agenda política**

El proceso de definición y adopción de una agenda política que considere el favorecimiento de la protección ambiental y de la prevención de los desastres debe realizarse ordenadamente y por medio de una estrategia integral que permita su formulación, instrumentación y la evaluación de los resultados consiguientes (Prater, 1996).

Una política como esta debe definirse como una línea de acción continua, cuyo propósito fundamental es la de resolver o anticipar un problema en este caso el de la aceptación de la prevención como política de estado.

(Prater, 1996) señalo que la agenda de acciones y medidas debe de considerar los elementos fundamentales en su proceso de establecimiento dentro de un sistema participativo y democrático. Deben definirse en primer lugar, quien o quienes la propondrán y sobre todo, aprovechar las “ventajas” de oportunidad que se presentan durante la fases inmediatamente posteriores a una emergencia, en las que existe una mayor sensibilización por parte de los tomadores de decisiones y el público en general. El resultado esperado deberá de ser por tanto concertado y equilibrado para permitir alcanzar pronto un consenso. Deben de considerarse dentro de la estrategia, varios aspectos fundamentales y claves:

- Desarrollo de una legislación clara y consistente para la prevención, reducción y manejo de los desastres provocados por fenómenos naturales;
- Definición de objetivos y programas alcanzables y mensurables;
- Responsabilidades, atribuciones y autoridad de las instituciones públicas y de las organizaciones de la sociedad civil;
- Liderazgo institucional para la coordinación y ejecución de los programas de acciones ambientales;
- Participación de la sociedad civil y sus grupos organizados;
- Inserción de la cultura preventiva dentro de los procesos educativos formales e informales;
- Identificación de obstáculos y la estrategia para superarlos;
- Identificaciones de instrumentos para promover el plan de acción ambiental.

### **7.1.18 Gestión Integral de riesgo a desastres naturales**

Cada país debería definir un plan de gestión integral del riesgo basado en algunos elementos básicos como valoración y disposición de los recursos para inversión preventivo, con especial énfasis en los principios, estrategias y procesos de ordenamiento territorial para reducir la vulnerabilidad incorporación de los factores de vulnerabilidad y riesgo en el ciclo de preparación y evaluación de proyecto y programas de desarrollo.

Evitar que los programas de rehabilitación y reconstrucción sean meramente una reconstrucción de la vulnerabilidad, establecimiento y fortalecimiento de los sistemas de información, observación, pronóstico, investigación, vigilancia y alerta temprana desarrollada de una institucionalidad con la dotación de recursos apropiados para el manejo de las emergencias y desastres, diseño de mecanismos permanentes de articulación y cooperación con el sector privado, las organizaciones de las comunidades afectadas y las agencias especializadas de la comunidad internacional ejecución de programas permanentes de educación de la población (CEPAL-BID, 2000).

#### **a. Componentes y principios básicos para la gestión de riesgo**

Según Lavell (2000), citado por Gellert et al. (2003), expreso que existen componentes y principios básicos para la gestión de riesgo;

Contenidos o componentes básicos

- La toma de conciencia y la educación sobre el riesgo
- El análisis de los factores y las condiciones de riesgo existentes en el entorno bajo consideración, o que podrían existir con la promoción de nuevos esquemas y la construcción de escenarios de riesgo de manera continua y dinámica.
- El análisis de los procesos causales del riesgo ya conocidos y la identificación de los actores sociales responsables o que contribuyen a la construcción del riesgo.
- La identificación de opciones de reducción del riesgo identificado, de los factores e intereses que obran en contra de la reducción, de los recursos posibles accesibles para la implementación de esquemas de reducción, y de otros factores o limitantes en cuanto a la implementación de soluciones.

- El monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores de riesgo.
- Principios básicos de la gestión de riesgo
- Aun cuando cada contexto y caso de riesgo tenga sus propias especificaciones y principios básicos en cuanto a la búsqueda de soluciones, existen una serie de consideraciones que la experiencia ha enseñado son universalmente validas, a saber:
  - La gestión requiere de la consolidación de la autonomía y poder local y de las organizaciones que representa a la población afectada por el riesgo.
  - Aun cuando el nivel local se perfila como el más apropiado para iniciar y concretar la gestión, este no puede prescindir de estructuras, normativas y sistemas interinstitucionales en el nivel nacional que avala, promueven y estimulan la gestión sin apropiarse del proceso.

#### **b. El análisis de riesgos como proceso participativo**

La gestión de riesgos consiste en una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructura. Los resultados de este proceso continuo de manejo o gestión de riesgo pueden ser dividido en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención),
- eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos la exposición o el grado de vulnerabilidad.
- Medidas de preparación cuyo objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de gente y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuestas cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre (manejo o gestión de desastres, recuperación, reconstrucción)

#### **c. Objetivos de la conformación de un proyecto de gestión de riesgo**

El objetivo de la gestión del riesgo debe de ir enfocado a la reducción de los impactos negativos, para alcanzar los objetivos se debe de sensibilizar, organizar y capacitar a la sociedad civil y a los actores locales. Para lograr sensibilizar a la población sobre la prevención de desastres se debe de insertar la temática en el plan de estudio de la educación formal (primaria, secundaria), en escuelas públicas y privadas, así como también mejorar la facilidad de acceso a este tipo de información.

#### **d. Elementos para la gestión integral de riesgo**

Según el (CEPAL-BID, 2000), los Elementos para la gestión integral del riesgo son:

- Documentar la memoria histórica.
- Permitir la orientación adecuada del proceso de planificación para el desarrollo sostenible del país, considerando la prevención como elemento indispensable.
- Evitar cometer los mismos errores, no reconstruir la vulnerabilidad.
- Utilizar una tipología de desastre y sus consecuencias.
- Aprovechamiento de la información aportada por las fotografías aéreas, imágenes de satélite, cartografías utilización de sistema de información geográfica. (SIG).
- Analizar los factores humanos que generan la vulnerabilidad e influyen en la magnitud del desastre.
- Estudios de la influencia de los factores económicos y actividad productiva de la dinámica social que genera y propagan la vulnerabilidad.
- Crecimiento demográfico, expansión caótica del urbanismo, infraestructuras, actividades productivas de bienes y servicios.
- Situación social cultural, estructural del liderazgo y organización.
- la pobreza como causa y efecto de los desastres.
- Política de ordenamiento territorial.
- Adecuación de la legislación y las herramientas de control.
- Disponer de planes de emergencias, estabilización y corrección.
- Incorporación de los factores de vulnerabilidad y riesgo en el ciclo de preparación de proyectos y programas.
- Sistemas tecnificados de vigilancia, alerta, alarma, evacuación.
- Establecimiento de escenario y procesos.

#### **e. Identificación de la necesidad de un análisis de riesgos**

Según (COSUDE, 2002b) en su estudio escribió que desde el momento en que un municipio decide realizar planes de desarrollo o programas de ordenamiento territorial, está obligado a conocer las condiciones de riesgo asociados a fenómenos- amenazas-naturales que, en suma, puede ser un

elemento crucial para definir o reorientar sus propuestas. Aun cuando no se guarde memoria de eventos catastróficos en el pasado, nunca se descarta su eventual ocurrencia en el futuro.

Con el fin de asegurar la calidad de los productos, la elaboración del contrato de servicios debe de ser cuidadosa y considerar en los términos de referencia, entre otros lo siguiente:

- Definir el área geográfica para la realización de los trabajos.
- Definir el nivel de evaluación deseado (diagnostico preliminar o evaluación de semi-detalle).
- Definir claramente los productos esperados.
- Los productos deben definir claramente la procedencia de datos e informaciones (mapas topográficos, referencias bibliográficas, estadísticas) esto para evitar problemas de propiedad intelectual. de ser necesario se deben solicitar las autorizaciones de uso las entidades pertinentes.
- Definir forma de entrega del informe, de tal manera que la información se presente en formato que sea compatible con los programas y equipos con los que cuenta municipalidad.
- Definir plazo para la ejecución del diagnóstico y/o la evaluación de semi-detalle.
- Definir programa de trabajo conjunto, condiciones de participación del personal del municipio, visitas de campo, reuniones de concertación.

#### **f. Partes principales de un análisis de riesgo**

Según (COSUDE, 2002a) las partes principales de un análisis de riesgo se dividen de la siguiente manera:

- Evaluación de amenazas: se realiza a través de inventarios de fenómenos de forma participativa con las municipalidades, los líderes comunales y la población; observaciones y mediciones de campo, análisis y revisión de información científica disponible (mapas, fotos aéreas, informes. etc.).
- Evaluación de la vulnerabilidad: es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica. consiste en la evaluación de los elementos vulnerables y la estimación del porcentaje de pérdidas resultante de un fenómeno peligroso.

- Evaluación de riesgo: un análisis de riesgo consiste en estimar las pérdidas probables para los diferentes eventos peligrosos posibles. evaluar el riesgo es relacionar las amenazas y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.

**g. Consideraciones sobre riesgos naturales y planificación (COSUDE, 2000b)**

Los municipios comprenden un espacio territorial, una población y un marco legal- institucional. El territorio comprende recursos que son el soporte de la actividad económica, pero también incluye procesos naturales potencialmente catastróficos que amenazan la seguridad de las vidas, inversiones y el medio ambiente.

En términos económico, el riesgo asociado a fenómenos naturales es un factor que debe ser evaluado e incluidos en los cálculos y criterios de planificación, su análisis y mitigación no deben ser tomados como un gasto sino como una inversión. Existe una planificación regional que puede darse a escala de departamentos, regiones autónomas, cuencas, etc. donde el condicionante geográfico o las interdependencias obligan a definir criterios concertados para distribuir mejor los recursos o tomar medidas compartidas.

Es importante tener en cuenta que los límites y territorios municipales y departamentales no siempre responden a una lógica espacial o a un orden o una unidad geográfica determinada, muchas veces se han establecido de manera arbitraria o por necesidades de diversa índole. Por tanto, no todas las fuentes potenciales de desastres se ubican necesariamente dentro de la jurisdicción territorial de un municipio o departamento hay fenómenos y procesos que se generan fuera de él, pero sus efectos se dan dentro del mismo o pueden abarcar varios municipios o departamentos. Los casos de las inundaciones son los más representativos de este tipo de problemas: se generan en la parte alta de una cuenca y sus peores efectos se dan en la parte media y baja de la cuenca.

En el caso de los deslizamientos estos pueden generar avenidas torrenciales con capacidad de desplazarse a grandes distancias. La prevención y planificación que incluya el factor riesgo debe tomar en cuenta el concepto de peligro transferido.

Cuando se encuentra el problema de peligros transferido, la evaluación de las amenazas debe, necesariamente, rebasar el ámbito territorial de un municipio. En este caso se requiere la asociación de los municipios implicados para encomendar un estudio conjunto y planificar la aplicación de las propuestas compartidas.

### **7.1.19 Aspectos que inciden en la vulnerabilidad de amenazas naturales**

(Prater, 1996), señalo algunos aspectos que inciden en la vulnerabilidad de amenazas naturales y plantea a si mismo las debilidades de los sectores políticos y sociales, para evidenciar la dirección de los cambios y acciones en vías de disminuir estos problemas:

- **Aspectos culturales:** Es indudable que las pérdidas de los desastres ocurren cuando se produce una interacción perniciosa entre los fenómenos naturales y las condiciones sociales, culturales, económicos y ambientales de la población y a veces es difícil establecer cuál de los factores es el preponderante. La falta de programas de desarrollo a nivel local, y proyectos como ordenamiento territorial, educación ambiental etc.
- **Aspectos sociales:** De acuerdo con la construcción sociopolítica de la realidad es posible observar que la sociedad toma conciencia de la existencia de un problema, aunque a veces no lo asume, por lo que rehúsa a enfrentársele. Esta aparente contradicción constituye una paradoja en el sentido de que el problema no existiría para la sociedad hasta que se acepte la necesidad de generar las acciones para resolver mientras no se establezcan los conceptos claros acerca del significado del deterioro ambiental o de un desastre y sus consecuencias, será imposible alcanzar una solución.
- **Aspectos políticos:** Las condiciones ideales para alcanzar el éxito podrían establecerse por medio de la adopción y aplicación de normas y legislaciones que respalden el control y reforzamiento de los principios de la prevención y protección ambiental. Esto involucra inevitablemente, la adquisición de un grado de conciencia, responsabilidad y compromiso por parte del legislador.

### **vulnerabilidad a través de:**

- Ordenamiento territorial
- Mejorar la calidad de los diagnósticos
- Mejorar el diseño y la valoración social, económica y ambiental de las obras, bienes y servicios
- Desarrollar una cultura preventiva, comenzando por los cambios de actitud y comportamiento en todos los niveles de la sociedad
- Deben vencerse por otro lado, los paradigmas y obstáculos que impiden la visión prospectiva y futurista y que en muchas circunstancias son el producto de factores como:
  - Incapacidad, ineficiencia insuficiencia de profesionalismo.
  - Dificultades organizacionales colectivas.
  - Diferendos en las visiones políticas, económicas y sociales.
  - Crecimiento demográfico acelerado.

#### **a. Estrategias para reducir la Vulnerabilidad**

Un estilo de desarrollo que profundiza la inequidad social, aumentando las condiciones de pobreza de la población que habita en condiciones de riesgos y que al mismo tiempo promueve el uso no sostenible del medio ambiente y los recursos naturales, también aumenta la vulnerabilidad del territorio y la sociedad.

La reducción de la vulnerabilidad con visión estratégica no es más que la promoción del desarrollo humano sostenible (Gellert, 2003)

Los esfuerzos para reducir con visión estratégica la vulnerabilidad del país deben concentrarse o enfocarse en 2 grandes áreas:

- El desarrollo humano integral y la reducción de la pobreza urbana y rural permitiendo el acceso de los más pobres a las oportunidades para incrementar su bienestar y su calidad de vida.
- El fortalecimiento de la gestión ambiental en el ámbito nacional y local en todo el territorio, con énfasis en la protección y manejo de cuencas hidrográficas frágiles y en

la gestión adecuada de los recursos naturales más importante: la vegetación, las aguas y los suelos.

**b. Tipos de prevención en el ámbito municipal, acciones y medidas para la reducción de la vulnerabilidad.**

Según (CONSUDE, 2002b) los desastres son el resultado de procesos que se desarrollan en tiempos y espacios definidos, son la materialización de los riesgos. El manejo de estos implica la intervención de diferentes instancias institucionales, tanto públicas como privadas en las tres fases principales que comprende el ciclo de los desastres: prevención (antes), atención (durante) y reconstrucción –recuperación (después).

Las medidas de prevención incluyen la realización de estudios y análisis para identificar, evaluar y cuantificar el nivel de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, así como las acciones para mitigar (reducir) los efectos de los peligros observados. Los estudios de análisis de identificación y evaluación de amenazas y vulnerabilidades están englobados en el denominado análisis de riesgos. El análisis de riesgo tiene como objetivo servir como base para la elaboración de los planes de reducción de desastres, y más allá de los planes de desarrollo municipal.

La prevención que debería tener mayor peso, pues es una fase fundamental para reducir el impacto de un desastre, es la menos desarrollada. Los municipios juegan un papel fundamental en la prevención y gestión de riesgos, tanto en su territorio como a escala de cuenca y de región, en coordinación con los demás municipios que la conformen, lo cual es reconocido por las leyes vigentes de Nicaragua.

- **Prevención pasiva:** La prevención se refiere al conjunto de acciones educativas, de elaboración y cumplimiento de reglamento o disposiciones legales, de controles y actos similares que buscan prevenir o sensibilizar para evitar o reducir el efecto de un desastre y actúa en dos vías.
- La primera tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad en donde juega un rol básicamente reglamentario, de formación de conciencia de riesgo y los desastres.

- En la segunda vía el papel de la prevención pasiva es de preparación y organización de la sociedad civil para enfrentar el desastre. es también el campo donde un municipio o cualquier institución puede hacer más con mínimos recursos. esto se debe a que un gobierno municipal tiene potestad para realizar este tipo de prevención utilizando acciones e instrumentos.

### **c. Acciones para la reducción de la vulnerabilidad**

- Plan estratégico de desarrollo municipal.
- Plan de ordenamiento territorial (zonificación y reglamentación del uso del suelo, zonificación ecológica-económica)
- Plan de mitigación
- Reglamentos de construcción
- Otorgamiento condicionado de licencias de construcción o de habilitación urbana.
- Sistema de monitoreo para zonas crítica
- Coordinaciones interinstitucionales
- Señalizaciones de las zonas de riesgo

### **d. Acciones para la preparación y la atención**

- Programas para la preparación en casos de emergencia (simulacros, cartillas de instrucciones, entrenamiento de líderes, organización de grupos, etc.).
- Planes de emergencia o de contingencia
- Planes de evacuación o de reubicación de zonas críticas
- **Prevención activa:** Se refiere a las obras y acciones destinadas a atacar directamente la fuente potencial de desastres, es decir la amenaza. Este tipo de prevención requiere una base técnica, para lo cual es necesario una evaluación precisa de la fuente de amenaza, un buen conocimiento de su naturaleza y de su evolución temporal, y nivel de peligrosidad que permita recomendar la obra, acción o medida más adecuada.

#### **e. Niveles principales de construcción de la reducción de la vulnerabilidad**

- **Nivel individual- familiar:** Se refiere a la educación y preparación necesaria de la familia, para incrementar sus capacidades y fortalezas para reconocer entender y reducir su vulnerabilidad tomando en cuenta la ubicación de cada hogar en el entorno socioeconómico y ambiental (Gellert, 2003).
- **Nivel local:** Se refiere al nivel comunitario y municipal que promueve capacidad mayor de preparación y respuesta pero que también debe propiciar una transformación de las prácticas productivas y de las formas de uso no sostenible del suelo. (Gellert, 2000). Requiere de un avance en el proceso de descentralización, el fortalecimiento de la participación ciudadana en la gestión del desarrollo municipal la desconcentración de funciones responsabilidades y recursos.
- **Nivel sectorial:** Referido al ámbito de los diferentes sectores en los que se divide tradicionalmente la actividad productiva y la administración pública. Implica la incorporación del análisis de riesgo en todas las inversiones de los diferentes sectores y especialmente en el sector agrario.
- **Nivel nacional:** Referido a la cuestión de la concertación de políticas públicas apropiadas para reducir las causas de la vulnerabilidad, creando un sistema nacional efectivo de prevención, pero también promoviendo una estrategia nacional de desarrollo sostenible conservada y negociada entre la mayor parte de actores y grupos de interés.

#### **f. Obras y medidas preventivas para la reducción de desastres.**

De acuerdo con (CONSUDE-ALARN, 2002b) establecieron que a las obras o medidas preventivas pueden orientarse hacia tres ejes o principios de acción.

- Eliminar o disminuir la fuente de amenaza atacando directamente el fenómeno potencialmente desastroso mediante obras de estabilización o de tratamiento.
- Reducir sus efectos destructivos en la zona de impacto: actuando tanto sobre el

- fenómeno (obras de tratamiento parcial) como sobre los elementos vulnerables (obras de reforzamiento o de defensa)
- Alejar la fuente de amenaza: mediante reubicaciones, desviaciones de cauces, etc.

**g. Sobre la participación ciudadana.**

Este método de concertación tiene varias ventajas, pero también, inconvenientes.

En los temas de los riesgos, la participación de la población es esencial, incluso obligatoria, a fin de cuentas, es la población el sujeto de acción y de aplicación de las medidas preventivas y serán los actores de la gestión durante y después del desastre (CONSUDE-ALARN, 2002b).

**7.2 Análisis de estudios**

La vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra es un problema crítico que requiere una evaluación técnica meticulosa. La topografía escarpada y la composición geotécnica inestable de los suelos son factores clave que contribuyen a esta vulnerabilidad.

La clasificación detallada de deslizamientos proporciona una comprensión precisa de los diferentes tipos de movimientos y sus características. Es fundamental reconocer la diversidad de peligros potenciales para diseñar estrategias de mitigación efectivas. Se mencionan diversas causas inmediatas y condiciones que predisponen a los movimientos de tierra, como la concentración de aguas de lluvia, la pendiente del terreno, la estructura geológica y la erosión hídrica. Además, se detallan las señales de deslizamientos que pueden observarse en el terreno, lo que puede ser útil para la detección temprana y la toma de medidas preventivas.

Las consecuencias de los deslizamientos de tierra son graves e incluyen pérdidas de vidas humanas, destrucción de infraestructuras y aumento de la pobreza. Por lo tanto, se hace hincapié en la importancia de implementar medidas de prevención, como la capacitación, la construcción de muros de contención, la reforestación y la reubicación de viviendas. Además, se discute la erosión hídrica y su impacto en la disponibilidad de suelo, así como la degradación de los suelos, lo que añade una perspectiva más amplia sobre la gestión de recursos naturales y la sostenibilidad ambiental.

Por otra parte, se mencionan aspectos relacionados con el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y análisis espaciales para comprender mejor la distribución y los factores que contribuyen a los deslizamientos de tierra, lo que demuestra la importancia de la tecnología en la gestión de desastres naturales.

### **Aspectos relacionados con la gestión local de riesgos.**

También existen las causas del alto riesgo de amenazas no naturales como la rápida urbanización, la construcción mal diseñada, la falta de infraestructura adecuada y prácticas ambientales inapropiadas.

### ***Enfoque de gestión de riesgo:***

Se describe la gestión de riesgos como un proceso social complejo que busca reducir los niveles de riesgo en la sociedad y fomentar oportunidades de producción segura. Se destaca la importancia del control sobre las amenazas y la vulnerabilidad.

### ***El proceso de desarrollo de una agenda política:***

Se aborda el proceso de definición y adopción de una agenda política para la protección ambiental y la prevención de desastres. Se enfatiza la necesidad de una estrategia integral y participativa para formular, implementar y evaluar políticas efectivas donde se involucre la comuna y los miembros que habitan las zonas propensas

### ***Gestión Integral de riesgo a desastres naturales:***

Es importante destacar los elementos clave para la gestión integral del riesgo, como la valoración de recursos para inversiones preventivas, el ordenamiento territorial y la incorporación de factores de vulnerabilidad y riesgo en la planificación de proyectos de desarrollo.

### ***Consideraciones sobre riesgos naturales y planificación:***

Se resalta la importancia de considerar el riesgo natural en la planificación a nivel local, regional y nacional. Se menciona la necesidad de evaluar y mitigar los riesgos asociados a fenómenos naturales para garantizar la seguridad y el desarrollo

### **7.3 Reflexiones finales**

La gestión de riesgos en áreas propensas a deslizamientos debe ser examinada críticamente y realizarse diferentes interrogantes como. ¿Se están implementando medidas adecuadas de evaluación de riesgos y planificación del uso del suelo? ¿Hay una coordinación efectiva entre las autoridades locales y los organismos de gestión de desastres?

También es esencial promover la participación comunitaria y proporcionar recursos y capacitación para empoderar a los residentes en la gestión de riesgos. Además, se debe evaluar la capacidad de respuesta de las infraestructuras existentes y considerar mejoras estructurales para garantizar la seguridad pública. Por otra parte, es importante resaltar la complejidad de los deslizamientos de tierra y la necesidad de un enfoque integral que combine la investigación geológica, la observación del terreno y el uso de tecnologías como lo es el sistema de información geográfico. Es crucial que las comunidades y los planificadores urbanos estén conscientes de los riesgos asociados con los deslizamientos de tierra y tomen medidas preventivas adecuadas para reducir su impacto.

La colaboración entre expertos en geología, ingeniería civil, meteorología y otras disciplinas es fundamental para entender mejor la naturaleza de los deslizamientos y desarrollar estrategias efectivas de mitigación y respuesta es de suma importancia que el SINAPRED y la alcaldía cuenten con estas personas capacitadas, además, es importante involucrar a las comunidades locales en la planificación y ejecución de medidas de prevención, ya que su conocimiento del terreno y sus necesidades puede ser invaluable.

Así también la importancia de la conservación ambiental y el manejo sostenible del suelo y los recursos hídricos para reducir la vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra. La reforestación, la gestión adecuada de la escorrentía y la protección de áreas sensibles son medidas clave para mitigar los efectos de la erosión y la degradación del suelo ya que hay zonas donde las escorrentías no tienen salida causando que se llene o que la tierra ceda al no soportar las cargas es crucial recalcar que existen muchas zonas de terrenos impermeable.

## VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

### 8.1 Área de localización del estudio

Este estudio se realizará en el barrio San Pedro, en el sector denominado Cristo Vive de la ciudad de Bluefields. El barrio en cuestión posee una población estimada de 2,823 personas, se encuentra dividido en 2 sectores, ambos, de interés para este trabajo que se encuentra ubicados la zona que inicia desde el puente de mismo nombre del barrio hasta la intercepción conocida como el pericón, tomando por la calle (dirección Norte) hasta llegar a la terminal de buses municipales. El área de estudio es de aproximadamente 9.71 hectáreas (Ha) con un perímetro estimado de 1,689.69 metros (Figura 1) (Martinez et al., 2011).

El terreno presente accidentes geográficos con topografía irregular iniciando en una zona alta con pendiente de aproximadamente un 10% de caída prolongado por unos 450 metros para luego iniciar una nueva pendiente de 5% en subida hasta colindar directamente a la laguna de la ciudad. En la zona colindante con la calle principal, carretera NIC 71, el suelo es inestable del tipo arcilloso, sin embargo, se conoce que el terreno es inestable debido a ser una zona de relleno (Herrero et al., 2004). El sistema constructivo predominante en la zona de intervención está basado en construcciones de mampostería confinada que varían desde las sentadas directamente en el suelo. Las casas por lo general son de poca área, unos 30 m<sup>2</sup> con antigüedad variante menor a una década.



**Figura 1:** Zona de Estudio, Riesgo por Deslizamiento Sector "Cristo Vive", Barrio San Pedro, Bluefields.

## 8.2 Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o período

Este estudio se basa en la estimación de riesgos y vulnerabilidad de la población a sufrir pérdidas por deslizamientos de tierra, por ello se emplearon índices especializados (Fernández et al., 2013) y parámetros poblacionales (Barrantes Castillo et al., 2011) por lo cual corresponde con el enfoque cuantitativo del tipo explicativo. Para ello se estableció un periodo de intervención puntual de visitas para la caracterización total de cuatro meses.

### 8.2.1 Población, muestra

Nuestra población de estudio es 1400 habitantes distribuido en 2673 familias y 2080 casas. La muestra del estudio fue de 2,823 personas distribuidos en 651 familias en unas 555 viviendas dentro del área de intervención por medio de la aplicación de un muestro aleatorio sistemático.

### 8.2.2 Tipo de muestra y muestreo

Al conocer la cantidad de viviendas en la zona se determinó la realización de un probabilístico, (Febreo Bande et al., 2007). Por ello se aplicará un muestro sistemático con rango de cinco viviendas hasta completar la zona descrita (Rivera Miranda et al., 2021).

### 8.2.3 Técnicas e instrumentos de la investigación

Para la recolección de datos se emplearán las siguientes técnicas de colecta de datos:

**Tabla 1:** Técnicas e instrumentos de colecta de datos

Técnica	Grupo meta	Finalidad
Entrevistas	Se aplicará a los dirigentes de barrio, actores políticos, representantes gubernamentales y edilicios.	Identificar la valoración del riesgos y acciones que se han tomado para la minimización puntual.

<b>Técnica</b>	<b>Grupo meta</b>	<b>Finalidad</b>
Encuestas	A la población local para la caracterización de demográfica, información de incidencia de inundaciones	Estimación de parámetros demográficos y de incidencia de inundaciones
Guías de observación	Definir el sistema constructivo predominante	Caracterizar el sistema constructivo predominante y las variables de mayor impacto para la gestión de riesgo

### **8.3 Diseño**

#### **8.3.1 Recolección de Datos**

##### **- Encuesta**

Se aplicará encuesta de Líneas Vitales y de Punto Crítico desarrolladas por el Sistema Nacional de Desastres Naturales (SINAPRED), ambas, con la aplicación Survey 123 (anexo 5 y 6), a los jefes de familias de cada vivienda identificada con grado de vulnerabilidad ante deslizamientos por medio de la escala para estimar factor de incidencia o exposición (Tabla 2).

##### **- Método de la observación directa**

Este método se ocupará para visualizar las viviendas que podrían estar en riesgos tomando en cuenta la distancia que tienen con el potencial peligro (cauce, deslizamiento de tierra) además del sistema constructivo de la infraestructura. Se tomará fotografías a través de celular de los peligros latentes que existen en las viviendas a identificar.

##### **- Levantamiento con GPS**

Las viviendas se levantarán por medio de un GPS con el fin de obtener sus coordenadas UTM, las cuales serán utilizada para realizar el mapa de vulnerabilidad, identificando de esta manera las zonas que están riesgos.

- **Ensayos de suelos**

Se realizo ensayos de suelos en los terrenos del barrio San Pedro, sector Cristo vive, en las siguientes coordenadas.

x	y
197362	1328372
197226	1328369
196864	1328400

Los ensayos de textura, granulometría, porosidad e infiltración se realizaron en el laboratorio de suelo de BICU. Con estos resultados se determinó el tipo de materiales que se localizan en las zonas de estudios.

- **Identificación de los riesgos**

Por medio de este método se identificarán las amenazas o riesgos que hay en los barrios en estudios tomando en cuenta el factor de incidencia o exposición, el efecto sobre las personas o consecuencias en general y factor de probabilidad (ocurrencia de la materialización de una situación de riesgo).

- **Factor de incidencia o exposición en el sector de estudio**

En este aspecto se determina la ocurrencia del riesgo en consideración en un período de tiempo indefinido, siempre que no exista un cambio significativo en la valoración de algunos factores de riesgos, que son determinantes en la exposición a determinada amenazas, acudiendo a situaciones ya ocurridas anteriormente en el sector.

Para ello se tiene cuatro exposiciones los cuales están descritos en la siguiente tabla.

**Tabla 2:** Escala para estimar factor de incidencia o exposición

<b>Exposición</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
<b>Improbable</b>	Hasta el momento no ha ocurrido, es remotamente posible pero no se descarta.	1
<b>Posible</b>	Hay antecedentes de haberse presentado en el sector.	3
<b>Ocasional</b>	Ya se ha presentado, mínimo una vez en el sector pudiendo llegar a repetirse.	6
<b>Frecuente</b>	Se ha presentado continuamente y se podría presentar con cierta facilidad.	10

Nota: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad.

- **Efecto sobre las personas o consecuencias en general**

En este aspecto se determina el grado de afectación del riesgo sobre las personas del sector en el sitio que se considera la amenaza. Se deben analizar cuatro efectos los cuales están descritos en la tabla a continuación.

**Tabla 3:** Escala para estimar efectos sobre las personas o consecuencias

<b>Consecuencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
<b>Leve</b>	Al presentarse esta situación no habría personas lesionadas, pero se requeriría evacuar y proteger a los habitantes del sector a un lugar seguro.	1
<b>Moderado</b>	Puede haber algunas personas lesionadas, por razones relativas a la situación, pero no serían de consideración.	4
<b>Severo</b>	Las lecciones que se presentarían serían de consideración o el número de lesionados podría ser de uno a cinco.	5
<b>Critico</b>	Las lesiones que se presente serían de extrema gravedad o el número de lesionados podría ser alto y con probabilidad de muerte de las personas.	10

Nota: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad.

Este nivel es importante para estimar las variables que se definen en el análisis de la vulnerabilidad, ya que se mide la consecuencia a partir de la probabilidad del evento.

- **Factor de probabilidad (ocurrencia de la materialización de una situación de riesgo)**

Una vez presentada la situación del riesgo, trata de evaluar la posibilidad de que los acontecimientos de la cadena se completen en el tiempo y dan origen a consecuencias no deseadas.

**Tabla 4:** Escala para estimar factor de probabilidad

<b>Probabilidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
<b>Remoto</b>	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo, pero es concebible. Probabilidad el 5%.	1
<b>Coincidencia</b>	Sería raro que sucediera probabilidad el 20%.	4
<b>Factible</b>	Completamente posible, nada extraño. Tiene la probabilidad del 50%	7
<b>Probable</b>	Es el resultado más esperado, si la situación del riesgo tiene lugar	10

Fuente: Análisis basado en modelo colombiano para medir niveles de peligrosidad

- **Instrumentos de Evaluación**

La evaluación de las viviendas se realizará con el formulario de evaluación estructural creado por Villagrán (2003); en esta se hizo un análisis de los materiales constructivos de las viviendas. Después de recolectar los datos en el trabajo de campo y ubicarlos en el formulario (ficha), estos se utilizarán para dar una ponderación a las viviendas evaluadas según la amenaza a la que está expuesta.

- **Metodología de Villagrán para la evaluación de la vulnerabilidad estructural**

De acuerdo a la metodología que empleo Villagrán, Reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a Varias amenazas en poblados de Guatemala, trato de reconocer los componentes típicos de las viviendas: principalmente paredes, esto, se ha considerado como base para la

ponderación de cada uno de los componentes el tipo de materia con el cual están contruidos. Para la asignación numérica de los pesos tomaron como referencia los daños observados en eventos catastróficos históricos y su impacto en cada uno de dichos componentes.

La selección de los valores numéricos para los pesos de ponderación se realizó de manera participativa en talleres donde se convocó a expertos en ingeniería estructural, así como expertos en desastres de diversas instituciones del país de Guatemala. De esa manera se obtiene un factor numérico para el indicador de vulnerabilidad física-estructural a cada comunidad con referencia a cada tipo de amenaza, en este caso siendo las inundaciones. Siendo los que pueden ocasionar daños masivos a las viviendas.

La fuerza del flujo de agua puede ser tan potente que derrumbe paredes de cualquier tipo. Sin embargo, se considera que, para eventos de menor magnitud, las viviendas con paredes de ladrillo o block tienen mayor resistencia y, por tanto, son menos vulnerables que casas con otro tipo de paredes tales como las de bambú, madera, lámina o adobe. (Villagrán, 2003)

**Tabla 5:** Ponderación de la metodología de Villagrán

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>variables</b>	<b>Peso componentes</b>	<b>Marque con una X</b>	<b>Peso opción</b>
	Variables de construcción para sus componentes			
	Paredes: 10			
Vulnerabilidad Estructural de las viviendas	Block, concreto o ladrillo			1
	Madera			5
	Lamina metálica			5
	Otros (plástico, reglas de madera, etc.)			1 0

Fuente: Elaboración Lic. Juan Carlos Villagrán, reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a Varias amenazas en poblados de Guatemala

### 8.4 Operacionalización de variables

**Tabla 6:** Operacionalización de variables

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>TÉCNICA E INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>
Sistema constructivo	Tipos de materiales empleados para la construcción de las viviendas	Viviendas familiares del casco urbano	Madera Concreto Mampostería Confinada	Material predominante en el sistema constructivo	Observación directa / Ficha de caracterización
Amenazas por Inundación	La amenaza por inundación es producida por los desbordamientos de los cauces y ríos e inducidas por fenómenos hidrometeorológicos.	Amenaza alta Amenaza baja a media (Moderada) Por debajo de 0.25 metros de profundidad no se considera amenaza	Intensidad (Profundidad del agua) Frecuencia	Mayor de 1.00 0.75 a 1.00 0.5 a 0.75 0.25 a 0.50 0 a 0.25 Metros lineales Alta Media Baja	Observación directa, Consulta bibliográfica, entrevistas, Levantamiento
Amenaza de deslizamiento	Es cuando un lugar puede estar expuesta a movimientos del material superficial de la	Alto Medio	Factor de susceptibilidad y	Puntuación de 1 a 20 puntos	Observación directa, Consulta bibliográfica,

<b>Variables</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Técnica e instrumento de medición</b>
	corteza terrestre afectando a las personas alrededores.	Bajo	de magnitud (Intensidad)		entrevistas, Levantamiento, ensayos de suelos, Modelamiento SIG
Mapa de riesgos	Son representaciones cartográficas que permiten visualizar la distribución de determinados riesgos de desastres en un territorio específico.	Riesgo Bajo Riesgo Medio Riesgo Alto Riesgos Muy Alto	Variabilidad espacio-temporal Amenaza Factores de Vulnerabilidad	Mapa	Software de dibujo Modelamiento SIG
Mapa de vulnerabilidad	Es un mapa que pretende establecer la distribución espacial o geográfica de la predisposición o susceptibilidad física económica, política o social	Vulnerabilidad alta Vulnerabilidad media Vulnerabilidad baja	Indicadores socioeconómicos Situación de riesgos	Mapa	Software de dibujo Modelamiento SIG

<b>Variables</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Técnica e instrumento de medición</b>
	que tiene una comunidad de ser afectada en caso de que una amenaza se manifieste.				

## 8.5 Análisis de datos

En la anterior ponderación se le asignan el mayor porcentaje al elemento estructural que probablemente puede salir dañado o que sufre daño al momento de que un evento impacte directamente sobre la estructura. Dicho porcentaje va dirigido a representar el daño o la deficiencia que sufriría el elemento estructural, tomando en cuenta que al momento de dañar seriamente la estructura portante automáticamente debilita a todo el sistema constructivo debido a que pertenece a un elemento que pasa a ser monolítico. Los cuadros de la ponderación están diseñados para evaluación de viviendas de uno, dos y tres niveles.

Basándonos en este análisis de Villagrán procederemos hacer nuestro estudio de la vulnerabilidad de las viviendas y así determinar el nivel de riesgo que presentan las viviendas de este sector 1.

Para determinar la vulnerabilidad por deslizamiento, se requiere la obtención de los elementos de las características constructivas de las viviendas, antigüedad de su estructura, exposición de los cimientos desde la base o nivel de suelo. Con los resultados de vulnerabilidad, se evaluará el grado de riesgos de pérdidas que se pueden dar en la zona.

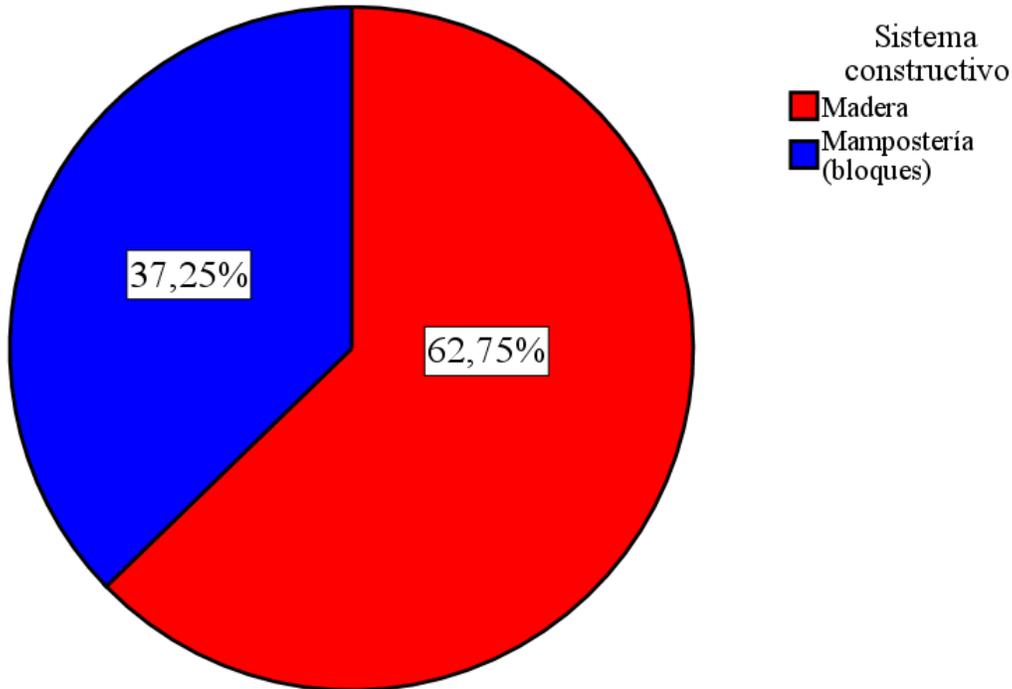
En el caso de los riesgos o vulnerabilidades totales, es útil clasificar los valores normalizados en tres clases: alto, medio y bajo. Para el caso de estas cantidades normalizadas se presentan los siguientes rangos y niveles:

**Tabla 7:** Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad normalizadas

<b>Rango Numérico De Vulnerabilidad Normalizada</b>	<b>Clasificación</b>
Vulnerabilidad Baja:	0 - 40
Vulnerabilidad Media:	41 – 70
Vulnerabilidad Alta:	71 – 100

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIONES

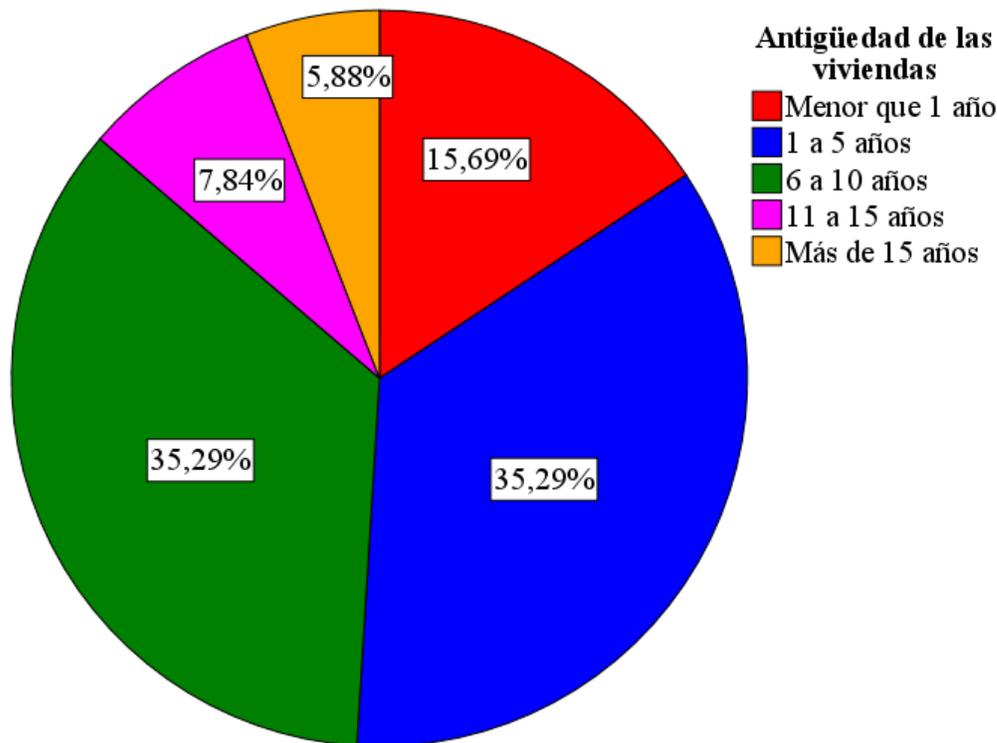
**Caracterización del sistema constructivo de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields.**



**Figura 2:** Sistema constructivo de las viviendas de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

En la figura 2, que representa la distribución de materiales de construcción en el barrio San Pedro, sector Cristo Vive, de Bluefields, donde el 62.75% de las viviendas están construidas principalmente con madera predominando las especies de especies Zopilote (*Vochysia ferruginea*), Palo de agua (*Vochysia guatemalensis*) y Gavilán (*Pentaclethra macroloba*) esto basado en la información suministrada por los jefes de hogar al momento de la encuesta. Todas ellas comparten la característica de baja durabilidad y dureza por ser consideradas maderas blancas no aptas para la intemperie y/o contacto directo con el suelo, en especial cuando son ácidos como lo locales (pH de 4.68) (López López et al., 2022). El restante 37.25% de las casas están construidas con mampostería confinada, que, si bien es cierto, se espera el aumento de la resistencia estructural a desastres naturales, es necesario la revisión del cumplimiento de las normas de urbanismo para la construcción con especial énfasis al tipo y proporción de materiales empleados (Rivera Miranda et al., 2021) indica una serie de medidas para la reducción del riesgo en zonas con más del 55% de

inclinación. En este caso la Nueva Cartilla de La Construcción, (2011). No menos importante es la revisión de las condiciones de suelo como medio de soporte de las edificaciones (Ochoa (2023).



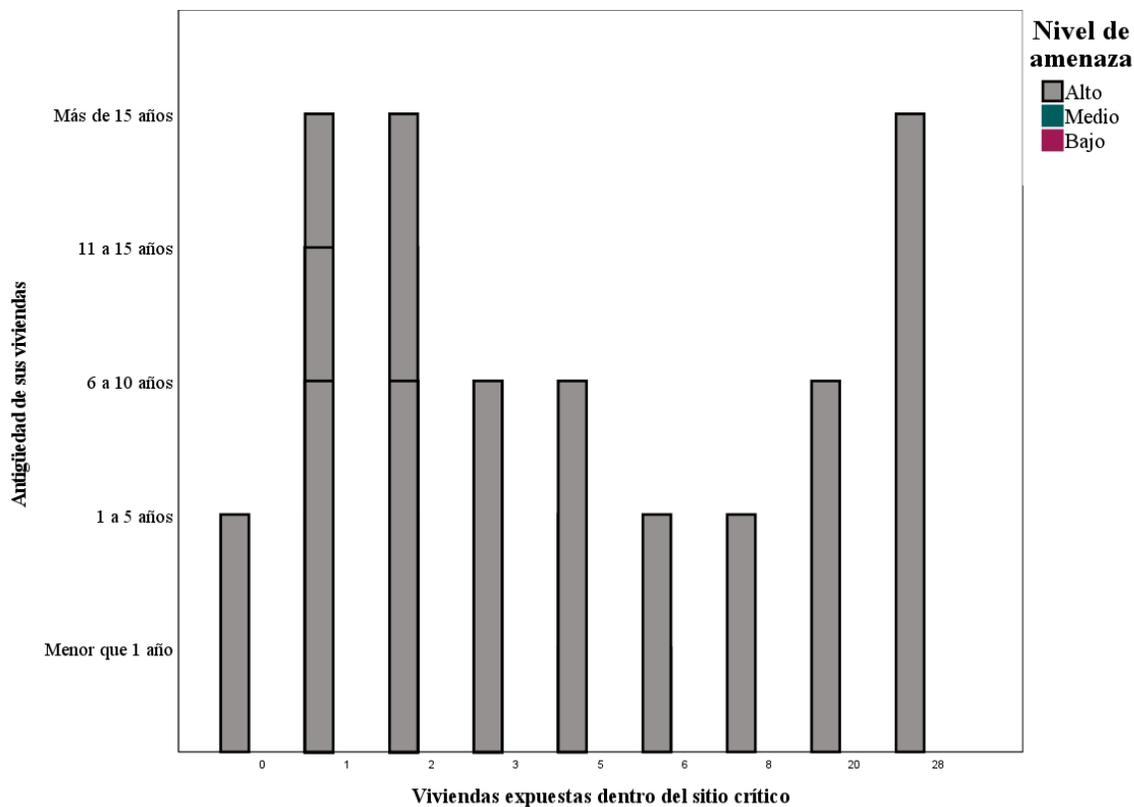
**Figura 3:**Antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

La figura 3 ilustra la antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro, sector Cristo Vive, en la ciudad de Bluefields, donde se observa un panorama diverso en términos de desarrollo urbano. La mayoría de las viviendas son relativamente recientes, con un 15.69% con menos de 1 año y un significativo 35.29% con una antigüedad de 1 a 5 años, sugiriendo un crecimiento reciente en el área, esto se corresponde con la necesidad de viviendas por el déficit local. Adicionalmente, el 35.29% de las viviendas tienen entre 6 y 10 años, indicando un desarrollo sostenido en la última década esto a raíz de la apertura de carretera que conecta Bluefields con Naciones Unidas, sin embargo, con total carencia de planificación urbanística (Watanabe, 2015).

Este crecimiento podría asociarse con construcciones más modernas y, por ende, potencialmente más seguras frente a eventos naturales, es crucial considerar que el 5.88% de las viviendas tienen más de 15 años, lo que podría indicar una mayor vulnerabilidad. La antigüedad de las viviendas es un factor a tener en cuenta, ya que las construcciones más antiguas podrían presentar una mayor susceptibilidad a deslizamientos de tierra debido a la falta de estándares modernos de seguridad y

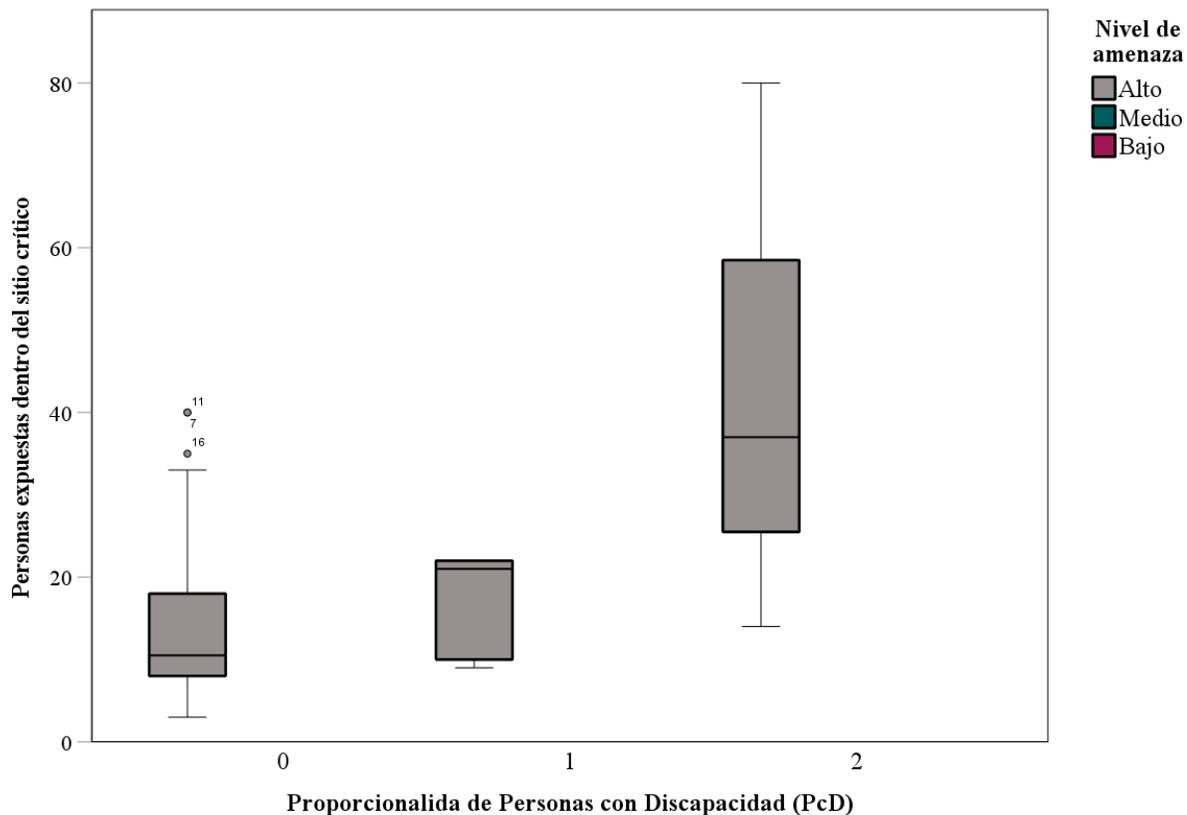
estabilidad del suelo al ser una zona de relleno con material de corte y traslado de sin compactación de ningún tipo (Lavell, 2011) con pendientes pronunciadas (mayores al 15%), así como a la exposición a condiciones climáticas y cambios en el terreno. Complementariamente, es necesario la implementación de sistemas con materiales ligeros que sean de menor peligrosidad al momento de un deslizamiento, sumando a ello se deben realizar obras de drenaje y limpieza del terreno que evita la acumulación de agua en el suelo aumentado su peso y, por ende, el riesgo a un deslizamiento (Nueva Cartilla de La Construcción, 2011). Esta misma guía explica y recomienda las características de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas en terrenos con pendientes con posibilidades de deslizamiento haciendo énfasis en el peso de las estructuras.

La carencia de un plan urbanístico que integra tanto la supervisión de la adecuada construcción con materiales y en las proporciones adecuadas bajo un enfoque integrador de gestión de riesgos (Guerrero, 2012; Rodríguez, 2015; Torrez Huanca, 2021) convierten la zona en área de peligrosidad para sus habitantes.



**Figura 4:** Nivel de amenaza en función de la antigüedad de las viviendas en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

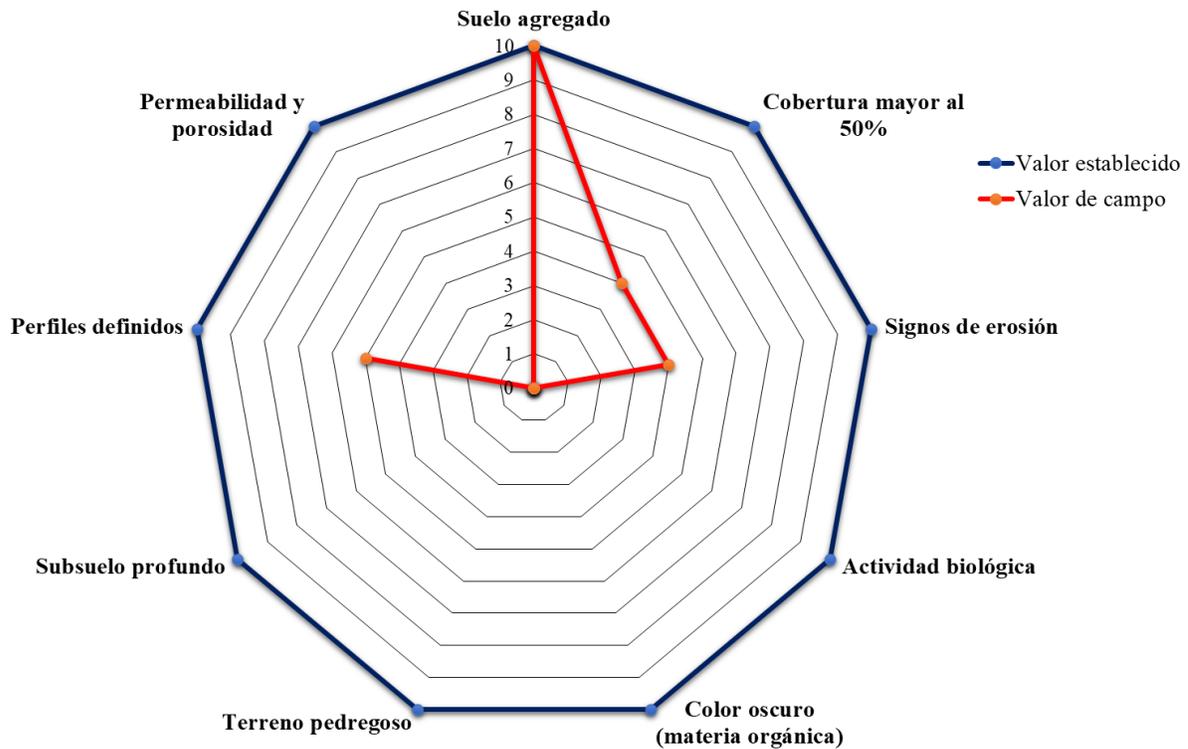
Posterior al análisis del sistema constructivo (figura 2) y de la antigüedad (figura 3) de las viviendas, en la figura 4 se realiza la relación con el nivel de amenaza. Para ello se aplicó la prueba de correlación de Pearson (Dicovski Riobóo, 2020) entre las variables indicando que la vulnerabilidad de las viviendas aumenta de manera directamente proporcional a la antigüedad de las mismas ( $R^2 = 0.89$ ), esto es explicado por la combinación de suelos arcillosos que se encuentran en zonas de relleno que, además, de ser inestables cuentan con pendientes que generan escorrentías superficiales con gran poder erosivo (Villacorta et al., 2012) que potencializan el peligro de la afectación en los cimientos de las viviendas (Monterrosas, 2012; Torrebadella et al., 2009) generando, a su vez, una nueva variable de análisis en estudios futuros. A estos se le debe sumar el hecho niveles de pH ácidos (4.68) que deterioren los cimientos de las edificaciones indistintamente de estar construidas de concreto o ser de madera (Mariano & Quispe, 2022).



**Figura 5:** Nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields

El análisis relacional del nivel de amenaza en relación a la cantidad de habitantes y la proporcionalidad de personas con discapacidad (figura 5) en los en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive, de la ciudad de Bluefields muestra que un factor determinante en la determinación de riesgos son las personas con discapacidad. Para este sitio de identificación 6 personas con discapacidad, 30 niños menores de 5 años de edad, 34 embarazadas, 32 personas de la tercera edad (mayor a 65 años) y otras 51 personas que por factores relacionados con su estado de salud son consideradas como vulnerables. Es de especial interés y preocupación el resultado que la totalidad de la población se encuentra en el nivel más elevado de amenaza debido a la combinación de los factores previamente explicados.

Estos resultados evidencian la necesidad de un plan conjunto de las autoridades municipales, regionales y de las delegaciones de entidades nacionales para la realización de un plan urbanístico con miras a la reducción de los riesgos (Arellano-Monterrosas, 2010) considerando todas las variables y alternativas necesarias con el propósito primero de salvaguardar vidas y los bienes de la población y nación (Lavell, 2011; Marín et al., 2020; Martínez et al., 2011).



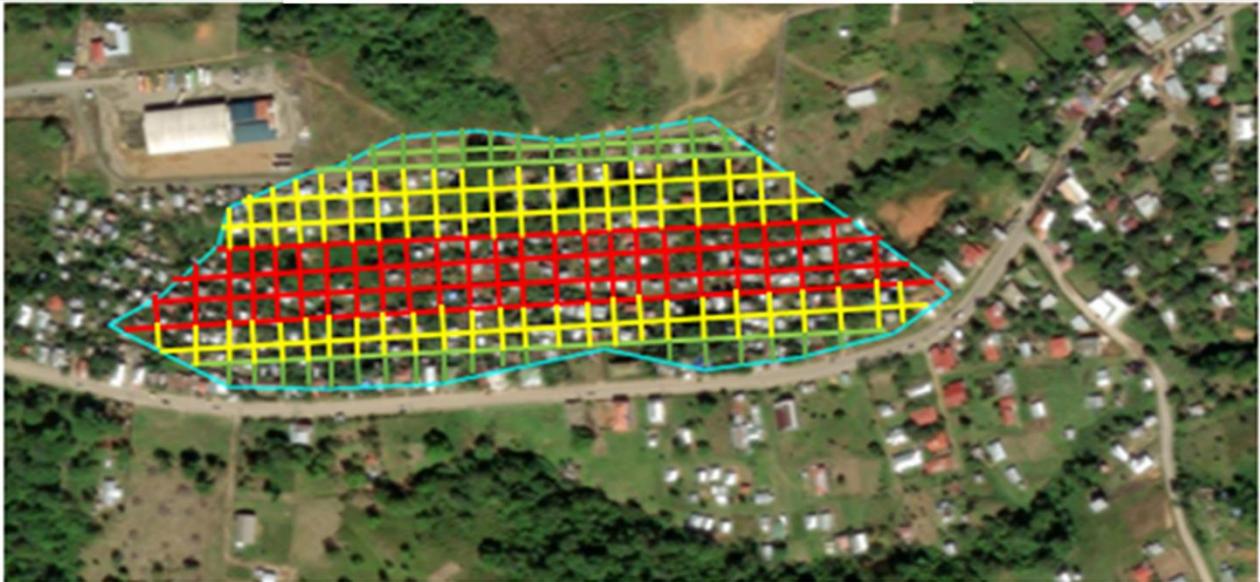
**Figura 6:** Análisis de estabilidad del suelo en terrenos del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

Por medio de la excavación de tres calicatas en las zonas alta, media y baja del sector evaluado en el barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields se realizó el análisis de estabilidad del suelo (figura 6) al ser considerado indispensable para la estabilidad de las edificaciones. De acuerdo a las características del terreno se determinó una textura arcillosa conteniendo 16% de arena, de 38% limo y 56% de arcilla determinado por medio del método de decantación en el laboratorio de suelos de la universidad BICU. El suelo presentar distintas capas visualmente fácilmente distinguibles, sin embargo, estas no son horizontes edáficos, sino el resultado del depósito de material y tierra removida en la construcción de la carretera paralela a la zona de estudio. La coloración rojiza clara combinada con el pH de 4.63 son indicadores de óxido ferroso y aluminio que en su conjunto presenta alto poder corrosivo y degradativo (Viltres-Milán et al., 2019) para los materiales empleados para las viviendas de este sitio. No se debe obviar los signos de erosión que sumado a la escasa permeabilidad y porosidad hacen que los suelos sean más propensos a generar taludes de alta peligrosidad a las vidas de los pobladores (Camacho, 2016).





### Mapa de vulnerabilidad



**Figura 8.** Mapa de vulnerabilidad del barrio San Pedro sector Cristo vive de la ciudad de Bluefields.

**Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields**

**Tabla 8:** Plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad en los asentamientos del barrio San Pedro sector Cristo Vive de la ciudad de Bluefields

<b>Matriz de análisis de riesgos</b>								
<b>Zona específica</b>		Barrio San Pedro						
<b>Localidad de intervención</b>		Sector Cristo Vive				<b>Productos para reducción y respuesta del riesgo</b>		
<b>Fecha de planificación</b>		11 de febrero de 2024						
<b>Identificador del riesgo</b>	<b>Riesgos</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Impacto</b>	<b>Disparador</b>	<b>Efecto</b>	<b>Plan de acción</b>	<b>Plan de contingencia</b>	<b>Responsable</b>
<b>R1</b>	Intensas lluvias	Alta	Alto	Aumento de precipitación	Deslizamiento de tierra	Mejora en drenaje en la zona alta y sistema de monitoreo meteorológico	Evacuación de áreas vulnerables y refugios seguros	Equipo de trabajo
<b>R2</b>	Pendientes pronunciadas	Alta	Alta	Construcción de andenes y caminos de todo tiempo	Desprendimientos de los suelos	Refuerzos de taludes por medio de la construcción de muros de contención	Evitar construcciones en zona críticas	Equipo de trabajo
<b>R3</b>	Deforestación	Alta	Alto	Tala de arboles	Perdida de cohesión de suelo	Programa de reforestación prioritariamente en las zonas altas y medias	Control de la actividad de tala de arboles	Equipo de trabajo

**Matriz de análisis de riesgos**

						del área en estudio y gestión ambiental		
<b>R4</b>	Falta de mantenimientos de infraestructuras	Alta	Alta	Ausencia de mantenimiento	Deterioro de la infraestructura	<p>Programas regulares de mantenimientos preventivos de los cuales se deben destacar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de cimientos</li> <li>2. Apertura y limpieza de desagües</li> <li>3. Retiro de escombros y materiales sobrantes de los terrenos</li> <li>4. Reparación de secciones de las viviendas en mal estado</li> </ol>	Evaluación y reparación inmediata	Equipo de trabajo

**Matriz de análisis de riesgos**

<b>R5</b>	Sobre carga de peso en la parte superior de la ladera	Moderado	Moderado	Construcciones inadecuadas	Aumento del riesgo de deslizamiento	Evaluación y control de carga en áreas críticas	Evitar sobre carga en zona vulnerable	Equipo de trabajo
<b>R6</b>	Urbanización no planificada	Alto	Moderado	Expansión sin planificación	Mayor riesgo de deslizamiento	Planificación urbana sostenible y regulación del uso del suelo	Alerta temprana y evacuación planificada	Equipo de trabajo
<b>R7</b>	Huracanes y tormenta	Alto	Alto	Aumento de la actividad ciclónica	Vientos fuertes y lluvias intensas	Planificación de evacuaciones y refugio seguro	Respuesta de emergencia ante cualquier actividad ciclónica	Equipo de trabajo
<b>R8</b>	Acceso a servicios básicos	Alto	Alto	Fallas en las infraestructuras	Restricciones a los servicios básicos	Mejoras de infraestructuras y rutas alternativas	Establecimientos de punto de distribución de emergencia	Equipo de trabajo
<b>R9</b>	Centro de salud	Media	Alto	Aumento de enfermedades contagiosas	Falta de atención médica adecuada	Campaña de concientización y mejoras de centro de salud	Establecimientos de clínicas móviles y medicinales	Equipo de trabajo

**Matriz de análisis de riesgos**

<b>R10</b>	Escuela	Medio	Medio	Daños a infraestructuras educativas	Interacción en la educación formal	Evaluación y fortalecimiento de infraestructuras educativas	Implementación de mejoras y realización de centros de estudio	Equipo de trabajo
<b>R11</b>	Albergue	Bajo	Alto	Desplazamiento forzado de población	Hacinamiento y falta de recurso en los albergues	Establecimientos de protocolo de emergencia y evacuación	Establecimientos de albergues temporales y centro de refugios	Equipo de trabajo
<b>R12</b>	Densidad poblacional	Alto	Alto	Migración masiva	Sobre población	Desarrollo de política de control de asentamientos y urbanización adecuada	Reubicación de personas expuesta en zonas habitable	Equipo de trabajo
<b>R13</b>	Regulación del sistema constructivo	Alto	Medio	Fallo en la construcción y cumplimiento de la normativa	Riesgos estructurales y colapsos	Implementación de inspecciones y regulaciones más estrictas	Desarrollo de protocolo de seguridad en construcción	Equipo de trabajo
<b>R14</b>	iluminación de las vías de acceso	Alto	Alto	Falta de iluminación adecuada	Aumento de riesgo de seguridad y accidentes.	Instalación de sistema de iluminación adecuada	Implementación de medidas de seguridad y señalización en las zonas críticas	

**Datos guías**

<b>Impacto</b>	<b>Color</b>
1-3	Baja
4-6	Media
7-9	Alta

## **X.CONCLUSIONES**

Con base en los datos recopilados sobre el sistema constructivo y la antigüedad de las viviendas en el barrio San Pedro, sector Cristo Vive, de Bluefields, se evidencia una situación preocupante en términos de vulnerabilidad y riesgos. La predominancia de viviendas construidas con materiales de baja durabilidad, como la madera, junto con la falta de estándares modernos de construcción y urbanización, sugiere una mayor susceptibilidad ante desastres naturales y eventos climáticos extremos. Además, la diversidad en la antigüedad de las viviendas señala una posible falta de mantenimiento y actualización estructural, lo que aumenta la probabilidad de colapsos e inseguridad para los habitantes.

La elaboración de un mapa de vulnerabilidad y riesgos se presenta como una herramienta crucial para visualizar y comprender la complejidad de los peligros que enfrenta esta comunidad. Desde deslizamientos de tierra hasta deficiencias en infraestructuras básicas y riesgos asociados a fenómenos climáticos, tales como huracanes e intensas lluvias, es necesario identificar y priorizar las áreas más críticas que requieren intervención urgente. Este mapa servirá como base para la planificación y ejecución de medidas de mitigación y adaptación efectivas.

También es importante garantizar la seguridad y el bienestar de los habitantes del barrio San Pedro, sector Cristo Vive, de Bluefields, es imperativo adoptar un enfoque integral y proactivo en la gestión de riesgos y vulnerabilidades. Solo mediante una combinación de medidas preventivas, de mitigación y de respuesta, junto con una participación activa de la comunidad y las autoridades pertinentes, se podrá construir un entorno resiliente capaz de hacer frente a los desafíos presentes y futuros.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- 1. Cumplir las normativas de construcción:** Implementar regulaciones más estrictas y actualizadas para garantizar que las nuevas construcciones cumplan con estándares de seguridad adecuados, incluyendo el uso de materiales resistentes y técnicas apropiadas para la zona.
- 2. Programas de rehabilitación, y mantenimiento:** Establecer programas de rehabilitación y mantenimiento periódico de viviendas y estructuras existentes, especialmente aquellas con mayor antigüedad, para prevenir el deterioro y minimizar los riesgos de colapso durante eventos adversos.
- 3. Mejoras en infraestructuras básicas:** Priorizar inversiones en infraestructuras básicas, como sistemas de drenaje pluvial, caminos y acceso a servicios de agua potable y saneamiento, para reducir los riesgos asociados a inundaciones, contaminación del agua y enfermedades relacionadas.
- 4. Planificación urbana integrada:** Desarrollar un plan urbano integral que considere los riesgos identificados, promueva la reubicación de asentamientos en áreas menos vulnerables, y establezca zonas de reserva y protección ambiental para prevenir la expansión no planificada y la deforestación.
- 5. Educación y capacitación comunitaria:** Realizar campañas de sensibilización y capacitación para concientizar a la comunidad sobre los riesgos existentes, promover prácticas seguras de construcción y gestión ambiental, y fomentar la participación activa en la planificación y ejecución de medidas de reducción de riesgos.
- 6. Fortalecimiento de capacidades locales:** Proporcionar recursos y apoyo técnico a las autoridades locales y organizaciones comunitarias para fortalecer sus capacidades en la gestión de riesgos, la respuesta a emergencias y la implementación de proyectos de desarrollo resiliente.
- 7. Monitoreo y evaluación continua:** Establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua para revisar la efectividad de las medidas implementadas, identificar nuevas

amenazas emergentes y ajustar estrategias en función de la evolución del contexto local y global.

- 8. Coordinación interinstitucional y colaboración internacional:** Promover la colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, agencias de cooperación internacional y otros actores relevantes para garantizar una respuesta coordinada y eficaz ante desastres y emergencias.
- 9. El plan de reducción de riesgos y vulnerabilidad** propuesto abarca una amplia gama de acciones destinadas a abordar los riesgos identificados y fortalecer la resiliencia de la comunidad. Desde mejoras en infraestructuras de drenaje y estabilización de suelos hasta programas de reforestación y regulación del uso del suelo, se busca no solo reducir la exposición a peligros, sino también promover un desarrollo sostenible y seguro a largo plazo. Es fundamental que estas acciones se implementen de manera coordinada y participativa, involucrando a todos los actores relevantes y garantizando la adecuada asignación de recursos y capacidades.

## XII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 12.1 Presupuesto

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>PRIMERA FASE - Equipos e Insumos de Campo</b>					
<b>Caracterización de viviendas</b>					<b>C\$21.160.00</b>
1	GPS Garmin	Unidad	1	C\$20.000.00	C\$20.000.00
2	Baterías AA	Par	2	C\$80.00	C\$160.00
3	Carpetas plásticas	Unidad	20	C\$50.00	C\$1.000.00
<b>Estudio en la cuencas y deslizamientos</b>					<b>C\$24.735.00</b>
4	Medidor de pH	Unidad	1	C\$7.000.00	C\$7.000.00
5	Barra graduada para medir aforo	Unidad	1	C\$7.000.00	C\$7.000.00
6	Pluviómetro	Unidad	1	C\$3.000.00	C\$3.000.00
7	Pintura en Aerosol	Spray	10	C\$120.00	C\$1.200.00
8	Clavos de zinc	Lbs	10	C\$60.00	C\$600.00
9	Mazos de acero de 5 Lb	Unidad	1	C\$685.00	C\$685.00
10	Barreno estándar	Unidad	1	C\$1.000.00	C\$1.000.00
11	Pala	Unidad	2	C\$500.00	C\$1.000.00
12	Cinta plástica de colores	Caja	1	C\$300.00	C\$300.00
13	Bolsa ziploc para muestra	Unidad	50	C\$50.00	C\$2.500.00
14	Bolsas quintaleras de plástico	Unidad	15	C\$30.00	C\$450.00
<b>Higiene y Seguridad</b>					<b>C\$2.350.00</b>
15	Cascos	Unidad	5	C\$350.00	C\$1.750.00
16	Chalecos reflectivos	Unidad	5	C\$120.00	C\$600.00
<b>Varios</b>					<b>C\$27.300.00</b>
17	Disco duro externo de 2 TB	Unidad	1	C\$4.800.00	C\$4.800.00
18	Viáticos personales	Global	1	C\$22.500.00	C\$22.500.00
<b>Capacitación</b>					<b>C\$31.350.00</b>
19	Combustible	Litros	60	C\$185.00	C\$11.100.00
20	Viáticos de facilitadores	Día	6	C\$1.500.00	C\$9.000.00

21	Refrigerios	Unidad	50	C\$150.00	C\$7.500.00
22	Almuerzo	Unidad	25	C\$150.00	C\$3.750.00

**SEGUNDA FASE**

<b>Informe Final de Monografía</b>					<b>C\$6.000.00</b>
------------------------------------	--	--	--	--	--------------------

23	Impresión del documento	Unidad	1	C\$3.000.00	C\$3.000.00
24	Empastado del documento	Unidad	2	C\$1.500.00	C\$3.000.00

**INVERSIÓN FINAL**

25	<b>Total</b>				<b><u>C\$112.895.00</u></b>
----	--------------	--	--	--	-----------------------------



### XIII. REFERENCIAS

- Arellano-Monterrosas, J. L. (2010). Gestión integral de recursos hídricos para reducir la vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones en las cuencas de la sierra madre de Chiapas. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 2(1), 23–27. <https://revistas.chapingo.mx/inagbi/revista/articulos/r.inagbi.2010.05.006.pdf>
- Barrantes Castillo, G., Barrantes Sotela, O., & Nuñez Román, O. (2011). Efectividad de la metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 42(2), 141–162. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3970>
- Camacho, J. P. (2016). Modelo para la articulación de la Gestión del Riesgo en el proceso de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Guaranda/Ecuador. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54628>
- Cárdenas, K. (2018). Análisis general de la gestión del riesgo por inundación en Colombia. *Revista Científica En Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 4(1). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/335841>
- CEPAL-BID. (2000). Obtenido de Evitar que los programas de rehabilitación y reconstrucción sean meramente una reconstrucción de la vulnerabilidad, establecimiento y fortalecimiento de los sistemas de información, observación, pronóstico, investigación, vigilancia y alerta temprana des
- CONSUDE. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- CONSUDE-ALARN. (2002a). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- CONSUDE-ALARN. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- CONSUDE-ALARN. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de

- La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- COSUDE. (1999). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- COSUDE. (2002a). Obtenido de Velasco Montecinos, O. P. (2007). Analisis de riesgos naturales y antropicos en seis comunidades del municipio de Pampa Grande (Dpto. de Santa Cruz) (Doctoral dissertation).
- COSUDE. (2002b). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Dicovski Riobóo, L. M. (2020). Estadística Básica para Ingenieros.
- FAO. (1980). Obtenido de Silenzi, J. C., Echeverría, N. E., Bouza, M. E., & De Lucía, M. P. (2011). Degradación de suelos del SO Bonaerense y su recuperación. In Jornada sobre "Evolución y Futuro del Desarrollo de Producciones Agrícola-Ganaderas en el SO Bonaerense"(24 de noviemb
- FAO. (2002). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Febreo Bande, M., Galeano San Miguel, P., González Díaz, J., & Pateiro López, B. (2007). Estadística. Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas.
- Felicísimo. (1994). Obtenido de Reyna, S., Reyna, T., Lábaque, M., Fulginiti, F., Reyna, E., Riha, C., & Moyano Centeno, E. (2010). APLICACIÓN DE MODELOS DIGITALES PARA USO HIDROLÓGICOS–PRESA LA TAPA, CÓRDOBA–ARGENTINA. Mapping: Map and Sig consulting, (139), 6-9.
- Fernández, M., Borges, J., Meléndez, G., Mora, F., Mora, J., & Muñoz, C. (2013). Análisis de Gestión de Riesgo de Inundación en la ciudad de Santo Domingo de Heredia. Costa Rica En El Tercer Milenio: Desafíos y Propuestas Para La Reducción de Vulnerabilidad Ante Los Desastres, San José. [https://www.academia.edu/download/46056258/GRD-Santo\\_Domingo.pdf](https://www.academia.edu/download/46056258/GRD-Santo_Domingo.pdf)

- Flores-Pacheco, J. A., Castro Jo, S. E., Araúz Urbina, J. C., Cash Hodgson, D. A., & Knight Julian, L. (2023). Sistemas constructivos, gestión integral de riesgo de desastres y adaptación al cambio climático – comunidad indígena Tiktik Kaanu. *Nexo Revista Científica*, 36(04), 458–469. <https://doi.org/10.5377/nexo.v36i04.16749>
- Gellert. (2003). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Guerrero, J. (2012). Plan municipal de gestión del riesgo desastres: mapa de riesgo por fenómenos de remoción en masa y deslizamientos. [http://201.130.16.43/bitstream/handle/20.500.11762/32393/RemosionMasa\\_Deslizamientos\\_MirandaCauca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://201.130.16.43/bitstream/handle/20.500.11762/32393/RemosionMasa_Deslizamientos_MirandaCauca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrero, A., Isidro, M., Ballesteros, J., Tierra, V. R. las C. de la, & 2009, undefined. (2004). Riesgos por avenidas e inundaciones fluviales. *Raco.Cat*, 43, 153–171. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/download/199928/267371>
- INETER. (2001). Obtenido de Garduño Sanabria, A. E., & Reyes Enríquez, A. (2013). Vulnerabilidad, ante los movimientos de ladera en el pueblo Santa Cruz Ayotuxco, municipio de Huixquilucan Estado de México.
- INETER. (2001). Obtenido de <https://webserver2.ineter.gob.ni/amenazas/LaPrensa-Libro-Amenazas.htm>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (16 de Mayo de 2022). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-un-levantamiento-topografico#:~:text=El%20levantamiento%20topogr%C3%A1fico%20es%20un,o%20plan%20que%20refleja%20al>
- Jiménez. (2002). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Lavell, A. (2011). Gestión de riesgos ambientales urbanos. In [unisdr.org. https://www.unisdr.org/files/11008\\_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf](https://www.unisdr.org/files/11008_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf)

- López López, D. E., Laguna López, E. J., Ruiz Acevedo, T., & Flores-Pacheco, J. A. (2022). Riesgos de degradación hídrica del suelo posterior al fuego en el trópico húmedo. *Wani*, 38(76). <https://doi.org/10.5377/wani.v38i76.14402>
- MAO. (2006). Obtenido de Soto, A., Patricia, E., Gutiérrez Díaz, E. S., & Almeida, P. El uso de Geo-Herramientas epidemiológica como apoyo al Ministerio de Salud Pública en el marco de la pandemia de coronavirus COVID-19.
- Mariano, M. L., & Quispe, E. C. (2022). Análisis hidrológico e hidráulico para la evaluación de riesgo de inundación fluvial por desborde del río Huallaga en el sector de Huayopampa, distrito de Amarilis. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7329>
- Marín, R. J., Marín-Londoño, J., & Mattos, Á. J. (2020). Análisis y evaluación del riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical: implementación de modelos físicos simples. *Scientia et Technica*, 25(1), 164–171. <https://doi.org/10.22517/23447214.22171>
- Martinez, K., Carmen, M., & Herrera, H. (2011). Gestión de Riesgos. Siagua.Org. [http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/gestion\\_inundaciones\\_salvador\\_0.pdf](http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/gestion_inundaciones_salvador_0.pdf)
- Merino, F. J. B., & Romero, D. M. Q. (2015). Gestión participativa de riesgos asociados a deslizamientos y hundimientos en Taxco. *Eumed.Net*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1695/1695.pdf#page=256>
- Monterrosas, J. A. (2012). Vulnerabilidad y gestión de riesgos por deslizamientos e inundaciones en la cuenca superior del río Huehuetán, Chiapas. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/344>
- Nueva Cartilla de la Construcción, Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua 270 (2011).
- Ochoa, D. V. (2023). Análisis bajo un enfoque sustentable del riesgo por inundaciones en sistemas fluviales: “Río Tunjuelo” (Bogotá, Colombia). <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/25492>
- Perez R., M., & Rojas J., A. (2005). Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la microcuenca Las Marías, en el municipio de Telica, León. Managua, Nicaragua: UNA.

- Pérez, & Rojas. (2005). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Prater. (1996). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Quesada-Román, A. , & Calderón-Ramírez, G. (2018). Gestión del riesgo y política pública en el cantón de Desamparados, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2), 1–19. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702018000200001&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702018000200001&script=sci_arttext)
- Research, G. de P.-B. C. S., & 2012, undefined. (2011). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Dialnet.Unirioja.Es*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3841348>
- Rivera Miranda, M. A., Jarquín Flores, L. A., Obando Francis, A. A., Araúz Urbina, J. C., & Flores-Pacheco, J. A. (2021). Fibra de coco como aditivo de mejoramiento en la elaboración de bloques. *Nexo Revista Científica*, 34(06), 1649–1657. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i06.13125>
- Rodríguez, E. V. (2015). La armonización territorial: su incorporación en la planificación y gestión administrativa mediante la gestión del riesgo. *Revistas.Javeriana.Edu.Co*, 8(16), 148–165. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu8-16.atip>
- Rosales Sánchez, U., & Centeno Álvarez, C. (3 de abril de 2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA: <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>
- Saca, J. D. (2017). Análisis de riesgos ante la amenaza de deslizamiento a las orillas de la quebrada Chusig en la Urbanización Santa Mónica Alta, parroquia de Conocoto, zona del Valle de los Chillos, Ciudad de Quito. Informe para sus habitantes. Ecuador: FACULTAD DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DEL RIESGO Y EMERGENCIAS.
- Sheng, 1. p. (s.f.). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

- Suárez. (1982). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).
- Torrebadella, J., Villaró, I., Altimir, J., Amigó, J., Vilaplana, J. M., Corominas, J., & Planas, X. (2009). El deslizamiento del Forn de Canillo en Andorra. Un ejemplo de gestión del riesgo geológico en zonas habitadas en grandes deslizamientos. VII Simposio Nacional Sobre Taludes y Laderas Inestables, 104–414. [https://www.academia.edu/download/55579664/Definitiu\\_El\\_Forn\\_de\\_Canillo.pdf](https://www.academia.edu/download/55579664/Definitiu_El_Forn_de_Canillo.pdf)
- Torrez Huanca, E. (2021). Plan de gestión de riesgos y desastres por deslizamientos en la cuenca Thola Pujru del municipio de Tiquipaya. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/26185>
- Varnes, I., & citado por aguilo, I. (s.f.). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Villacorta, S., Fidel, L., & Zavala Carrión, B. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. Revista de La Asociación Geológica Argentina, 69(3), 393–399. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222012000300007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222012000300007&script=sci_arttext)
- Viltres-Milán, Y., Guardado-Lacaba, R., & Alfonso-Olivera, L. D. (2019). Cartografía de la peligrosidad por deslizamientos en el municipio de Mayarí, Holguín. Minería y Geología, 35(2), 126–146. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1993-80122019000200126&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1993-80122019000200126&script=sci_arttext)
- Watanabe, M. (2015). Gestión del riesgo de desastres en ciudades de América Latina. Apuntes de Investigación, 4, 1–15. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2564/doc2564-contenido.pdf>
- Way 1973, c. p. (1998). Obtenido de Rosales Sánchez, U. B., & Centeno Álvarez, Y. D. C. (2009). Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra en el municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Way, I., & Aguilo. (1998). Obtenido de Aguilar Condori, D. M. Evaluación cartográfica de la vulnerabilidad a deslizamientos en la Comunidad del Ex-Fundo Ovejuyo, Sector Tumuyu, Municipio de Palca-La Paz (Doctoral dissertation).

Zinck. (1996). Obtenido de Pérez Espinales, R. M., & Rojas Gómez, J. E. (2005). Estudio de vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra en la Microcuenca Las Marías, Telica, León (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

## XIV. ANEXOS



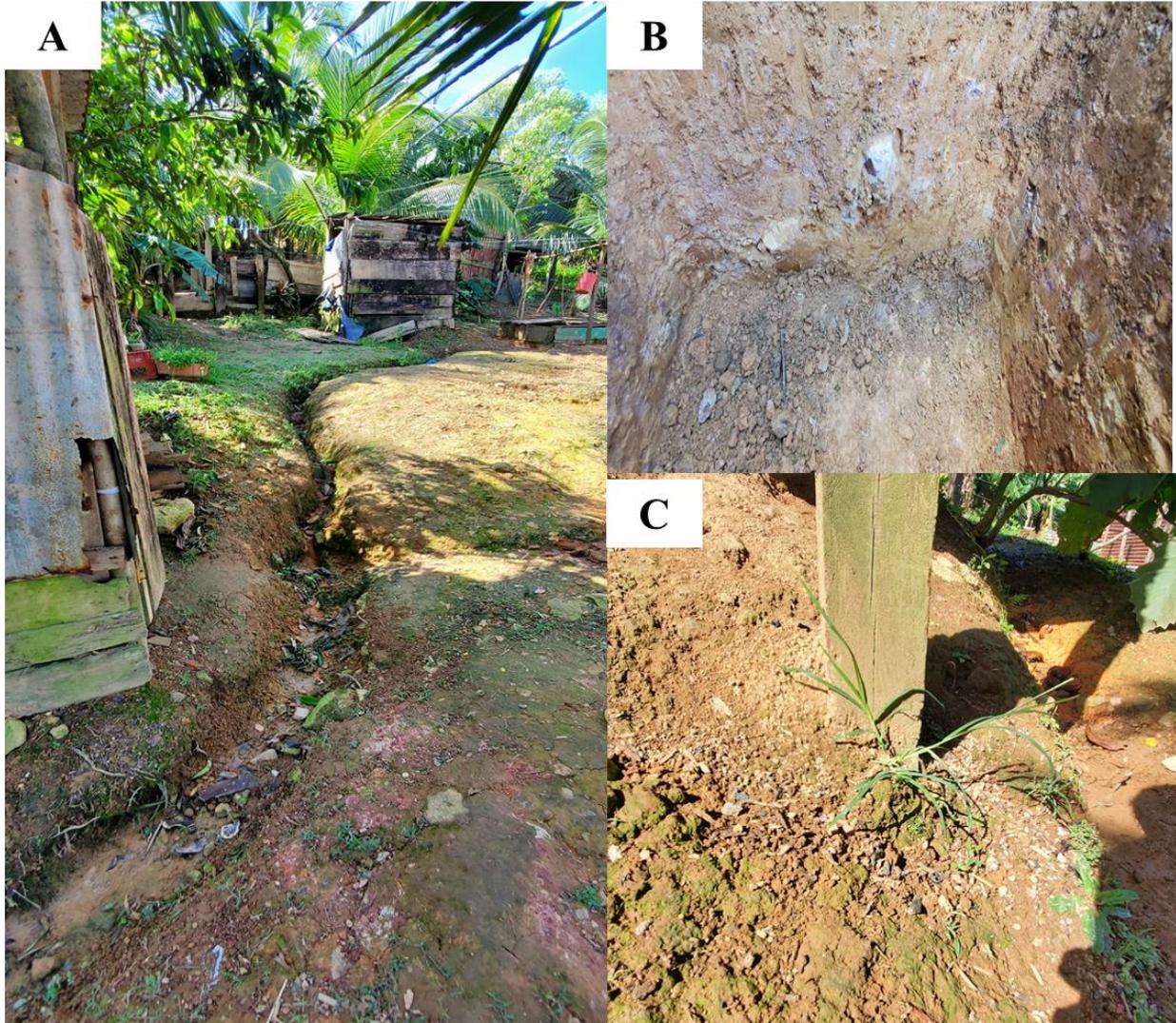
**Anexo 1:** Perforación de la Calicata. A) Selección del sitio. B) Marcado del sitio



**Anexo 2.** A) viviendas del sector El Pericón. B) tipología y sistema constructivo predominante



**Anexo 3.** A) Toma de muestra con barreno. B) medición de pH en campo. C) Extracción de muestra de suelo para determinación de textura en laboratorio



**Anexo 4.** A) Cárcavas excavadas para el drenaje superficial. B) Suelo compactos con moteado. C) Evidencia de erosión en base de viviendas

## Anexo 5. Encuesta de levantamiento de punto crítico con la aplicación Survey 123 (SINAPRED)

Levantamiento de Sitios Críticos  
Inundación/Deslizamiento

Nombre y Apellido del encuestador (a) \*  
Indicar el nombre y apellido de la persona que levanta la encuesta.

Fecha de levantamiento. \*  
Fecha  
Hora

Región y Municipios  
Región  
 RACCS

Barrio o Comunidad \*  
Indicar si es Barrio o Comunidad donde se levanta la encuesta.

Nombre del sitio crítico. \*  
Escribir claramente el nombre del sitio crítico a levantar.

Ubicación del sitio crítico. \*  
Esta la ubicación únicamente de referencia del sitio crítico.

Tipo de Sitio Crítico. \*  
Seleccionar el tipo de sitio crítico a levantar: **INUNDACIÓN** o **DESLIZAMIENTO**.

Levantamiento de Sitios Críticos  
Inundación/Deslizamiento

Esta la ubicación únicamente de referencia del sitio crítico.

Tipo de Sitio Crítico. \*  
Seleccionar el tipo de sitio crítico a levantar: **INUNDACIÓN** o **DESLIZAMIENTO**.

Tipo de amenaza (Sitio Crítico). \*  
Seleccionar el nivel de riesgo tomando en cuenta los criterios establecidos en la guía para la determinación y clasificación de sitios críticos.

Grupos expuestos

Cantidad (#) de personas expuestas dentro del sitio crítico. \*  
Indicar el número de personas expuestas dentro del sitio crítico.

Cantidad (#) de familias expuestas dentro del sitio crítico. \*  
Indicar el número de familias expuestas dentro del sitio crítico.

Cantidad (#) de viviendas expuestas dentro del

## Anexo 6. Encuesta Líneas vitales con la aplicación Survey 123 (SINAPRED)

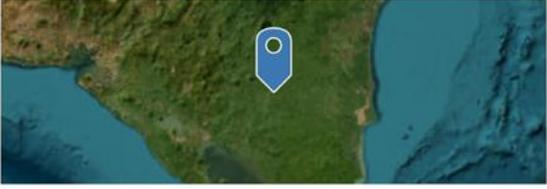
LEVANTAMIENTO DE LÍNEA VITAL  

Región \*

Nombre del Encuestador \*  
Indicar el nombre del encuestador

Fecha y Hora de levantamiento \*  
Indicar la fecha y la hora en que se hace el levantamiento

Ubicación de infraestructura \*  
Esta es la ubicación / referencia de la infraestructura (línea vital o medio de vida de interés)



▼ Identificación de la línea vital

Barrio o Comunidad \*  
Indicar si la línea vital está en un barrio (Casco urbano) o en una comunidad.

LEVANTAMIENTO DE LÍNEA VITAL  

▼ Identificación de la línea vital

Barrio o Comunidad \*  
Indicar si la línea vital está en un barrio (Casco urbano) o en una comunidad.

Nombre del Barrio o Comunidad \*  
escribir el nombre del Barrio o la Comunidad donde está levantando la encuesta.

Tipo y nombre de la línea vital o medio de vida \*  
Escriba el tipo y nombre de línea vital o medio de vida. Ejemplo: Estación de Bomberos Los Robles, Puente Las Lajas, Estación de Policía Pedro Palacio, tortillería, zapatería, antena de comunicación, edificio de institución de gobierno o alcaldía, gasolinera, etc.

▼ Exposición de línea vital

¿Está la línea vital expuesta ante una amenaza? \*

Observación general  
Si lo cree necesario, puede escribir brevemente una observación asociada a la línea vital o medio de vida que levantó.