

# BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY

**BICU**



## ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**Ingeniería civil**

**Monografía**

**Para optar al título de Ingeniero Civil**

*Evaluación de vulnerabilidad de las edificaciones construidas con bloques de adobe suelo-cemento comprimido en la comunidad de Rama Mainland, Bluefields, RACCS*

**Autores:**

Br. Greivin Alejandro León González.

Br. Lester Abrahán Vargas Espinoza.

**Tutor:**

Ing. Julio Cesar Arauz Urbina

Bluefields, RACCS, Nicaragua

Septiembre, 2021

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

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primordialmente a Dios por darme fuerza, salud, inteligencia, sabiduría y permitirme poder llegar hasta donde estoy porque de otra manera no hubiese sido posible, así que todo se lo debo a él. También a mi querida madre **Rosa González Calero** y a mi abuela **Juliana Calero Amador** por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi preparación educativa sin importar las circunstancias, todo para el desarrollo fundamental de mi educación tanto académica como personal.

Al profesor **Msc. Domingo Rueda** y su esposa **Msc. Irania Briceño** quienes me han motivado a concluir mis estudios de la universidad además de permitir que me alojara en su cálido hogar durante el tiempo en que realizaba esta investigación monográfica.

A mis apreciados maestros que siempre estuvieron en buenos y malos momentos vigentes para ayudarme en mis necesidades académicas durante todo este periodo de preparación universitaria. En especial agradecer al **Ing. Sócrates Castro Jo**, quien nos ha brindado siempre su apoyo incondicional para así hacer posible la realización y culminación de este trabajo.

A nuestro tutor **Ing. Julio Arauz Urbina** por su paciencia y certeras observaciones, a quien ofrezco mi más grande y sincera gratitud por desarrollarnos y prepararnos como profesionales en una bella profesión la cual ejerceremos y representaremos con orgullo.

**Greivin Alejandro León González**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy Gracias a Dios por brindarme sabiduría y entender estos puntos muy importantes; que me ha dado salud, es mi fuente de vida y me da todas esas cosas que necesito hacer día a día para lograr mis metas.

También estoy profundamente agradecido con mi familia por brindarme la base necesaria, por ser los pilares que me sostuvieron durante todo momento, agradezco a mi padre y a mi madre su continuo apoyo. Por sus consejos, sus valores y su constante motivación, ese gran esfuerzo que hacían día a día para que yo siguiera adelante con mis estudios aún sin un trabajo, estaré eternamente agradecidos.

Agradezco a los docentes de la escuela de ingeniería civil por su dedicación a hacernos profesionales, personas con un futuro, principalmente el profesor ingeniero Julio Arauz Urbina y el ingeniero Sócrates Castro Jo por su gran apoyo durante todo el proceso de elaboración de esta monografía de investigación.

Quiero decir gracias también a mis amigos Jairo Luna e Ismael Reyes que aparte de ser mis amigos son como hermanos para mí, siempre ayudándonos mutuamente. Agradezco a mi socio y colega Greivin León por su desempeño en esta investigación.

Gracias por todo. Este éxito pertenece a ambos.

**Lester Abrahán Vargas Espinoza**

## **DEDICATORIA**

Todo este esfuerzo se lo dedico a Dios quien es el ser omnipotente que me permitió lograr llegar hasta este alcance de mi vida; y que siempre me dio fuerza y sabiduría para continuar durante todos estos años transcurridos en la preparación de mi carrera. Y aún más en la elaboración de este trascendental y fructuoso seminario.

A mi querida y bella madre **Rosa González Calero** y a mi abuela **Juliana Calero Amador** quienes ha sido el pilar fundamental de mi vida, porque me han impulsado y motivado para cumplir con mis metas y aspiraciones, quienes no solo con el apoyo económico, emocional y moral han hecho de mí lo que hoy en día soy, sino porque sobre todo han guiado mis pasos a través de ejemplos, del cual rescato todos y cada uno de los valores que ellas me han inculcado, este nuevo paso que hoy he logrado es gracias a ustedes, porque han confiado incondicionalmente en mí, y esa confianza que me han brindado hoy la retribuyo con el agradecimiento y alegría de ver uno de mis sueños y metas culminados.

A mi pequeño hijo **Matthew James León Martínez** a quién amo con todo mi corazón y que ha sido una de mis fuentes de motivación e inspiración para continuar preparándome cada día para poder ser un ejemplo para él y darle todo lo que un día no pude, por dedicar todo mi tiempo y dedicación a mi preparación profesional.

**Greivin Alejandro León González**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios que es mi padre celestial, quien me ha acompañado en todo momento, en los momentos más difíciles de mi vida y por haberme dado unos padres “**Secundino Vargas & Cristina Espinoza y mis Hermanos**” que siempre están a mi lado apoyándome, en palabras concretas unos padres quienes fueron el principal motor que me impulso cada día a avanzar, incluso en los momentos en los que sentía que ya no podía seguir.

También quiero hacer mención a mis docentes quienes invirtieron gran esfuerzo y mucho tiempo dejando a su familia esperando en casa para compartir sus conocimientos con cada uno de nosotros para convertirnos en personas preparadas y con mucha ética personal tanto como profesional.

**Lester Abrahán Vargas Espinoza**

## INDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Justificación .....	5
1.3 Planteamiento del problema.....	6
II. OBJETIVOS .....	7
2.1. Objetivo general.....	7
2.2. Objetivos específicos .....	7
III. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1. Vulnerabilidad.....	8
3.2. Tipos de vulnerabilidad.....	8
3.3. Nivel de vulnerabilidad según el tipo. ....	10
3.4. Fenómenos Hidrometeorológicos. ....	12
3.5. Zonificación de Riesgos por Amenazas Naturales. ....	15
3.6. Efectos principales del viento sobre estructuras. ....	16
3.7. Edificación .....	17
3.8. Elementos estructurales simples .....	17
3.9. Adobe Suelo Cemento Comprimido.....	18
3.10. Componentes del Adobe suelo-cemento.....	19
3.11. Máquina de compresión hidráulica Vermeer BP714.....	20
3.12. Resistencia por medio de ensayos de compresión .....	21
3.13. NTON 12 008 – 16 .....	21

3.14.	Ubicación geográfica .....	23
3.15.	Levantamiento arquitectónico.....	23
IV.	HIPÓTESIS.....	25
V.	PREGUNTAS DIRECTRICES. ....	26
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
6.1.	Área de estudio o localización .....	27
6.2.	Tipo de estudio.....	28
6.3.	Enfoque de estudio.....	29
6.4.	Población.....	29
6.5.	Muestra .....	29
6.6.	Métodos de recopilación de datos.....	29
6.7.	Instrumento que se utilizarán en la investigación .....	36
6.8.	Variables .....	36
6.9.	Procesamiento de la información.....	37
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
7.1.	Histograma de evaluación del sitio.....	39
7.2.	Levantamiento arquitectónico.....	47
7.3.	Pruebas de laboratorio a los bloques de adobe suelo cemento comprimido.....	62
7.4.	Propuesta de mejoraras de las edificaciones.....	64
VIII.	CONCLUSIONES .....	66
IX.	RECOMENDACIONES.....	67
X.	REFERENCIAS.....	68
XI.	ANEXOS. ....	71
11.1	Entrevistas, tablas .....	71

11.2	Imágenes .....	79
11.3	Planos.....	99

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Nivel de vulnerabilidad Ambiental</i> .....	10
<b>Tabla 2</b>	<i>Nivel de Vulnerabilidad Física</i> .....	11
<b>Tabla 3</b>	<i>Nivel de Vulnerabilidad Social</i> .....	12
<b>Tabla 4</b>	<i>Categoría de los huracanes</i> .....	14
<b>Tabla 5</b>	<i>Características del adobe suelo cemento</i> .....	19
<b>Tabla 6</b>	<i>Especificaciones Vermeer BP714</i> .....	20
<b>Tabla 7</b>	<i>Dimensiones de los Bloques</i> .....	22
<b>Tabla 8</b>	<i>Resistencia de los bloques</i> .....	23
<b>Tabla 9</b>	<i>Variables</i> .....	31
<b>Tabla 10</b>	<i>Instrumentos de investigación</i> .....	36
<b>Tabla 11</b>	<i>Variables de la investigación</i> .....	36
<b>Tabla 12</b>	<i>Componente Bioclimático</i> .....	40
<b>Tabla 13</b>	<i>Componente Geología</i> .....	41
<b>Tabla 14</b>	<i>Componente Ecosistema</i> .....	43
<b>Tabla 15</b>	<i>Componente Medio Construido</i> .....	44
<b>Tabla 16</b>	<i>Componente de Interacción</i> .....	45
<b>Tabla 17</b>	<i>Componente Institucional Social</i> .....	46
<b>Tabla 18</b>	<i>Resumen de Evaluación</i> .....	46
<b>Tabla 19</b>	<i>Ficha de caracterización de la edificación #1</i> .....	55
<b>Tabla 20</b>	<i>Ficha de caracterización de la edificación #2</i> .....	56

<b>Tabla 21</b> <i>Ficha de caracterización de la edificación #3</i> .....	57
<b>Tabla 22</b> <i>Ficha de caracterización de la edificación #4</i> .....	58
<b>Tabla 23</b> <i>Ficha de caracterización de la edificación #5</i> .....	59
<b>Tabla 24</b> <i>Ficha de caracterización de la edificación #6</i> .....	60
<b>Tabla 25</b> <i>Ficha de caracterización de la edificación #7</i> .....	61
<b>Tabla 26</b> <i>Resistencia de las muestras de adobes</i> .....	63
<b>Tabla 27</b> <i>Evaluación para componente Bioclimático</i> .....	72
<b>Tabla 28</b> <i>Evaluación para componente Geología</i> .....	73
<b>Tabla 29</b> <i>Evaluación para componente Ecosistema</i> .....	75
<b>Tabla 30</b> <i>Evaluación para componente Medio Construido</i> .....	76
<b>Tabla 31</b> <i>Evaluación para componente De Interacción</i> .....	77
<b>Tabla 32</b> <i>Evaluación para componente Institucional y Social</i> .....	78

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> <i>Macro localización del estudio</i> .....	27
<b>Figura 2</b> <i>Micro localización del estudio</i> .....	28
<b>Figura 3</b> <i>Viviendas construidas con planos</i> .....	47
<b>Figura 4</b> <i>Viviendas completamente terminada</i> .....	48
<b>Figura 5</b> <i>Material predominante de las paredes exteriores</i> .....	48
<b>Figura 6</b> <i>Tipo de cimentación</i> .....	49
<b>Figura 7</b> <i>Tiempo de las edificaciones de haber sido construidas.</i> .....	50
<b>Figura 8</b> <i>Modificaciones o adecuaciones realizadas en las edificaciones</i> .....	50
<b>Figura 9</b> <i>Mantenimiento o reparaciones realizadas en las edificaciones</i> .....	51
<b>Figura 10</b> <i>Edificaciones que incorporan condiciones estructurales resistentes</i> .....	52

<b>Figura 11</b> <i>Área ocupada por las edificaciones</i> .....	52
<b>Figura 12</b> <i>Frecuencia de las lluvias en la comunidad</i> .....	53
<b>Figura 13</b> <i>Inundación en la comunidad</i> .....	53
<b>Figura 14</b> <i>Nivel de seguridad de las edificaciones ante fenómenos naturales</i> .....	54
<b>Figura 15:</b> <i>Informe de laboratorio de UCA</i> .....	79
<b>Figura 16:</b> <i>Informe de laboratorio de UCA</i> .....	80
<b>Figura 17:</b> <i>Resultados de campo del histograma de evaluación del sitio</i> .....	81
<b>Figura 18:</b> <i>Resultados de campo del histograma de evaluación del sitio</i> .....	82
<b>Figura 19</b> <i>Presión directa.</i> .....	83
<b>Figura 20</b> <i>Fuerza de arrastre</i> .....	83
<b>Figura 21</b> <i>Succión y arrastre.</i> .....	83
<b>Figura 22</b> <i>Succión</i> .....	84
<b>Figura 23</b> <i>Adobe suelo cemento comprimido</i> .....	84
<b>Figura 24</b> <i>Vermeer BP714</i> .....	85
<b>Figura 25</b> <i>Edificación #1 construida con adobe</i> .....	86
<b>Figura 26</b> <i>Edificación #1 construida con adobe</i> .....	86
<b>Figura 27</b> <i>Edificación #2 construida con adobe</i> .....	87
<b>Figura 28</b> <i>Edificación #2 construida con adobe</i> .....	87
<b>Figura 29</b> <i>Edificación #3 construida con adobe</i> .....	88
<b>Figura 30</b> <i>Edificación #3 construida con adobe</i> .....	88
<b>Figura 31</b> <i>Edificación #4 construida con adobe</i> .....	89
<b>Figura 32</b> <i>Edificación #4 construida con adobe</i> .....	89
<b>Figura 33</b> <i>Edificación #5 construida con adobe</i> .....	90
<b>Figura 34</b> <i>Edificación #6 construida con adobe</i> .....	90

<b>Figura 35</b> <i>Edificación # 6 construida con Adobe</i> .....	91
<b>Figura 36</b> <i>Edificación # 7 construida con Adobe</i> .....	91
<b>Figura 37</b> <i>Edificación #7 construida con Adobe</i> .....	92
<b>Figura 38</b> <i>Medición de la masa del Adobe</i> .....	92
<b>Figura 39</b> <i>Sumersión de los Adobes</i> .....	93
<b>Figura 40</b> <i>Adobe sometido a compresión con máquina universal</i> .....	93
<b>Figura 41</b> <i>Ruptura de adobe con máquina universal</i> .....	94
<b>Figura 42</b> <i>Gráfica de resistencia de la Muestra 1 de Adobe</i> .....	94
<b>Figura 43</b> <i>Gráfica de resistencia de la Muestra 2 de Adobe</i> .....	95
<b>Figura 44</b> <i>Gráfica de resistencia de la Muestra 3 de Adobe</i> .....	96
<b>Figura 45</b> <i>Mapa de vulnerabilidad ante huracanes</i> .....	97
<b>Figura 46</b> <i>Mapa de riesgo y vulnerabilidades</i> .....	98

## RESUMEN

Rama Mainland es una comunidad ubicada a 12.85 km al suroeste de la ciudad de Bluefields, en la cual se han construido edificaciones implementando adobes de suelo cemento comprimido material poco común en la región, por lo cual carecen de estudios de vulnerabilidad estructural frente a la acción de fenómenos hidrometeorológicos. El objetivo principal de esta investigación es evaluar la vulnerabilidad estructural de estas edificaciones, a partir de la caracterización en fichas, levantamientos arquitectónicos en sus instalaciones, el sometimiento a pruebas de laboratorio a unidades del mampuesto y la evaluación del sitio en que se encuentran las edificaciones. Según el análisis de la evaluación del histograma del lugar donde están las edificaciones se obtuvo una vulnerabilidad de 2.25 el cual significa que el sitio es vulnerable a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que pueden perjudicar la salud de los habitantes, en el levantamiento físico se encontraron grietas en las edificaciones pero estas no son tan graves, en cuanto a las pruebas de laboratorio que se le aplicaron a los bloques de adobe estos obtuvieron un valor promedio en la resistencia de  $54.67 \text{ kg/cm}^2$  (779.50 psi) en las resistencia a la compresión y un 13.22% en la prueba de absorción ambos resultados no cumplen con los que establece la NTON 12 008-16, por lo cual no podrían resistir los embates de fenómenos hidrometeorológico.

Palabras claves: Casa, resistencia, protección, derrumbe.

## **ABSTRACT**

Rama Mainland is a community located 12.85 km southwest of the city of Bluefields, in which buildings have been constructed using compressed soil cement bricks, an uncommon material in the region, and therefore lack structural vulnerability studies against the action of hydrometeorological phenomena. The main objective of this research is to evaluate the structural vulnerability of seven buildings, based on the characterization in cards, architectural surveys in their facilities, laboratory testing of masonry units and evaluation of the site where the buildings are located. According to the analysis of the histogram evaluation of the site where the buildings are located, a vulnerability of 2.25 was obtained, which means that the site is vulnerable to certain dangers and that there are environmental limitations that could harm the health of the inhabitants. 67 kg/cm<sup>2</sup> (779.50 psi) in the compressive strength and 13.22% in the absorption test, both results do not meet the requirements of NTON 12 008-16, so they could not withstand the onslaught of hydrometeorological phenomena.

Key words: House, resistance, protection, collapse.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La vulnerabilidad es la predisposición física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que se manifieste un fenómeno de origen natural o antropogénico. Se determina el nivel de riesgo de los efectos generados por los fenómenos de acuerdo a la localización geográfica de cualquier lugar.

La comunidad Rama Mainland se encuentra a orillas de la bahía de Bluefields, por tanto, es una zona propensa a fenómenos naturales (tormentas tropicales, huracanes e inundaciones), por tal razón las edificaciones en esta comunidad, representan un gran interés para el estudio de análisis de vulnerabilidad debido a las características particulares que presenta la zona de estudio además de la implementación del sistema constructivo adobe suelo cemento comprimido.

Para dicho estudio se realizaron observaciones con respecto al comportamiento que tiene el material constructivo y su ubicación geográfica, realizando las siguientes actividades: inspección y levantamiento de las edificaciones, aplicación de los histogramas de evaluación del sitio, ensayos de laboratorios de los bloques de adobe suelo-cemento comprimido y recomendaciones propuestas para la mejora de las edificaciones.

## 1.1 Antecedentes

Las construcciones con adobe datan de más de 10 mil años, prueba de ello son las antiguas civilizaciones del lejano oriente, que construyeron grandes ciudades y murallas donde este material era el principal para edificar las viviendas. En América Latina, países como México, Guatemala, El Salvador, Perú y otras naciones de la región andina, tienen una larga historia del uso del adobe en la construcción. (Orlando Valenzuela, 2020)

En el año 2016 el Ing. Jairo Parrales en colaboración con el Ing. Carlos Taisigue realizó un estudio de Evaluación de vulnerabilidad de vivienda en la comunidad Rama Cay –Municipio Bluefields RACCS, 2015 - 2016. En este estudio obtuvo un resultado que la isla posee una puntuación de 2.06, puntaje que se determinó con el uso de histograma de evaluación del sitio, esto significa que el lugar donde se emplazó el proyecto de “casas para el pueblo” es propenso a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que puede eventualmente dañar la salud de las personas que habitan el sitio.

Según el señor Vicente Ruiz, juez comunal y parte de la comisión de proyecto en la organización norteamericana “Amigos en acción” en el año 2006, y en conjunto con líderes comunales de la isla Rama Cay, propusieron una nueva urbanización al norte de la isla como solución a la problemática de la sobrepoblación en la isla. En el año 2007 esta organización junto con la participación voluntaria de los comunitarios realizó la limpieza del lugar propuesto, además que se construyó la primera casa de madera de un costo aproximado de \$4000 (cuatro mil dólares), como base para la administración del proyecto de asentamiento.

Entre los años 2009-2013 se construyeron 6 casas con el sistema constructivo de mampostería reforzada en la comunidad de Rama Mainland con un costo aproximado de \$7000 (siete mil dólares) este proyecto lo ejecuto el maestro de obra Martin López.

En el año 2014 la organización Amigos en acción bajo la supervisión del señor Timoteo Johnston representante legal, financió la construcción de tres viviendas unifamiliares con un costo aproximado de \$5500 (cinco mil quinientos dólares) cada una, esto en la comunidad antes mencionada utilizando bloques de adobe suelo cemento comprimido, dichos bloques se fabricaron con recursos propios de la localidad con la máquina Vermeer BP714. (que también la organización donó a la comunidad).

## **1.2 Justificación**

El análisis de evaluación de vulnerabilidad de estructuras facilita la formulación de recomendaciones de gran relevancia para las construcciones futuras, tomando en consideración las condiciones climáticas de la zona.

Este documento de investigación es de gran importancia para los habitantes de la comunidad Rama Mainland porque en este se encuentra documentado información que ha sido recolectada mediante diferentes tipos de estudios que sirve para la toma de decisiones de aquellas entidades que tiene que ver con los procesos de planificación y desarrollo social y urbanístico, tales como: las universidades, Alcaldía, Gobierno Regional y la organización Amigos En Acción promotor del proyecto de viviendas en la comunidad Rama Mainland. Además, sirve a las demás comunidades que tengan similar posición geográfica, topografía, tipo de suelo y que quieran construir con este sistema constructivo antes mencionado.

### **1.3 Planteamiento del problema**

En el año 2014 en la comunidad Rama Mainland se construyeron 7 edificaciones por la ONG Norte Americana Amigos En Acción empleando el sistema constructivo de adobe suelo cemento comprimido, pero estas no se construyeron con las técnicas constructivas adecuadas, además que estos bloques que componen este sistema constructivo no están certificados, tampoco tienen estudios previos ni ensayos de laboratorios que determinen su capacidad de resistencia para ver si cumple con los reglamentos y normas constructivas.

Actualmente de las 7 edificaciones, 4 son viviendas mínimas unifamiliares, las cuales están habitadas, pero se tiene la incertidumbre que estas edificaciones sean capaces de soportar el embate de los fenómenos hidrometeorológico tales como tormentas tropicales, ejes de vaguadas, huracanes entre otros, pudiendo estar en riesgo estas personas al momento que ocurra estos fenómenos.

Se debe destacar que la posición geográfica de la comunidad Rama Mainland, hace que sea propensa a la situación que se mencionó anteriormente.

Con todo lo anterior se formula la siguiente pregunta problema:

¿Qué tan vulnerable son las infraestructuras construidas de adobe suelo cemento comprimido de la comunidad Rama Mainland de la ciudad de Bluefields?

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el nivel de vulnerabilidad estructural de las edificaciones construidas con adobe suelo-cemento comprimido, en la comunidad de Rama Mainland del municipio de Bluefields, RACCS.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar las vulnerabilidades físicas, climatológicas, ambientales y sociales que presenta la infraestructura de edificaciones construidas con bloques de adobe suelo-cemento comprimido, teniendo en cuenta su ubicación geográfica, mediante el método histograma de evaluación del sitio establecido por la Dirección General del Medio Ambiente, Sistema Nacional de Prevención a Desastres (SINAPRED).
- Realizar levantamiento arquitectónico de las edificaciones construidas, con bloques de adobe suelo-cemento comprimido, determinando de esta manera el estado actual de dichas edificaciones.
- Verificar la resistencia por medio de ensayos de compresión y absorción a bloques de adobe suelo-cemento comprimido, con el fin de compararlo con la NTON 12 008–16, con la finalidad de establecer si son aptos para la construcción.
- Proponer recomendaciones para mejorar la infraestructura de las edificaciones construidas con el material adobe si se presenta algún tipo de vulnerabilidad ante fenómenos naturales en la comunidad Rama Mainland.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad se puede definir como un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. La vulnerabilidad, en otras palabras, es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antropogénico se manifieste. La diferencia de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de dicho fenómeno. (Cardona Arboleda, 2001, pág. 11)

El término vulnerabilidad ha sido utilizado por varios autores para referirse a riesgo e incluso ha sido usado para referirse a condiciones de desventaja, particularmente en disciplinas de las ciencias sociales. Por ejemplo, se habla de grupos vulnerables para referirse a personas de edad avanzada, niños o mujeres. Sin embargo, de acuerdo con lo anteriormente expuesto, en rigor es necesario preguntarse: ¿vulnerable ante qué? Es decir, debe existir la amenaza para efectos de que se presente una situación condicional, mutuamente concomitante, que representa el estar en riesgo. Si no hay amenaza no es factible ser vulnerable, en términos del potencial daño o pérdida que significa la ocurrencia de un desastre. (Cardona Arboleda, 2001, pág. 11)

#### **3.2. Tipos de vulnerabilidad**

Para fines del presente estudio se han establecido los siguientes tipos de vulnerabilidad: ambiental, climatológica, física, social.

##### **3.2.1. Vulnerabilidad Ambiental.**

Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 19)

Todos los seres vivos tienen una vulnerabilidad intrínseca, que está determinada por los límites que el ambiente establece como compatibles, por ejemplo, la temperatura, humedad, densidad, condiciones atmosféricas y niveles nutricionales. Igualmente, está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los

recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la autorrecuperación del sistema ecológico, los mismos que contribuyen a incrementar la vulnerabilidad. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 19)

### **3.2.2. Vulnerabilidad física.**

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las edificaciones, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen en zonas inundables o deleznable, lo han hecho por carecer de opciones y, por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 20)

### **3.2.3. Vulnerabilidad social**

Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectivo y rápido.

Mayor será la vulnerabilidad de una comunidad si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma y con el conglomerado social, no se afincan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 21)

### **3.2.4. Vulnerabilidad Climatológica**

En términos generales, la vulnerabilidad ante riesgos climatológicos se refiere a la probabilidad de pérdida. En el caso de la vulnerabilidad climática, los riesgos son los eventos relacionados con el fenómeno global denominado cambio climático, el cual ha sido extensamente documentado. Hay

una relación entre el fenómeno global de cambio climático y una mayor probabilidad de sequías, inundaciones, y eventos climáticos de tipo catastrófico.

La vulnerabilidad biofísica o climática se enfoca en el daño potencial que un evento climático extremo puede causar en un sistema físico. La vulnerabilidad climatológica se refiere al grado en el que un sistema es susceptible ante eventos climáticos extremos y su variabilidad.

La vulnerabilidad social asociada agravada por el clima. Esta definición de vulnerabilidad climática está enfocada en el estado de un sistema humano previo a algún evento o riesgo climático. Se refiere al grado en el cual un sistema es susceptible a un daño, independientemente de los eventos climatológicos. En este caso la vulnerabilidad de una población está determinada por factores como pobreza, marginación, calidad de los hogares, infraestructura de la zona, caminos, tasas de crecimiento de la población, entre otros. Las características de la población y también del municipio determinan su vulnerabilidad. (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2019, pág. 11)

### 3.3. Nivel de vulnerabilidad según el tipo.

#### 3.3.1. Nivel de vulnerabilidad ambiental.

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existente en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo. Para el efecto, se propone la tabla 1. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 19)

**Tabla 1** *Nivel de vulnerabilidad Ambiental*

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	<25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal

Composición y calidad del aire y del agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto
Condiciones ecológicas	Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica deforestación y contaminación	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, incremento de la población y del nivel de contaminación	Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación

Nota: Extraído de (Manual básico para la estimación de riesgo, 2006, pág. 19)

### 3.3.2. Nivel de vulnerabilidad física.

El ejemplo que a continuación se propone en la tabla N°2, es para el caso de las viviendas, según las variables y los niveles de vulnerabilidad, que puede adaptarse para otro tipo de viviendas, de acuerdo a la región natural o centro poblado donde se realice la Estimación de Riesgo. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 20)

**Tabla 2** Nivel de Vulnerabilidad Física

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	<25%	26 a 50%	51 a 75 %	76 a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 Km	Medianamente cerca 1 - 5 Km	Cercana 0.2 - 1Km	Muy cercana 0.2 - 0Km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zonas ligeramente fracturadas, suelos de mediana	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freático con turba, material inorgánico, etc.)

			capacidad portante			
Leyes existentes	Con estrictamente cumplidas	leyes	Con medianamente cumplidas	leyes	Con leyes cumplimiento	sin Sin ley

Nota: Extraído de (Manual básico para la estimación de riesgo, 2006, pág. 21)

### 3.3.3. Nivel de vulnerabilidad Social

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, también es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existentes en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo. Para el efecto a continuación se propone la tabla 3. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 21)

**Tabla 3** *Nivel de Vulnerabilidad Social*

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	<25%	26 a 50%	51 a 75 %	76 a 100%
Nivel de organización	Población totalmente organizada	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría	Mínima participación	Nula participación
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales	Fuerte relación	Medianamente relacionados	Débil relación	No existe
Tipo de integración entre las instituciones e instituciones locales	Integración total	Integración parcial	Baja integración	No existe integración

Nota: Extraído de (Manual básico para la estimación de riesgo, 2006, pág. 22)

### 3.4. Fenómenos Hidrometeorológicos.

Se define un Fenómeno Hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones

pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados. (Ley General de Protección Civil, 2012, pág. 3)

### **3.4.1. Ciclones tropicales**

Los ciclones tropicales son sistemas de baja presión, con escalas horizontales entre 100-1000 kilómetros (km) y se extienden a lo largo de la troposfera. Su formación se debe principalmente a la transferencia de calor de la superficie del océano, y por ello su disipación ocurre cuando llegan a agua fría o transitan sobre tierra de núcleo cálido que se forma sobre el océano y presenta una clara circulación de tipo espiral con nubes, precipitación, vientos fuertes, presión bien organizada. (León Aristizábal & Pérez Betancourt , 2018, pág. 14)

Entre su nacimiento y su máximo desarrollo pueden pasar por cuatro etapas de acuerdo con el grado de organización:

#### **3.4.1.1. Perturbación tropical**

Área de baja presión en el trópico con carácter definido, mantiene su identidad por más de 24 horas. El sistema puede o no estar relacionado a disturbios perceptibles en el campo de los vientos. Si adquiere mejor organización e intensidad, puede ser el grado inicial de un ciclón tropical. (León Aristizábal & Pérez Betancourt , 2018, pág. 14)

#### **3.4.1.2. Depresión Tropical**

Hay evidencia de una circulación cerrada alrededor de un centro con vientos sostenidos máximos (34 nudos o 38 millas por horas (mph). menores de 62 km/h. (León Aristizábal & Pérez Betancourt , 2018, pág. 14)

#### **3.4.1.3. Tormenta Tropical**

El sistema meteorológico presenta vientos máximos sostenidos entre 63 y 117 km/h (34 y 63 nudos o 39 y 73 mph) pero circunscritos a la parte más interna y próxima al centro. En esta categoría al ciclón tropical se le asigna un nombre. (León Aristizábal & Pérez Betancourt , 2018)

#### **3.4.1.4. Huracán**

Vientos máximos sostenidos alrededor de la parte central que exceden los 118 km/h (64 nudos o 74 mph). Los huracanes se clasifican en cinco categorías de acuerdo con su potencia arrasadora según la escala Saffir-Simpson. (León Aristizábal & Pérez Betancourt , 2018, pág. 14)

**Tabla 4** *Categoría de los huracanes*

<b>Categoría</b>	<b>Vientos (Km/h)</b>	<b>Vientos (mph)</b>	<b>Marejada (pies)</b>	<b>Daños</b>	<b>Ejemplos</b>
1	119-153	74-95	04-05	Bajos	César 1996
2	154-177	96-110	06-08	Moderados	Fifí 1974
3	178-209	111-130	09-12	Extremos	San Ciprián Sept. 1932
4	210-249	131-155	13-18	Severos	Joan 1988
5	mayor de 249	mayor de 155	mayor de 18	Catastróficos	Mitch 1998

Nota: Extraído de (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 24)

### **3.4.2. Inundaciones**

Es el desbordamiento del agua fuera del cauce de un río o cuerpo de agua y que normalmente ocurre en las partes medias y bajas de las cuencas y afecta grandes extensiones de tierra, también llamadas planicies de inundación. Sin embargo, se pueden presentar inundaciones por escorrentía local, las cuales son producidas por el agua de lluvia que se estanca en el punto donde cae o cerca de este, debido a la deficiencia del sistema de drenaje o evacuación de avenidas. (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 30)

#### **3.4.2.1. Inundaciones Pluviales**

Se presentan cuando llueve de forma abundante y satura un terreno, por el exceso de agua. (Meza, 2018)

#### **3.4.2.2. Inundación fluvial**

Sucede cuando el agua de los ríos se desborda y queda sobre la superficie de terrenos cercano a ellos. (Meza, 2018)

#### **3.4.2.3. Inundación costera**

Se presenta cuando los vientos intensos de un ciclón, en forma de marea de tormenta, penetran tierra adentro en las zonas costeras. (Meza, 2018).

### **3.4.3. Tormenta Eléctrica**

Tal como sucede con otros fenómenos meteorológicos de intensidad, la tormenta eléctrica, puede desencadenar tremendas consecuencias y daños contra la integridad física y material de la población a la cual afecta. (Ucha, 2014)

### **3.4.4. Tornados**

Son difíciles de predecir, pero pueden identificarse de previo si se presentan las siguientes características:

- Nubosidad/ Cielo nublado
- Descargas eléctricas
- Lluvias intensas
- Vientos intensos en direcciones atípicas
- Descenso repentino en las temperaturas
- Ocasionalmente granizadas repentinas

(Centro Humboldt, 2020, pág. 3)

## **3.5. Zonificación de Riesgos por Amenazas Naturales.**

### **3.5.1. Huracanes**

Los huracanes que afectan directa o indirectamente a los países de la región se originan en cuatro zonas principales: Golfo de Tehuantepec, Sonda de Campeche, el Caribe y la región Atlántica. En función de las condiciones climáticas, siguen trayectorias más o menos definidas y en ocasiones erráticas pudiendo penetrar o no a tierra firme. (Ordóñez, Trujillo, & Henández, 1999, pág. 16)

En Centroamérica la máxima probabilidad está en el Atlántico entre la frontera de Honduras y Nicaragua donde alcanza un valor de 0.36. La temporada de huracanes se extiende de junio a noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor producción de tormentas.

En Centroamérica, merecen mención Nicaragua y Honduras, países que comparten el 36% de probabilidad de ser penetrados por huracanes y/o tormentas. En Nicaragua, la región de mayor afectación directa es la costa Atlántica con un 6% de probabilidades en Bluefields (Vea en anexo la figura 45), hasta alcanzar el 36% en Cabo Gracias a Dios, con una población expuesta de aproximadamente quinientas mil personas, ubicadas en las Regiones Autónomas del Atlántico

Norte y Sur (RAAN y RAAS respectivamente) y Río San Juan. En el caso de afectaciones indirectas, la cobertura geográfica se amplía considerablemente, estimándose una población expuesta de 1.3 millones, principalmente de la costa Caribe, zona norte central y Pacífico norte. (Ordóñez, Trujillo, & Henández, 1999, pág. 17)

### **3.5.2. Inundaciones**

Las inundaciones vienen a ser el fenómeno de mayor frecuencia en la región de estudio, asociadas o no a ciclones tropicales, y se manifiestan prácticamente todos los años, con diferentes magnitudes, en función del fenómeno de origen y de las características particulares de cada región. En general, se presentan en el interior de los países y en ambas costas, pero son más frecuentes y de mayores proporciones en la costa Caribe. (Ordóñez, Trujillo, & Henández, 1999, pág. 23)

Nicaragua presenta inundaciones en sus dos grandes vertientes, cada una con características propias. En la vertiente del Atlántico desemboca casi el 90% de los más importantes del país, cuyas cuencas están expuestas a los fenómenos generadores de lluvias intensas y prolongadas.

En el Atlántico las inundaciones son muy frecuentes, con una recurrencia de uno a tres años, mientras que el Pacífico las inundaciones importantes se manifiestan aproximadamente cada diez años. En el caso del Pacífico, hay que hacer la salvedad de que los ríos son de respuesta rápida, ya que ocasionan inundaciones en importantes centros poblados, incluyendo la ciudad capital.

El Caribe sufre inundaciones en toda su extensión, con serias afectaciones a poblados importantes y en muchas comunidades dispersas. Esta zona es la menos poblada, con un promedio de 7.5 Hab/Km. con una población expuesta del orden de los trescientos mil habitantes. Los ríos que ocasionan mayores afectaciones son el Coco, limítrofe con Honduras, Prinzapolka con su afluente el Bambana, Wawa y Río Grande de Matagalpa. (Ordóñez, Trujillo, & Henández, 1999, pág. 25)

### **3.6. Efectos principales del viento sobre estructuras.**

Aunque hay muchos efectos negativos del viento sobre las construcciones, mencionamos los más comunes. (Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, 2011, pág. 26)

#### **3.6.1. Presión directa o frontal**

Es aquella presión o fuerza que ejerce el viento directamente a la construcción que se encuentra en la trayectoria o camino que el viento define. Esta fuerza es como un impacto directo de la masa

de aire sobre la construcción. Se puede apreciar en la figura 19 del Anexo. (Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, 2011, pág. 26)

### **3.6.2. Fuerza de arrastre**

El viento no se detiene al encontrar una construcción en su camino; por el contrario, envuelve totalmente a la estructura, fluyendo como un líquido. Este movimiento del viento produce arrastre sobre la superficie o paredes de la construcción. Se puede apreciar en la figura 20 en Anexo. (Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, 2011, pág. 26)

### **3.6.3. Succión o presión negativa:**

Esta fuerza hala o succiona la parte trasera de la construcción o la cara opuesta a la cara donde se da la presión directa. Se puede apreciar en la figura 21 y 22 del Anexo. (Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI, 2011, pág. 26)

## **3.7. Edificación**

Se utiliza el término edificación para definir y describir a todas aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos pero específicos propósitos. Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo. Las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, aunque también entran en este grupo otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones de ingeniería, etc.. (Ucha, 2014)

## **3.8. Elementos estructurales simples**

### **3.8.1. Muros**

Son los elementos de la estructura que tienen la función de cerrar, soportar o contener. El muro soporta cargas que le son aplicadas, y las transmite al suelo mediante la cimentación. Esta transmisión es lineal, o sea, a lo largo del muro. (EcuRed, 2013)

### **3.8.2. Columnas**

Trabajan generalmente a compresión, transmitiendo la carga al suelo mediante su cimentación. Fundamentalmente su función es soportante. Las columnas soportan esfuerzos de compresión. (EcuRed, 2013)

### **3.8.3. Vigas**

Son elementos simples, generalmente de eje rectilíneo, que tienen la función de recibir cargas. Están soportadas en uno o más apoyos: cuando están soportadas por sus extremos, y estos giran libremente, se les llama apoyadas. Si las vigas tienen varias luces y se comportan como una unidad, se les llama vigas continuas. Los esfuerzos más comunes a que están sometidas las vigas, son los de flexión y cortantes. Transmiten cargas a otras vigas, a las columnas o a los muros, según el tipo de trabajo que realicen en la estructura. (EcuRed, 2013)

### **3.8.4. Armaduras**

Son elementos estructurales simples que trabajan a flexión. Es bueno señalar, que, aunque se les considera elementos simples, estas están compuestas por elementos dispuestos de forma que sean capaces de resistir las cargas y transmitir las a los apoyos actuando como una unidad. Las armaduras trabajan en conjunto como una viga, es decir, soportan cargas de flexión, pero sus miembros individualmente soportan cargas de tracción y compresión. Se emplean para cubrir grandes luces, en naves industriales o de almacenes, cubiertas en instalaciones deportivas, etc. Se construyen de madera, acero u hormigón armado. (EcuRed, 2013)

### **3.9. Adobe Suelo Cemento Comprimido.**

Los bloques de adobe suelo cemento comprimido son unidades de mampostería que combinan tierra, cemento y agua a presión para formar un bloque de tierra. El rendimiento del bloque unitario depende de las características del suelo y del diseño de la mezcla. Las tendencias en el efecto del diseño de la mezcla sobre la resistencia del bloque reflejan que la resistencia aumenta con la humedad y el contenido de cemento en los regímenes de aplicabilidad para la maquinaria de producción. Las resistencias a la compresión unitarias no saturadas de 28 días varían de 4.92 MPa a 15.72 MPa. La mezcla óptima contenía 10,91% de cemento y 11,40% de agua, lo que resultó en una resistencia a la compresión promedio de 15,15 MPa: ASTM C90 exige una resistencia a la compresión mínima de 13,79 MPa. (Sitton, Zeinali, Heidarian, & Story, 2017).

**Tabla 5** *Características del adobe suelo cemento*

<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>
Peso	+/- 22-25 libras (9,9 - 11,3 kg)
Dimensiones	4 " de alto x 14 " de largo x 7 " de ancho (10 cm de alto x 35 cm de largo x 17 cm de ancho)
Diseño de bloque / molde	Forma de bloque hueco entrelazado para una construcción reforzada más rápida
Densidad	109 - 120 libras / pie <sup>3</sup>
Peso	22 - 24 libras (9,9 - 10,8 kg)
Fuerza compresiva	> 1900 psi (compatible con C90-13)
Absorción máxima de agua	<15 pcf (compatible con C90-13)
Contracción lineal	<0,10%
Durabilidad en seco húmedo	<5% de pérdida de peso
Valor R	3,41 - 3,51
Reducción de ruido	35-44 dB (pared de ancho simple 500Hz)

Nota: en esta tabla se describe las características físicas y mecánicas del adobe suelo cemento comprimido.  
Extraído de (DwellEarth, 2017)

### **3.10. Componentes del Adobe suelo-cemento**

#### **3.10.1. Cemento.**

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos grava, arena y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétrea, denominada hormigón (en España y el Caribe hispano) o concreto (en Sudamérica). Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil. (EcuRed, 2013)

El tipo de cemento producido y utilizado en Nicaragua, es el Cemento Portland GU, con la norma estampada NTON 12006-11. El cemento se comercializa en bolsas y a granel, según

requerimientos de la demanda. Una bolsa de cemento ocupa un volumen bruto de un pie cubico, con peso de 42.5 Kg o 94 Libras. Por sus componentes minerales, como la puzolana le confiere características especiales con mejor resistencia mecánica, mayor durabilidad y mejor manejabilidad a las mezclas de mortero, concreto y suelo cemento. (Holcim, 2021)

### 3.10.2. Arena.

La arena es un tipo de agregado fino o árido que se utiliza para fabricar hormigón, concreto y mortero; se compone de partículas de rocas trituradas que pueden ser muy pequeñas y finas o un poco más grandes dependiendo del uso para el que sea destinada. (Rubión, 2019)

### 3.10.3. Suelo.

El suelo se puede definir como un material trifásico compuesto por una fase sólida, una líquida y otra gaseosa.

La fase sólida la constituyen minerales variables formando una estructura que depende de los tipos, el tamaño de sus diferentes partículas y la rigidez de su organización. La estructura del suelo en la naturaleza tiene un elevado volumen de vacíos en forma de poros que pueden encontrarse total o parcialmente llenos de agua o agua y gas. (Toirac Corral , 2008, pág. 525)

### 3.11. Máquina de compresión hidráulica Vermeer BP714.

La Vermeer BP714 es la primera máquina de bloques de tierra comprimida que fabrica ladrillos resistentes secados al aire con tierra. Sus ladrillos no solo superan los requisitos de resistencia del código de cemento. Son entre un 20 y un 30 por ciento más resistentes y más baratos que los de otras máquinas.

La Vermeer puede golpear un bloque de 7 por 14 por 4 pulgadas cada 15 segundos. Y los ladrillos son los primeros que pueden entrelazarse y aceptar refuerzos de acero para zonas de terremotos y huracanes. (Chu, 2013)

**Tabla 6** Especificaciones Vermeer BP714

Especificaciones de la máquina de prensado	
Peso	2400 libras (1089 kg) Envío: 3000 libras (1361 kg)
Dimensiones	100 "L x 80" H x 41 "W (255 cm L x 204 cm H x 104 cm W) Envío: 86 "L x 48 " W x 88 " H (219 cm x 122 cm W x 224 cm H)

---

Motor		Diésel, gas, eléctrico o TDF
Potencia del motor		Diésel Hatz de bajo consumo de 9,8 hp con arranque por cuerda
Capacidad de la tolva		30 gal (4 pies cúbicos) [113,6 L (0,1 m <sup>3</sup> )] aprox. 14 bloques
Capacidad de producción	de	Hasta 4 bloques por minuto
Cámara de compresión	de	Etapa dual única que garantiza un tamaño y un bloque de fuerza consistentes

---

Nota: Extraído de (DwellEarth, 2017)

### **3.12. Resistencia por medio de ensayos de compresión**

El ensayo de compresión es un ensayo de materiales utilizado para conocer su comportamiento ante fuerzas o cargas de compresión. Es un ensayo mucho menos empleado que el ensayo de tracción, aplicándose sobre todo en probetas de materiales que van a trabajar a compresión, como el hormigón o la fundición, o incluso en piezas acabadas.

El ensayo se realiza sobre una probeta del material, normalmente de forma cilíndrica, en una máquina universal de ensayos, obteniéndose una curva de tensión aplicada frente a deformación longitudinal unitaria producida, al igual que en el ensayo de tracción, como se muestra en la figura. Por convenio, las tensiones y deformaciones en compresión se consideran negativas, de ahí la posición del gráfico en el tercer cuadrante. (Pérez González, 2014)

### **3.13. NTON 12 008 – 16**

#### **3.13.1. Objeto**

Establece los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los bloques huecos y sólidos a base de cemento utilizados en mampostería confinada y reforzada, así como los procedimientos para la evaluación de la conformidad, incluyendo el muestreo y métodos de ensayos aplicables. (NTON, 2016, pág. 3)

#### **3.13.2. Campo de aplicación**

Esta norma es aplicable a los bloques huecos y sólidos fabricados e importados al país, elaborados con cemento hidráulico, agua y agregados pétreos con o sin la inclusión de otros materiales que se utilizan en la construcción de obras civiles. (NTON, 2016, pág. 3)

### 3.13.3. Especificaciones

#### 3.13.3.1. Materias primas.

**Cemento:** Debe cumplir con las especificaciones descritas en la NTON 12 006 - 11 Fabricación, Uso y Manejo del Cemento, en su versión vigente.

**Agregados Grueso y Fino:** Debe cumplir con la norma ASTM C 33-16 o normativa nacional aplicable.

**Agua:** Debe ser potable o que cumpla los requisitos de ASTM C 1602-06 o normativa nacional aplicable. (NTON, 2016, pág. 5)

#### 3.13.3.2. Dimensiones de fabricación.

Los bloques se fabrican manteniendo constante la altura y el largo en 19cm x 39cm respectivamente, variando únicamente el ancho el cual debe ser como mínimo 10cm. A continuación, se muestra la Tabla N°7 con las dimensiones de fabricación, las que deberán ser respetadas por el fabricante. (NTON, 2016, pág. 6)

**Tabla 7** Dimensiones de los Bloques

Dimensiones de fabricación Ancho x alto x largo (cm)	Espesor mínimo de paredes (mm)	Espesor mínimo de paredes exteriores (mm)	Espesor mínimo de paredes interiores (mm)
9 x 19 x 39	20		20
10 x 19 x 39	20		20
14 x 19 x 39	25		25
15 x 19 x 39	25		25
19 x 19 x 39	25		25
20 x 19 x 39	25		25
25 x 19 x 39	32		30
30 x 19 x 39	32		30

Nota: Extraído de (NTON, 2016, pág. 6)

### **3.13.3.3. Resistencia a la compresión.**

Los bloques sujetos a esta norma, deben cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión, establecidos en la Tabla N°8. (NTON, 2016, pág. 6)

**Tabla 8** *Resistencia de los bloques*

<b>Resistencia promedio mínimo para tres piezas</b>	<b>Resistencia mínima a la compresión para una pieza individual</b>
11,81MPa	10,63MPa
(1 714psi o 120kg/cm <sup>2</sup> )	(1 542psi o 108 kg/cm <sup>2</sup> )

Nota: Extraído de (NTON, 2016, pág. 6)

### **3.13.3.4. Absorción.**

Los bloques sujetos a esta norma, deben tener como máximo un 10% de absorción de agua. (NTON, 2016, pág. 7)

## **3.14. Ubicación geográfica**

La ubicación geográfica es la identificación de un lugar específico del planeta, mediante el uso de diversas herramientas como mapas, brújulas, coordenadas o sistemas de geolocalización.

En la actualidad, tener acceso a la ubicación geográfica es una información vital en el área tecnológica, ya que permite identificar en tiempo real un punto específico de la Tierra y conocer el paradero de un dispositivo, persona o animal.

Esto también ha contribuido a crear herramientas que faciliten el desplazamiento de individuos y grupos, como mapas digitales, aplicaciones para conocer el estado del tránsito vehicular o de las vías públicas, etc. (Coehlo, 2019)

## **3.15. Levantamiento arquitectónico**

Un levantamiento arquitectónico corresponde al proceso de toma de medidas en un espacio. Generalmente esta tarea se presenta en espacios ya construidos que requieren actualizar planimetrías, ya sea porque van a ser intervenidos o estableciendo un reconocimiento espacial. En algunas ocasiones se requiere del levantamiento cuando se inicia un proyecto y no se cuenta con

la información necesaria para cumplir el objetivo del mismo. La recolección de dicha información, se hace indispensable para la posterior ejecución de planimetrías.

Cuando se habla de levantamiento topográfico, se enmarca específicamente a lo relacionado con el terreno. El levantamiento estructural se limita a un diagnóstico de los elementos de la estructura existente. Las instalaciones son múltiples en un contexto edificatorio; instalaciones eléctricas y de comunicación, hidrosanitarias, gas, contraincendios, entre otras. El levantamiento en estas últimas requiere de profesionales idóneos en las áreas específicas.

Las medidas se procesan para tener como resultado, un levantamiento arquitectónico; plano digital e impreso con el estado actual de un bien inmueble o predio a construir. Se entrega el levantamiento arquitectónico en AutoCAD y en PDF para cualquier consulta posterior. (Pulido Sierra, 2017, pág. 20)

#### **IV. HIPÓTESIS**

Las edificaciones con el sistema constructivo de adobe suelo cemento comprimido de la comunidad Rama Mainland no resisten los embates de un fenómeno hidrometeorológico que golpee directamente la zona.

## V. PREGUNTAS DIRECTRICES.

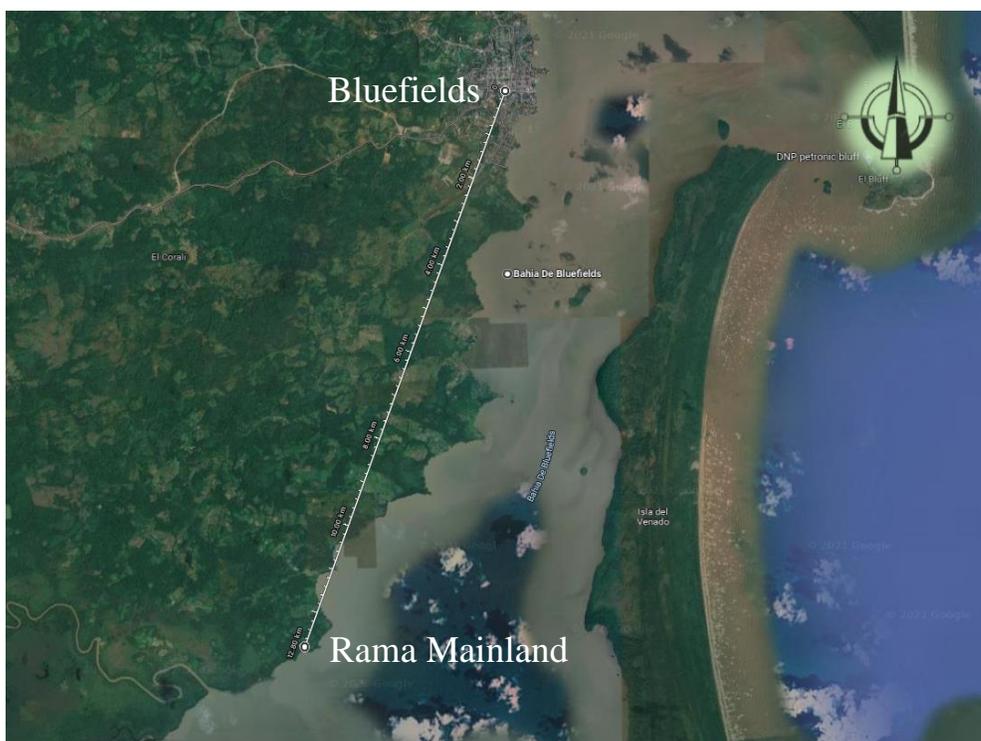
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad que poseen las edificaciones frente a fenómenos hidrometeorológicos?
- ¿Se tomaron en cuenta las normas establecidas en el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07) en la construcción de estas edificaciones?
- ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades en la construcción de edificaciones con sistema constructivo Adobe suelo-cemento comprimido; se puede considerar como un material estructural o únicamente como mampostería?
- ¿Se considera de suma importancia la elaboración de especificaciones técnicas para implementar dicho sistema constructivo?

## VI. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1. Área de estudio o localización

Esta investigación se hará en la comunidad Rama Mainland del municipio de Bluefields, RACCS la cual fue fundada en el año 2006 y se ubica en la zona suroeste de la cabecera municipal con una extensión de 7 hectáreas según la ONG Amigos en Acción.

**Figura 1** *Macro localización del estudio*



Nota: Extraído de (Google Maps, 2021)

Esta comunidad queda a 12.80 Km al suroeste de la ciudad de Bluefields entre las coordenadas UTM **17P 194509.24 mE 1317440 mN**, teniendo como única vía de acceso de todo tiempo, la vía acuática tardando aproximadamente, desde la ciudad de Bluefields, una hora y media en botes de motor de 15 caballos fuerza y 15 a 20 minutos en lanchas con motor de 75 y 200 caballos fuerza. Como vía alternativa está la vía terrestre que únicamente se utiliza en la época de verano cuando los caminos están secos, transitando esta vía se toman aproximadamente 2 horas desde Bluefields.

**Figura 2** *Micro localización del estudio*



Nota: Extraído de (Google Maps, 2021)

Rama Mainland es un nuevo asentamiento de la isla de Rama Cay perteneciente a la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (vea en planos, el levantamiento topográfico), limitando al norte con Punta Masaya; Bluefields, al sur con la comunidad de Rama Cay y el Río Torsuani, al oeste con la comarca El Danto, al este con el mar caribe.

## **6.2. Tipo de estudio**

La investigación es descriptiva no-experimental porque se describió las características físicas y mecánicas del material constructivo de las edificaciones empleando análisis de laboratorio, únicamente se observaron los resultados sin realizar experimentos que los alteraran.

### **6.3. Enfoque de estudio**

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, y de corte transversal. Cualitativo porque se describieron las condiciones estructurales de la edificación de manera que se evaluó utilizando datos no numéricos para valorar el estado en que se encuentran. Cuantitativo, porque se interpretaron y analizaron datos numéricos adquiridos de ensayos de laboratorio del material constructivo, como la prueba de resistencia y de absorción, esta investigación es de corte transversal porque el estudio se realizó en un lapso de tiempo determinado, aproximadamente de seis meses.

### **6.4. Población**

El universo está conformado por 7 edificaciones que poseen este sistema constructivo de adobe suelo-cemento comprimido, construidas en la comunidad Rama Mainland del municipio de Bluefields.

### **6.5. Muestra y muestreo**

Se tomó como muestra las 4 edificaciones que funcionan como viviendas para la realización del estudio de evaluación, con el fin de analizar el estado actual de cada infraestructura. La escogencia de la muestra fue por conveniencia.

### **6.6. Métodos de recopilación de datos**

#### **6.6.1. Primer objetivo específico**

Para obtener los resultados del primer objetivo específico: “Determinar las vulnerabilidades físicas, climatológicas, ambientales y sociales que presenta la infraestructura de edificaciones construidas con bloques de adobe suelo-cemento comprimido, teniendo en cuenta su ubicación geográfica, mediante el método histograma de evaluación del sitio establecido por la Dirección General del Medio Ambiente, Sistema Nacional de Prevención a Desastres (SINAPRED)” se hicieron a través de los siguientes métodos:

##### **6.6.1.1. Método bibliográfico**

Este método permitió conocer bibliografías ya sean nacionales e internacionales que expliquen estudios de evaluación de materiales de construcción que se hayan desarrollado, esto permitió

analizar resultados o estudios que no se realizan en la región y proyecciones de mejoras de materiales similares a estudiar.

Se reunió informaciones similares al estudio de evaluación de edificaciones construidas con materiales similares al adobe suelo-cemento comprimido para poder desarrollar más el tema y hacer comparaciones de resultados con los obtenidos de la investigación que realizada.

#### **6.6.1.2. Visita in situ**

Se hizo una visita al lugar de estudio para poder observar y analizar las condiciones en que se encuentran las edificaciones y el entorno construido, utilizando la ficha de caracterización (ver tabla 18-24). De tal manera que se pudo obtener información que sirve para el análisis de la situación existente, haciendo consideraciones de la vulnerabilidad de la comunidad.

#### **6.6.1.3. Método de evaluación del sitio**

##### **6.6.1.3.1. Procedimiento**

Para el método de evaluación de sitios se utilizó un formato elaborado por el equipo de la subcomisión ambiental establecida cuando se presentan situaciones de estados de amenazas o vulnerabilidad (ver anexo 1). Dicha evaluación se realizará mediante el llenado de los histogramas que expresan en el formulario adjunto en anexos. Los histogramas forman de componentes y cada componente contiene un conjunto de variables.

Al final se hizo una división de la suma total de las columnas  $E \times P \times F$  entre la suma total de la columna  $P \times F$  de tal manera obteniendo el valor del componente.

El significado de cada valor registrado por los componentes se define en seguidamente:

**E:** escala o evaluación, **P:** peso o importancia y **F:** frecuencia.

##### **6.6.1.3.2. Significado de las evaluaciones**

La evaluación final del sitio está dada por un promedio de los valores registrados por todos los componentes. El procedimiento para la obtención de este fue de la siguiente: Se sumó el valor registrado por todos los componentes y se dividió entre el número total de componentes. Este valor osciló entre 1 y 3 teniendo el siguiente significado:

**Valores entre 1 y 1.5:** Significa que el sitio donde se encuentran las edificaciones es muy peligroso y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión

o lesionar la salud de las personas. Por lo que la municipalidad recomienda no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones y recomienda la selección de otro lugar.

**Valores entre 1.6 y 2.0:** Significa que el sitio donde se encuentran las edificaciones es propenso a ciertos peligros y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que habitan el sitio. Por lo que la municipalidad sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa deberá estudiarse de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

**Valores entre 2.1 y 2.5:** Significa que el sitio es poco peligroso y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. La municipalidad considera esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos:

- Deslizamientos
- Lagos
- Fuentes de contaminación

**Valores superiores a 2.6** significa que el sitio no es vulnerable, exento de riesgo y/o buena calidad ambiental para el desarrollo del sitio, por lo que la subcomisión considera este sitio aceptable para la conservación y desarrollo.

#### 6.6.1.3.3. Histograma de evaluación de sitio

**Tabla 9** Variables

COMPONENTE	VARIABLES
BIOCLIMÁTICO	Orientación
	Viento
	Precipitaciones
	Ruidos
	Calidad del aire
GEOLOGÍA	Sismicidad
	Erosión
	Deslizamientos
	Vulcanismo
	Rangos de pendiente

	Calidad del suelo
ECOSISTEMA	Suelos agrícolas Hidrología superficial Hidrología subterránea Mar y lagos Áreas ambientalmente frágiles Sedimentación
MEDIO CONSTRUIDO	Radio Accesibilidad Acceso a los servicios
INTERACCION (CONTAMINACIÓN)	Desechos sólidos y líquidos Industrias contaminantes Líneas eléctricas de alta tensión Peligro de explosión e incendios Desechos sólidos
INSTITUCIONAL Y SOCIAL	Conflictos territoriales Seguridad ciudadana Marco legal

Nota: Obtenido de SINAPRED.

### 6.6.2. Segundo objetivo específico

Para obtener los resultados del segundo objetivo específico: “Realizar levantamiento arquitectónico de las edificaciones construidas, con bloques de adobe suelo-cemento comprimido, determinando de esta manera el estado actual de dichas edificaciones”, se hizo a través de los siguientes métodos:

#### **6.6.2.1. Método de la cinta métrica**

Se realizó el levantamiento arquitectónico de las edificaciones construidas con el bloque de adobe suelo cemento usando el método de la cinta métrica, se tomaron las medidas de la estructura para plasmarlas en papel, por medio de un croquis. Este esquema no es necesariamente de elaboración prolija, ya que los apuntes se tomarán de manera espontánea a medida que el levantamiento se avanzó en el espacio.

Permitió visualizar todas las características del diseño estructural y arquitectónico de las edificaciones y también la parte más vulnerable de la comunidad ante fenómenos hidrometeorológicos.

#### **6.6.2.2. Inspección de condiciones estructurales**

A través de la observación se describió detalladamente el estado actual de cada una de las edificaciones posteriormente al levantamiento realizado, en estas descripciones se menciona si dichas estructuras presentan fallas como agrietamiento o fisura, desgaste, alteración en el nivel estructural, corrosión, pudrición en madera, etc.

#### **6.6.2.3. Encuestas**

Se formularon preguntas del tipo cerrada para encuestar a cada jefe de familia que posee una de las residencias fabricadas con el material, razón del estudio. (Ver encuesta en anexos 2)

#### **6.6.2.4. Entrevista**

Se aplicaron preguntas abiertas relacionadas con el tema para poder recolectar datos relevantes y así poder reflejar en gráficos el resultado, los entrevistados fueron las personas involucradas en la elaboración y construcción de las edificaciones a base del adobe suelo-cemento comprimido. (Ver preguntas de entrevista en anexo 1)

### **6.6.3 Tercer objetivo específico**

Para obtener los resultados del tercer objetivo específico: “Verificar la resistencia por medio de ensayos de compresión y absorción a bloques de adobe suelo-cemento comprimido, con el fin de compararlo con la NTON 12 008–16, con la finalidad de establecer si son aptos para la construcción”, se hizo a través de los siguientes métodos:

### 6.6.3.1 Ensayos de laboratorio

Para cuantificar la calidad del adobe suelo-cemento comprimido se realizaron los ensayos adecuados en el laboratorio de ingeniería de la Universidad Centro Americana (UCA) en Managua. Estos ensayos que se realizaron en el mencionado laboratorio son los siguientes: ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de porcentaje de absorción (ensayos realizados al adobe fabricado en la comunidad).

En el proceso de investigación se hizo una visita al sitio seleccionado, ubicado a 12.80 Km suroeste de la ciudad de Bluefields con la finalidad de obtener muestras del material constructivo, para su posterior traslado al laboratorio de la escuela de Ingeniería Civil de la Bluefields Indian & Caribbean University.

#### 6.6.3.1.1 Pruebas de resistencia a la compresión a los bloques de adobe suelo-cemento comprimido

Mediante esta prueba de laboratorio usando la Maquina Universal se obtuvo la resistencia a la compresión de unidades de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Los resultados sirvieron para la comparación si cumplen con las condiciones que establece las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 12 008-16).

Se tomaron las dimensiones de cada bloque que se dio a someter a la prueba.

Seguidamente se colocaron en la máquina universal confinándolo con una placa metálica, esto se realizó porque el pistón hidráulico es menor que el área bruta del espécimen, se le ejercerá la presión necesaria hasta que el bloque llegue al punto de agrietamiento o que se reviente.

La prueba de compresión axial trabaja bajo el principio de:

$$\text{Resistencia } (T) = \frac{P}{A_n}$$

Donde:

T = Es el esfuerzo a la compresión o resistencia.

P = Es la fuerza aplicada hasta el momento de ruptura por la máquina de ensaye.

A<sub>n</sub> = Área neta del espécimen ensayado.

#### **6.6.3.1.2 Pruebas de absorción a los bloques de adobe suelo cemento comprimido.**

El método para la determinación de absorción de agua en los bloques de adobe suelo cemento comprimido consistió en someter a los bloques a la inmersión en agua hasta su saturación y luego al secado, para registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso.

Procedimiento:

1. Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente. Durante 24 horas, y se los debe meter con cuidado.
2. Los especímenes se retiraron del agua dejándolos secar durante un minuto colocándose sobre una maya de alambre de 10 mm de abertura, eliminando el agua superficial con un pañuelo húmedo.
3. Una vez anotada la masa de los especímenes, deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 115°C, durante no menos de 24 horas.
4. Luego, sacarlos del horno usando guantes de seguridad para pesarse de nuevo, hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas, el incremento de la pérdida no debe ser mayor del 0.2% de la última masa previamente determinada del espécimen
5. Para el cálculo de absorción de agua se lo hace mediante la siguiente formula:

$$\%Abs = \frac{A - B}{B} * 100$$

En donde:

%Abs = Porcentaje de Absorción.

A = Masa en húmedo del espécimen, en Kg.

B = Masa en seco del espécimen, en Kg.

#### **6.6.4 Cuarto objetivo específico**

Para obtener resultados del cuarto objetivo específico “Proponer recomendaciones para mejorar la infraestructura de las edificaciones construidas con el material adobe si se presenta algún tipo de vulnerabilidad ante fenómenos naturales en la comunidad Rama Mainland”, se realizaron a través de los siguientes métodos:

##### **6.6.4.1 Método de interpretación**

Luego de comparar las investigaciones, entrevistas, encuestas, visitas al sitio, histogramas y ensayos de laboratorio del material constructivo, con los resultados con las tablas de vulnerabilidad

(expuestas anteriormente) y con las normas establecidas por la NTON 12 008-16, se interpretó dicha información con el propósito de redactar las recomendaciones técnicas constructivas que conlleven al mejoramiento de las infraestructuras construidas con el material adobe.

### 6.7. Instrumento que se utilizarán en la investigación

**Tabla 10** *Instrumentos de investigación*

N°	Equipo o instrumentos	Funcionalidad
1	<b>Celular</b>	Para tomar fotografías en la inspección del lugar en estudio
2	<b>Cinta métrica de 5 m</b>	Para realizar mediciones de claros pequeños mediante el levantamiento arquitectónico.
3	<b>Cinta métrica de 50 m</b>	Con ello se realiza las mediciones en los claros largos
4	<b>GPS</b>	Para tomar las coordenadas y altitud de la localidad.
5	<b>Tabla de campo</b>	Para la anotación de los datos del levantamiento.
6	<b>Maquina universal</b>	Para los ensayos de resistencia a la comprensión
7	<b>Calibrador vernier</b>	Para verificar las demociones del bloque.
8	<b>Pesa</b>	Para determinar la masa del bloque
9	<b>Horno</b>	Para el ensaye de absorción

### 6.8. Variables

**Tabla 11** *Variables de la investigación*

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Nivel de vulnerabilidad	Se determinó las vulnerabilidades que existen en la comunidad	Vulnerabilidad Física	Las condiciones estructurales de las edificaciones con el material en estudio

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Condición estructural de las edificaciones	Se detectaron las irregularidades estructurales de las edificaciones	Vulnerabilidad Climatológica	El comportamiento ante los cambios estacionales (invierno, verano) fuertes vientos, tormentas o huracanes.
		Vulnerabilidad Ambiental	Identificación de zonas vulnerables con respecto a la ubicación de las edificaciones
		Vulnerabilidad Social	El nivel de seguridad de las personas que habitan en una determinada edificación
		Levantamiento Arquitectónico	Inspección y toma de medidas de las edificaciones
Recomendaciones para mejorar la infraestructura	Sugerencias para obtener una edificación segura al construir con el adobe suelo cemento comprimido	Resistencia material constructivo	de Proceso que se llevará a cabo en ensayos de laboratorio
		Materiales construcción empleado	de Dosificación, calidad de los agregados.
		Mano de obra calificado	obra Entrevista, Encuestas

## 6.9. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se usaron los siguientes softwares:

Por medio del programa Microsoft Excel, se analizaron los datos que contiene los factores que intervienen en la situación de la vulnerabilidad de la comunidad exponiendo los resultados de manera gráfica.

También se utilizó Microsoft Word, este programa permitió digitalizar todo el documento e informaciones que se obtuvo de la visita al campo así también informaciones obtenida de libros que hayan realizado similar investigación.

Se hizo uso también, del programa AutoCAD que sirvió para trazar los dibujos de los planos arquitectónicos de las edificaciones previamente a levantamiento arquitectónico también se ocupó el programa SketchUp para una presentación en modelo 3D de las estructuras edificadas.

## **VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **7.1. Histograma de evaluación del sitio**

Este acápite se darán los resultados del primer objetivo específico Determinar las vulnerabilidades físicas, climatológicas, ambientales y sociales que presenta la infraestructura de edificaciones construidas con bloques de adobe suelo-cemento comprimido teniendo en cuenta su ubicación geográfica, mediante el método histograma de evaluación del sitio establecido por la Dirección General del Medio Ambiente, Sistema Nacional de Prevención a Desastres (SINAPRED).

Los datos recolectados para la determinación de las vulnerabilidades físicas, climatológicas, ambientales y sociales, se hicieron mediante la observación del ambiente en los componentes bioclimático, geología, ecosistema, medio construido, interacción (contaminación) e institucional social de la comunidad Rama Mainland.

#### **7.1.1. Componente bioclimático**

El componente bioclimático lo integran las variables de orientación, viento, precipitación, ruidos, calidad del aire.

##### **7.1.1.1. Orientación**

La orientación se evalúa en 1, ya que el terreno donde se ubican las estructuras bajo estudio es de forma irregular y el eje longitudinal va de Este a Oeste.

##### **7.1.1.2. Viento**

En una escala de 2, lo que significa que en la comunidad donde se hizo la evaluación prevalecen, durante todo el año, vientos con velocidades entre 5.5 y 7.5 m/s, ocasionando que se levante polvo o papeles, pero no ocurren tornados. Esto ocurre en ciertas zonas de la comunidad, ya que el viento no penetra mucho al sitio debido a que hay muchos árboles que disipan el impacto del viento proveniente de la bahía.

##### **7.1.1.3. Precipitación**

En una escala 1, indica que en la zona hay un régimen severo de precipitaciones que llega a superar frecuentemente la media del territorio presentando periodos poco diferenciados durante el año. El régimen de precipitaciones puede causar importantes afectaciones a la prestación del servicio.

#### 7.1.1.4. Ruidos

Debido a que en el sitio se registran niveles de ruido insignificantes con niveles inferiores a los 40 dBA. Se corresponde con un medio urbano tranquilo. Esta variable se asigna una puntuación de 3.

#### 7.1.1.5. Calidad del aire

Esta variable se le da un valor de 3 ya que la comunidad se ubica dentro de un territorio poco afectado por la contaminación del aire, hay una buena capacidad dispersante de la atmósfera, al ser una comunidad rural, no se produce altos niveles de contaminación.

#### 7.1.1.6. Resultados de la evaluación del componente Bioclimático

**Tabla 12** *Componente Bioclimático*

COMPONENTE BIOCLIMÁTICO									
E	ORIENTACION	VIENTO	PRECIPITACIÓN	RUIDOS	CALIDAD DEL AIRE	P	F	EXPXF	PxF
1	X		X			3	2	6	6
2		X				2	1	4	2
3				X	X	1	2	6	2
VALOR TOTAL= ((Σ(E x P x F)) / (Σ( P x F)))=				1.6				16	10

En la tabla 12 muestra el resultado de la evaluación del componente Bioclimático el cual dio un resultado de 1.6 el cual significa que el sitio donde se encuentran las edificaciones es propenso a ciertos peligros, el cual puede ser perjudicial para la calidad de vida de los habitantes según los criterios del SINAPRED.

#### 7.1.2. Componente Geología

El componente geología está integrado por las siguientes variables: Sismicidad, Erosión, Deslizamiento, Vulcanismo, Rangos de pendiente, Calidad de suelo.

##### 7.1.2.1. Sismicidad

Esta variable se evalúa en 3, ya que en el sitio donde se emplazan las estructuras, no hay antecedentes de actividad sísmica, por lo que no hay peligro alguno que provoque este fenómeno.

##### 7.1.2.2. Erosión

Durante la inspección del sitio no se observó evidencias de erosión del suelo, por lo tanto, esta variable tiene una puntuación de 3.

### 7.1.2.3. Deslizamiento

Al igual que la variable Erosión, tampoco se visualizó evidencias de deslizamiento ya que los rangos de pendientes son bajos.

### 7.1.2.4. Vulcanismo

En la comunidad Rama Cay no existen volcanes que pongan en peligro la vida de los habitantes, por lo que a esta variable se le asigna un valor de 3.

### 7.1.2.5. Rangos de pendiente

Según el SINAPRED el rango de pendiente se evalúa en 3 cuando el sitio donde se emplazó el proyecto los rangos de pendientes óptimos entre el 1% y 6%.

### 7.1.2.6. Calidad de suelo

Dado que el suelo de la zona no se le ha hecho un análisis de laboratorio, con un análisis visual se percibe un bajo porcentaje arcilla en la zona, lo cual permite que sea un lugar en el que se pueda construir. Pero debido a que el sitio no supera los 20 msnm promedio, el manto freático se encuentre a menos de los 10 m de profundidad. Y según SINAPRED, el sitio que tiene estas condiciones, esta variable se evaluará en 2.

### 7.1.2.7. Resumen del componente Geología

**Tabla 13** *Componente Geología*

COMPONENTE GEOLOGÍA										
E	SISMICIDAD	EROSION	DESLIZAMIENTO	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIENTE	CALIDAD DEL SUELO	P	F	EXPX F	PX F
1							3	0	0	0
2						X	2	1	4	2
3	X	X	X	X	X		1	5	15	5
VALOR TOTAL= ((Σ(E x P x F)) / (Σ( P x F))=									19	7

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del componente Geología del sitio. Realizando los respectivos cálculos se obtuvo un valor total de 2.71, lo que indica que la zona presenta bajo niveles de vulnerabilidad, respecto al componente que se evaluó, y se considera un lugar apto para construir según (SINAPRED, 2012).

### **7.1.3. Componente Ecosistema**

Para la evaluación del componente Ecosistema se observaron variables como Suelos Agrícolas, Hidrología superficial, Hidrología subterránea, Lagos, Áreas ambientalmente frágiles y la Sedimentación de la zona.

#### **7.1.3.1. Suelos Agrícolas**

Con una escala de 2, ya que cerca de la comunidad los suelos se utilizan para la agricultura de granos básicos, aunque el modo de agricultura sea a base de quema y fumigación con plaguicidas, las afectaciones al sitio se pueden considerar aisladas o poco significativas

#### **7.1.3.2. Hidrología superficial**

Posee una evaluación de 2, porque la comunidad se encuentra a orillas de la bahía, aunque debido a la cota altimétrica del sitio pudieran ocasionar de forma excepcional alcanzar el sitio, pero sin peligros de inundación ni daños a las estructuras. O con rangos de pendientes entre el 1 y el 2% que ante grandes lluvias pudiera tener dificultad de drenaje y excepcionalmente alcanzar el sitio sin causar daños.

#### **7.1.3.3. Hidrología subterránea**

A esta variable se le ha dado un puntaje de 2 debido a que la zona donde están construidas las viviendas se localizan fuentes de agua subterráneas a profundidades entre 10 y 40 metros con terrenos que alcanzan una baja tasa de infiltración y pudiendo la constitución del relieve causar daños eventuales a las aguas subterráneas.

#### **7.1.3.4. Lagos**

Con una escala de 3, significa que el sitio se ubica a alturas mayores de 3.00 m con respecto a la cota de rebalse de lagos y embalses en general.

#### **7.1.3.5. Áreas ambientalmente frágiles**

Posee un puntaje de 2, la zona evaluada se sitúa a distancias próximas (entre 250 y 500 metros) de zonas ambientalmente frágiles, pero no se tiene la certeza de que el emplazamiento pueda causar importantes daños al medio ambiente o viceversa.

### 7.1.3.6. Sedimentación

Durante la inspección del sitio, no se observó peligro de acumulación de depósitos. Los suelos son firmes debido a que poseen un bajo porcentaje de arcilla.

### 7.1.3.7. Resumen del componente Ecosistema

**Tabla 14** *Componente Ecosistema*

COMPONENTE ECOSISTEMA											
E	SUELOS AGRÍCOLAS	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	HIDROLOGÍA SUBTERRANEA	LAGOS	AREAS AMBIENTALES FRÁGILES	SEDIMENTACIÓN	P	F	EXPXF	PXF	
1							3	0	0	0	
2	X	X	X		X		2	4	16	8	
3				X		X	1	2	6	2	
VALOR TOTAL= ((Σ(E x P x F)) / (Σ( P x F))=									2.20	22	10

En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación del componente Ecosistema de la comunidad. Una vez realizado los respectivos cálculos, se obtuvo como resultado el valor total de 2.33. esto significa que el lugar donde están construidas las viviendas está en un nivel de vulnerabilidad moderado, según (SINAPRED, 2012).

### 7.1.4. Componente Medio Construido

Radio, Accesibilidad a la comunidad y el Acceso a servicios de los habitantes son las variables a evaluar para determinar el nivel de vulnerabilidad del componente medio construido.

#### 7.1.4.1. Radio

Recibe una calificación de 3, El SINAPRED establece esta puntuación cuando el radio del sitio en evaluación está en un rango menor de 1km.

#### 7.1.4.2. Accesibilidad

Se le dio una puntuación de 3, porque no existe dificultad para acceder al sitio del proyecto en cualquier época del año. Aunque la única ruta para llegar a la comunidad sea acuática.

#### 7.1.4.3. Acceso a servicios

En una escala de 1, ya que la comunidad no posee servicios básicos como electricidad, agua potable y alcantarillado sanitario en cuanto a la telecomunicación es muy baja debido a la distancia de la ciudad de Bluefields que es donde se encuentran las torres de telefonía.

#### 7.1.4.4. Resumen del componente Medio Construido

**Tabla 15** *Componente Medio Construido*

COMPONENTE MEDIO CONSTRUIDO							
E	RADIO	ACCESIBILIDAD	ACCESO A SERVICIOS	P	F	EXPXF	PXF
1			X	3	1	3	3
2				2	0	0	0
3	X	X		1	2	6	2
VALOR TOTAL= $(\sum(E \times P \times F)) / (\sum(P \times F))=$				1.8		9	5

La tabla 15 refleja los resultados obtenidos de la valoración del componente Medio Construido de la comunidad Rama Mainland. Obteniendo como resultado una calificación de 1.8, esto indica que la comunidad tiene una vulnerabilidad crítica en cuanto al componente del medio construido.

#### 7.1.5. Componente de Interacción

Para determinar el rango de vulnerabilidad de este componente se evaluaron los sub componentes: Desecho sólido o Líquido, Industrias contaminantes, Líneas de alta tensión, Peligro de explosión o incendio, Lugares de vicio.

##### 7.1.5.1. Desecho sólido o Líquido

Posee una puntuación de 3, esto indica que el sitio se ubica a distancias mayores de 1000 metros en la dirección de barlovento o sotavento y existen masas de árboles que filtran el aire de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o desechos líquidos a cielo abierto.

##### 7.1.5.2. Industrias contaminantes

Únicamente se observó que en la comunidad hay un pequeño taller de aserrío, pero este no genera contaminación a grandes escalas como lo harían industrias de la ciudad, por tal razón a esta variable se da una puntuación de 3.

##### 7.1.5.3. Líneas de alta tensión

En una escala de 3, Rama Mainland es una comunidad a la que no tiene acceso a energía eléctrica por lo que las líneas de alta tensión no representan un peligro en el sitio donde se encuentran las estructuras construidas con bloques de adobe suelo cemento

#### 7.1.5.4. Peligro explosión o incendio

Se observó que en la comunidad hay un depósito en el que se almacena combustible para los trabajos del taller de aserrío, sin embargo, no representa riesgos de explosión o incendio ya que toman las precauciones necesarias para el almacenamiento de este. Por lo tanto, esta variable se le asigna un valor de 3.

#### 7.1.5.5. Lugares de vicio.

En la comunidad Rama Mainland no se ubican lugares de vicio, por lo que se asigna una puntuación de 3.

#### 7.1.5.6. Resumen del componente de Interacción

**Tabla 16** *Componente de Interacción*

<b>COMPONENTE DE INTERACCIÓN (CONTAMINACIÓN)</b>									
<b>E</b>	<b>DESECHO SÓLIDO O LÍQUIDO</b>	<b>INDUSTRIAS CONTAMINANTES</b>	<b>LINEAS ALTA TENSIÓN</b>	<b>PELIGRO EXPLOSIÓN INCENDIO</b>	<b>LUGARES DE VICIO</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>EXPXF</b>	<b>PXF</b>
1						3	0	0	0
2		X				2	1	4	2
3	X		X	X	X	1	4	12	4
<b>VALOR TOTAL= ((Σ(E x P x F)) / (Σ(P x F))=</b>						<b>2.67</b>		16	6

La tabla 16 comprende los resultados de la evaluación del componente de interacción. Al realizar los respectivos cálculos de evaluación, se obtuvo un valor total de 2.67. Esta puntuación se refiere a que la comunidad presenta bajo niveles de riesgo y que es un buen sitio para construir.

#### 7.1.6. Componente Institucional Social

El componente Institucional Social está integrada por los subcomponentes Conflictos territoriales, Seguridad ciudadana y Marco jurídico. Estos serán evaluados para determinar el rango de vulnerabilidad enfocado en el componente principal.

##### 7.1.6.1. Conflictos territoriales

En la comunidad no existen conflictos ni litigios territoriales en la zona donde se ubica el proyecto por lo tanto este subcomponente se le dio un puntaje de 3.

### 7.1.6.2. Seguridad ciudadana

Posee una evaluación de 3, ya que en la comunidad existen buenas alternativas de seguridad dado por la calidad social del entorno y por la posición del sitio.

### 7.1.6.3. Marco jurídico

Debido a que la comunidad no es reconocida legalmente por la alcaldía y podría haber conflictos legales a futuro. Este subcomponente recibe una evaluación de 2.

### 7.1.6.4. Resumen del componente Institucional Social

**Tabla 17** *Componente Institucional Social*

<b>COMPONENTE INSTITUCIONAL SOCIAL</b>							
<b>E</b>	<b>CONFLICTOS TERRITORIALES</b>	<b>SEGURIDAD CIUDADANA</b>	<b>MARCO JURÍDICO</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>EXPXF</b>	<b>PXF</b>
1				3	0	0	0
2			X	2	1	4	2
3	X	X		1	2	6	2
<b>VALOR TOTAL= ((Σ(E x P x F)) / (Σ(P x F))=</b>				<b>2.50</b>		10	4

En la tabla 17 se presenta los resultados de la evaluación de las subvariables que comprende el componente Institucional social. El resultado que se obtuvo del cálculo de evaluación fue de 2.50, esto indica que la comunidad presenta un estado de vulnerabilidad moderado en referencia al componente institucional social.

### 7.1.7. Resumen de la evaluación del sitio

**Tabla 18** *Resumen de Evaluación*

<b>COMPONENTES</b>	<b>VALOR</b>
BIOCLIMÁTICO	1.6
GEOLOGÍA	2.71
ECOSISTEMA	2.20
MEDIO CONSTRUÍDO	1.80
INTERACCIÓN (CONTAMINACIÓN)	2.67
INSTITUCIONAL SOCIAL	2.50
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.25</b>

En la tabla 18 se presenta el resultado de cada componente, del cual se sacó un promedio sumando el valor de cada componente y dividiéndolo entre la cantidad de componentes.

En resumen, la evaluación reflejó un resultado de 2.25, significando que el sitio donde se emplazaron las edificaciones es propenso a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente perjudicar las condiciones de vida de las personas que las habitan. Por ello se sugiere buscar otro lugar para que dichas personas puedan vivir. Si en un dado caso no se encuentra otro lugar, se necesitaría hacer un estudio de forma detallada para que ellas puedan vivir sin ningún problema allí. (Ver anexos, Figura 17 y 18)

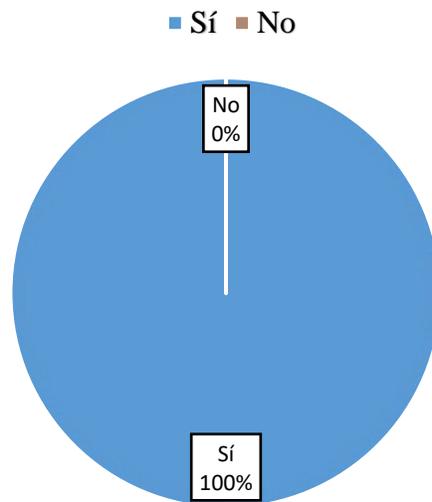
## 7.2. Levantamiento arquitectónico

Con este acápite se darán los resultados del segundo objetivo específico “Realizar levantamiento arquitectónico de las edificaciones construidas, con bloques de adobe suelo-cemento comprimido, determinando de esta manera el estado actual de dichas edificaciones”.

### 7.2.1. Resultado de las encuestas

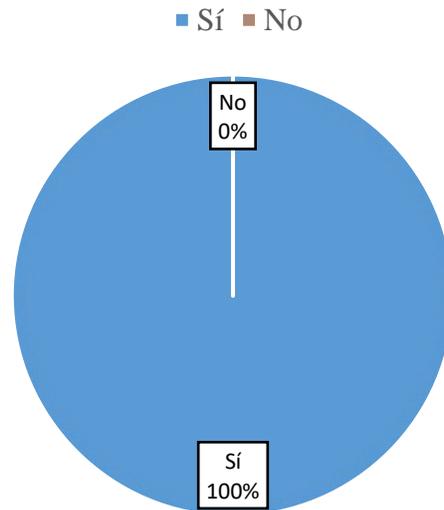
Estas encuestas fueron aplicadas en una visita que se hizo a la comunidad Rama Mainland, a continuación, se presentan los resultados obtenidos:

**Figura 3** *Viviendas construidas con planos*



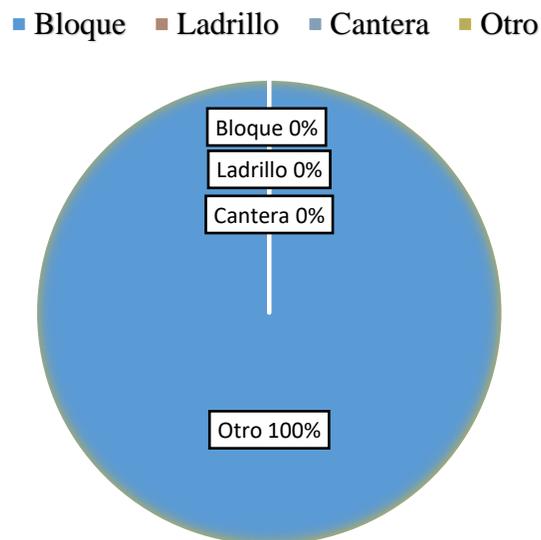
Durante la encuesta realizada en la comunidad de Rama Mainland, con respecto a la primera interrogante; el 100% de la población encuestada afirman que no existen planos constructivos de las viviendas y que únicamente son construidas por la experiencia empírica del albañil.

**Figura 4** *Viviendas completamente terminada*



En la gráfica 2, el 100% de la población encuestada dieron a conocer que sus viviendas están completamente construidas (terminadas), dando a saber también que estas son habitadas por ellos. Aunque en algunas edificaciones falte complementos para mayor confort como servicio higiénico, sistema de agua y electricidad.

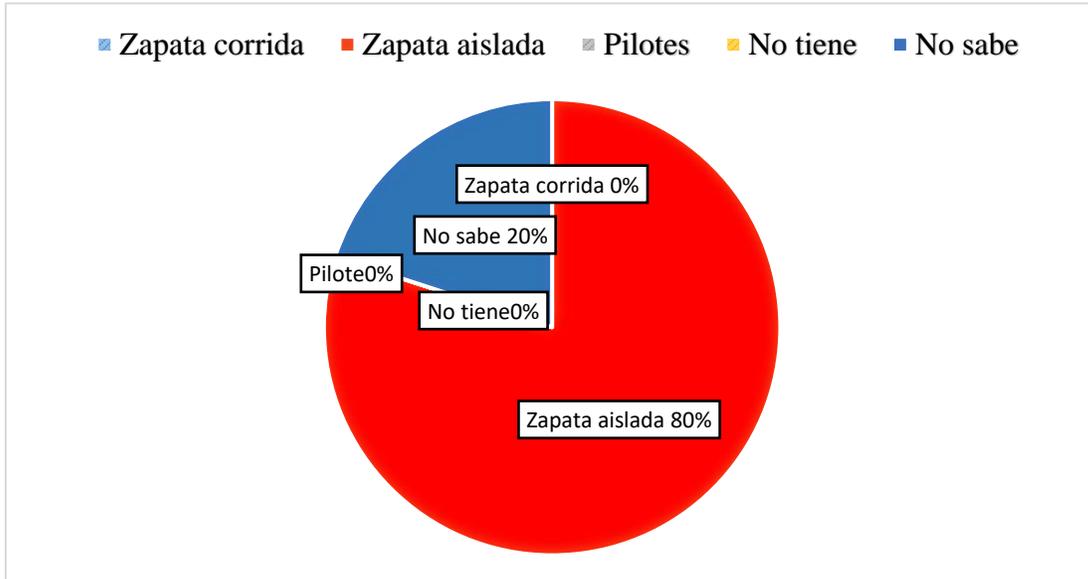
**Figura 5** *Material predominante de las paredes exteriores*



En este punto de la encuesta realizada, el 100% de la población encuestado respondieron que el material predominante de paredes exteriores se clasifica en “otro” posteriormente dando a saber

que ese otro tipo de material es el adobe suelo cemento comprimido, sin obviar que también se utilizó piezas de bloques de concreto en las cimentaciones de la estructura.

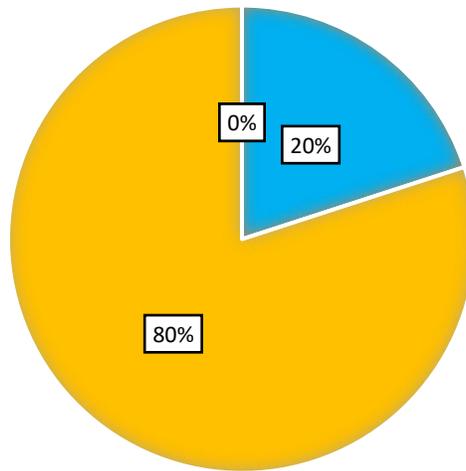
**Figura 6** *Tipo de cimentación*



En la aplicación de la encuesta la mayoría de los encuestados opinaron que el tipo de cimentación de su vivienda es de zapatas aisladas, esta mayoría consta de un 80% y el resto de los encuestados que son el 20% opinaron que no saben de qué tipo de cimentación tiene su vivienda debido a que en esa etapa de la construcción de la casa ellos no estaban presentes.

**Figura 7** *Tiempo de las edificaciones de haber sido construidas.*

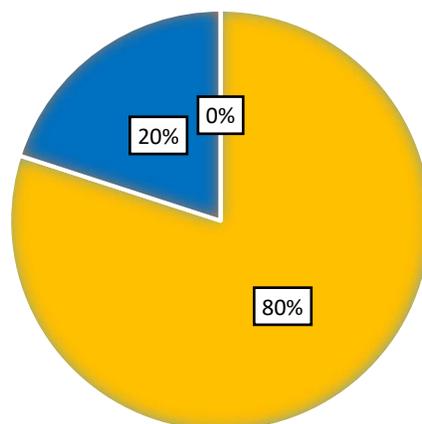
■ 5 años ■ 6 años ■ 7 años ■ 8 años



De la población encuestada, el 80% dieron como respuesta que sus viviendas desde el año de construcción hasta la actualidad ya tienen 6 años y el 20% respondieron que 5 años, esta variación debe a que la organización en ese tiempo ejecutaba en cada año la construcción de 4 viviendas máximo por año.

**Figura 8** *Modificaciones o adecuaciones realizadas en las edificaciones*

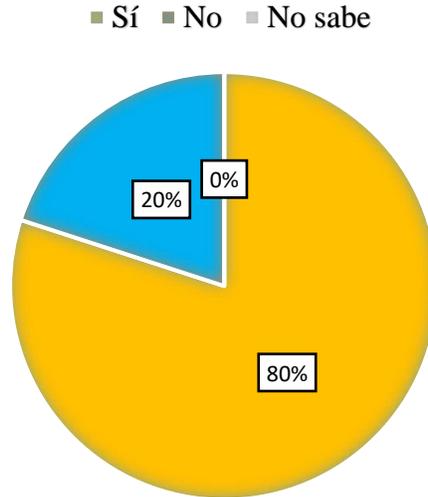
■ Sí ■ No ■ No sabe



Las respuestas a esta interrogante fueron en un 80% de los encuestados respondieron y afirmaron que no han hecho modificaciones y/o adecuaciones en su vivienda, que a como se le entregó

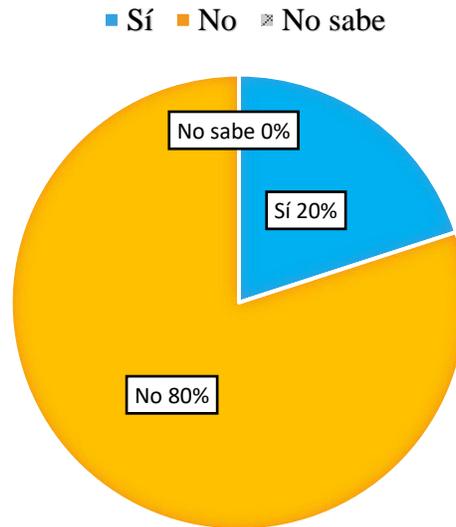
después de su construcción no le han modificado nada, pero el 20% de ellos afirman haber hecho una que otra modificación como el anexo de porche ya que las viviendas tienen un diseño simple y sencillo.

**Figura 9** *Mantenimiento o reparaciones realizadas en las edificaciones*



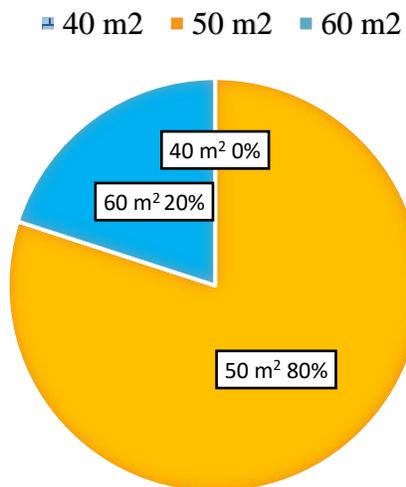
Las viviendas a poco tiempo después de su construcción presentaban algunas fallas como paredes no estables, desgaste de los bloques al NPT, entre otros deterioros, comentaron el 80% de los encuestados, los mismos afirman que por tales razones se les dio mantenimiento una vez después de un tiempo de su construcción, y el 20% de los encuestados respondieron que a la estructura no se le han hecho ni mantenimiento ni reparaciones.

**Figura 10** Edificaciones que incorporan condiciones estructurales resistentes



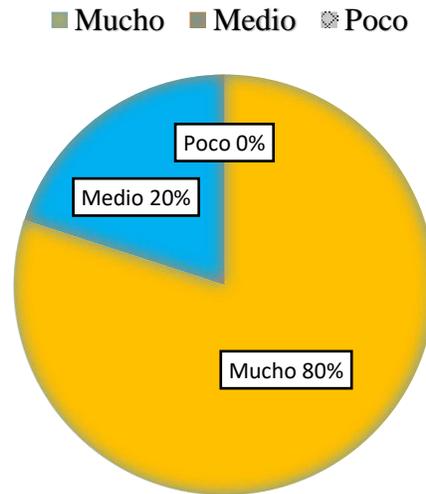
En la encuesta realizada se arrojan resultados de un 80% de encuestado que respondieron “no” en referente a la interrogante, o sea, estas personas consideran que su vivienda no cuenta con las condiciones estructurales adecuadas para brindar una resistencia conforme, y el 20% de ellos opinaron que si creen que su vivienda esas condiciones estructurales resistentes.

**Figura 11** Área ocupada por las edificaciones



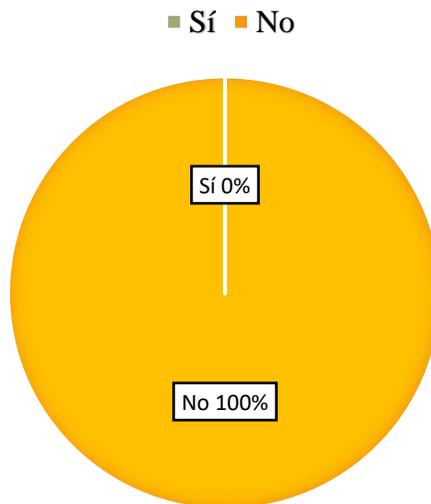
En referente a cuanto es el área cuadrada de las edificaciones, al aplicar la encuesta los resultados fueron en un 80% de los encuestados respondieron que creen que las edificaciones son de 40 m<sup>2</sup> aproximado y el 20% opinaron que 60 m<sup>2</sup> aproximadamente, o sea que no manejan exactamente.

**Figura 12** *Frecuencia de las lluvias en la comunidad*



De acuerdo a lo frecuente que son las lluvias en un 80% de la población encuestada opinan que en la comunidad las lluvias no son tan frecuentes, que está en un nivel medio y el 20% de estos clasifican en un rango de mucho, o sea que en la comunidad constantemente llueve respondieron el 20% de los encuestados.

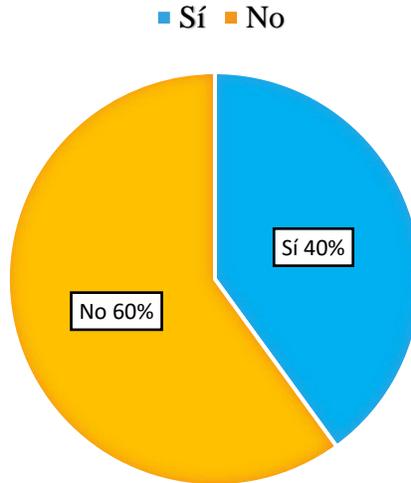
**Figura 13** *Inundación en la comunidad*



En este caso se les hizo la pregunta que, si se han visto casos de inundación en la comunidad, aquí como se puede apreciar en la gráfica el resultado fue de un 100%, correspondiente a que nunca se

ha visto inundación en la comunidad, fue la respuesta del 100% de los encuestados. Ya que aseguran que el sitio tiene una elevación óptima para que no se presenten inundaciones.

**Figura 14** Nivel de seguridad de las edificaciones ante fenómenos naturales



Las personas encuestadas afirman que, hasta el momento, sus viviendas no han enfrentado ninguna situación de fenómeno natural, pero que aun así miran algunas debilidades que presenta su vivienda por lo que el 60% de estas personas encuestadas consideran que no están seguros habitando en una de estas casas solo un 40% piensa que estas viviendas sí les brinda la seguridad que se esperaba en caso de algún evento natural.

### 7.2.2. Ficha de caracterización de las estructuras

Los datos presentados en cada una de las fichas es un resumen de la información obtenida de la inspección visual, levantamiento arquitectónico y las encuestas. El levantamiento arquitectónico se realizó por medio de la cinta métrica midiendo cada una de las edificaciones dichos resultados están en anexos en el apartado planos.

A continuación se presentan las fichas de caracterización de cada edificación:

Tabla 19 Ficha de caracterización de la edificación #1

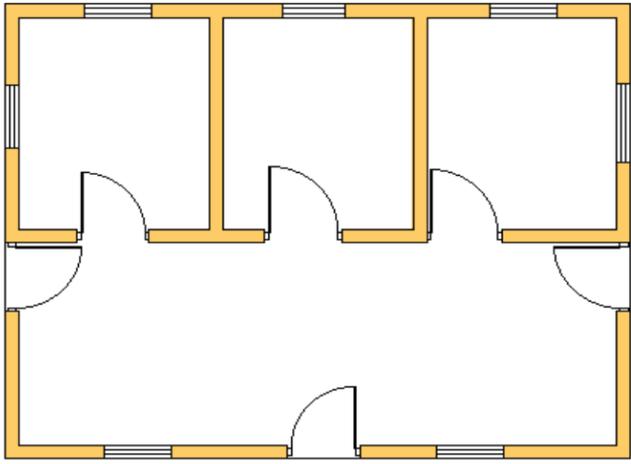
 <b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b> 																																																																																																																
Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido <b>FICHA DE CARACTERIZACIÓN</b>																																																																																																																
<b>I. Identificación de la vivienda</b>																																																																																																																
<b>1.1. Localización- Datación</b> Nombre: Edificación #1 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194445.00 y 1317370.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----																																																																																																																
<b>1.2. Identificación física</b> La vivienda está dividida en 4 partes, de las cuales, 3 son habitaciones y la otra parte es una sala de estar. Mampostería de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Ventanas y puertas de madera. Tiene una cubierta de techo 4 aguas. No posee servicio higiénico.																																																																																																																
<b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b>   <p>Más detalles en anexos</p>																																																																																																																
<b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b>																																																																																																																
<b>2.1. Elementos estructurales</b> Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales ni vigas intermedias.																																																																																																																
<b>2.2. Materiales estructurales</b> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Madera</td> </tr> </table>		Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Madera																																																																																																			
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																																																															
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																																																															
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																																																															
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																																																															
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																																																															
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																																																															
Estructura del techo	Madera																																																																																																															
<b>2.3. Patología estructural</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>accidental</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suciedad</td> <td>por depósito</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="7">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>atmosférica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por carga</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por soporte</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por acabado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>mecánica</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Química</td> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>desplomes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert. alabeo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Eflorescencia</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Corrosión</td> <td>por oxidación previa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>inmersión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>par galvánico</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>animales</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>hongos</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>química</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Lesion	Causa			Físicas	Humedades	de obra			capilar		X	de filtración		X	de condensación			accidental			Suciedad	por depósito		X		por lavado diferencial			Mecánicas	Erosión	atmosférica						Grietas	por carga		X	por dilatación-contracción		X	Fisuras	por soporte		X	por acabado			Desprendimientos	acabado continuo			acabado por elementos		X	Erosión	mecánica		X				Química	Deformaciones	asentamiento en cimientos			desplomes			pandeo de elementos vert. alabeo			Eflorescencia							Corrosión	por oxidación previa			aireación diferencial		X	inmersión			Organismos	par galvánico			animales		X	plantas			Erosión	hongos		X	química		
Tipo	Lesion	Causa																																																																																																														
Físicas	Humedades	de obra																																																																																																														
		capilar		X																																																																																																												
		de filtración		X																																																																																																												
		de condensación																																																																																																														
	accidental																																																																																																															
	Suciedad	por depósito		X																																																																																																												
	por lavado diferencial																																																																																																															
Mecánicas	Erosión	atmosférica																																																																																																														
	Grietas	por carga		X																																																																																																												
		por dilatación-contracción		X																																																																																																												
	Fisuras	por soporte		X																																																																																																												
		por acabado																																																																																																														
	Desprendimientos	acabado continuo																																																																																																														
acabado por elementos			X																																																																																																													
Erosión	mecánica		X																																																																																																													
Química	Deformaciones	asentamiento en cimientos																																																																																																														
		desplomes																																																																																																														
		pandeo de elementos vert. alabeo																																																																																																														
	Eflorescencia																																																																																																															
Corrosión	por oxidación previa																																																																																																															
	aireación diferencial		X																																																																																																													
	inmersión																																																																																																															
Organismos	par galvánico																																																																																																															
	animales		X																																																																																																													
	plantas																																																																																																															
Erosión	hongos		X																																																																																																													
	química																																																																																																															
<b>2.4. Registro Fotográfico</b> 																																																																																																																
<b>III. Caracterización estructural</b>																																																																																																																
<b>3.1. Caracterización Física</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																																														
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																																															
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																																														
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																																																														
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																																																														
Absorción	13.22%	-																																																																																																														
Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																																																														
<b>3.2. Caracterización Mecánica</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																																																							
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																																															
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																																														
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																																																														
<b>Observaciones:</b> Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.																																																																																																																
<b>Información de la caracterización</b> Elaborado por: Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abrahan Vargas Espinoza  Fecha en la que se realizó: 12 de mayo del 2021																																																																																																																

Tabla 20 Ficha de caracterización de la edificación #2

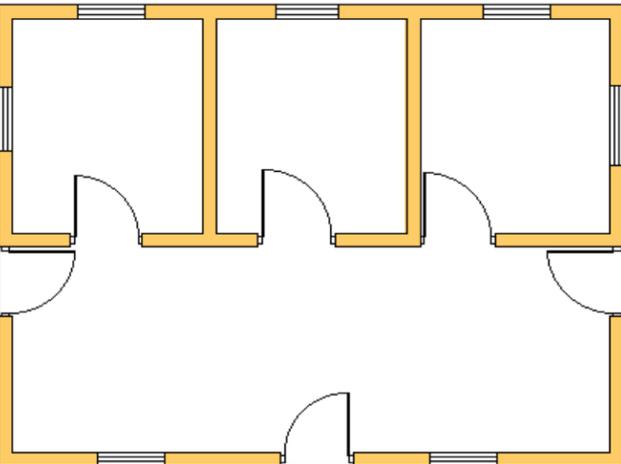
 <p><b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b></p>	<p><b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b></p>	<p><b>2.4. Registro Fotográfico</b></p>																																																																							
<p>Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido <b>FICHA DE CARACTERIZACIÓN</b></p> <p><b>I. Identificación de la vivienda</b></p>	<p><b>2.1. Elementos estructurales</b></p> <p>Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales ni vigas intermedias.</p>																																																																								
<p><b>1.1. Localización- Datación</b></p> <p>Nombre: Edificación #2 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194425.00 y 1317390.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----</p>	<p><b>2.2. Materiales estructurales</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Madera</td> </tr> </table>	Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Madera	<p><b>III. Caracterización estructural</b></p> <p><b>3.1. Caracterización Física</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>3.2. Caracterización Mecánica</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m3	-	Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																		
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																								
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																								
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																								
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																								
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																								
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																								
Estructura del techo	Madera																																																																								
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																								
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																							
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																							
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																							
Absorción	13.22%	-																																																																							
Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																							
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																								
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																							
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																							
<p><b>1.2. Identificación física</b></p> <p>La vivienda está dividida en 4 partes, de las cuales, 3 son habitaciones y la otra parte es una sala de estar. Mampostería de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Ventanas y puertas de madera. Tiene una cubierta de techo 4 aguas. No posee servicio higiénico.</p>	<p><b>2.3. Patología estructural</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suciedad</td> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Química</td> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>acabado por elementos mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Deformaciones</td> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Corrosión</td> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert. alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Organismos</td> <td rowspan="2">Eflorescencia</td> <td>por oxidación previa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Corrosión</td> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td rowspan="2">Química</td> <td>química</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Lesion	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación accidental		Suciedad	por depósito	X	por lavado diferencial		Mecánicas	Erosión	atmosférica		por carga	X	Grietas	por dilatación-contracción	X	por soporte	X	Fisuras	por acabado		Desprendimientos	acabado continuo		Química	Erosión	acabado por elementos mecánica	X	Deformaciones	asentamiento en cimientos		Corrosión	desplomes		pandeo de elementos vert. alabeo		Organismos	Eflorescencia	por oxidación previa		aireación diferencial		Corrosión	inmersión		par galvánico		Organismos	Erosión	animales	X	plantas		hongos	X	Erosión	Química	química		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.</p> <p><b>Información de la caracterización</b></p> <p>Elaborado por:</p> <p style="text-align: center;">Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abrahan Vargas Espinoza</p> <p>Fecha en la que se realizó:</p> <p style="text-align: center;">12 de mayo del 2021</p>
Tipo	Lesion	Causa																																																																							
Físicas	Humedades	de obra																																																																							
		capilar	X																																																																						
		de filtración	X																																																																						
		de condensación accidental																																																																							
	Suciedad	por depósito	X																																																																						
		por lavado diferencial																																																																							
Mecánicas	Erosión	atmosférica																																																																							
		por carga	X																																																																						
	Grietas	por dilatación-contracción	X																																																																						
		por soporte	X																																																																						
	Fisuras	por acabado																																																																							
		Desprendimientos	acabado continuo																																																																						
Química	Erosión	acabado por elementos mecánica	X																																																																						
		Deformaciones	asentamiento en cimientos																																																																						
	Corrosión	desplomes																																																																							
		pandeo de elementos vert. alabeo																																																																							
Organismos	Eflorescencia	por oxidación previa																																																																							
		aireación diferencial																																																																							
	Corrosión	inmersión																																																																							
		par galvánico																																																																							
Organismos	Erosión	animales	X																																																																						
		plantas																																																																							
	hongos	X																																																																							
Erosión	Química	química																																																																							
		<p><b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b></p>  <p style="text-align: right;">Más detalles en anexos</p>																																																																							

Tabla 21 Ficha de caracterización de la edificación #3

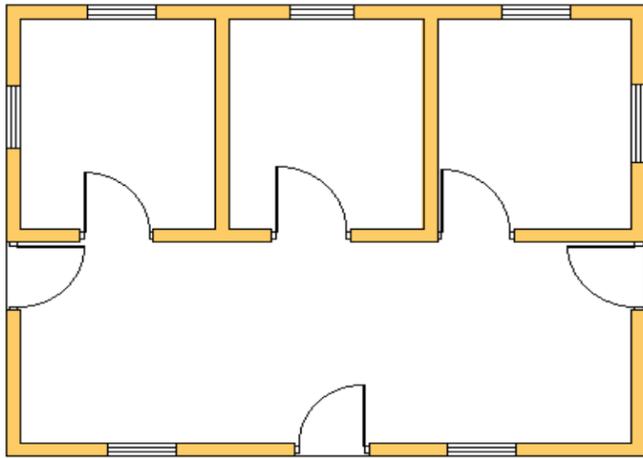
 <b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b>																																																																												
Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido <b>FICHA DE CARACTERIZACIÓN</b>		<b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b>																																																																										
<b>I. Identificación de la vivienda</b>		<b>2.1. Elementos estructurales</b> Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales ni vigas intermedias.																																																																										
<b>1.1. Localización- Datación</b> Nombre: Edificación #3 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194422.00 y 1317411.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----		<b>2.2. Materiales estructurales</b> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Madera</td> </tr> </table>		Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Madera																																																													
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																											
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																											
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																											
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																											
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																											
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																											
Estructura del techo	Madera																																																																											
<b>1.2. Identificación física</b> Está dividida en 4 partes, de las cuales, 3 son habitaciones y la otra parte es una sala de estar. Mampostería de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Ventanas y puertas de madera. Tiene una cubierta de techo 4 aguas. No posee servicio higiénico.		<b>2.3. Patología estructural</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesión</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suciedad</td> <td>accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert.</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Química</td> <td rowspan="3">Eflorescencia</td> <td>alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por oxidación previa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Corrosión</td> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Erosión</td> <td>química</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Lesión	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación		Suciedad	accidental		por depósito	X	Erosión	por lavado diferencial		atmosférica		Mecánicas	Grietas	por carga	X	por dilatación-contracción	X	Fisuras	por soporte	X	por acabado		Desprendimientos	acabado continuo		acabado por elementos	X	Erosión	mecánica	X	Deformaciones	asentamiento en cimientos		desplomes		pandeo de elementos vert.		Química	Eflorescencia	alabeo		por oxidación previa		aireación diferencial		Corrosión	inmersión		par galvánico		Organismos	animales	X	plantas		hongos	X	Erosión	química	
Tipo	Lesión	Causa																																																																										
Físicas	Humedades	de obra																																																																										
		capilar	X																																																																									
		de filtración	X																																																																									
		de condensación																																																																										
	Suciedad	accidental																																																																										
		por depósito	X																																																																									
Erosión	por lavado diferencial																																																																											
	atmosférica																																																																											
Mecánicas	Grietas	por carga	X																																																																									
		por dilatación-contracción	X																																																																									
	Fisuras	por soporte	X																																																																									
		por acabado																																																																										
	Desprendimientos	acabado continuo																																																																										
		acabado por elementos	X																																																																									
Erosión	mecánica	X																																																																										
	Deformaciones	asentamiento en cimientos																																																																										
desplomes																																																																												
pandeo de elementos vert.																																																																												
Química	Eflorescencia	alabeo																																																																										
		por oxidación previa																																																																										
		aireación diferencial																																																																										
	Corrosión	inmersión																																																																										
		par galvánico																																																																										
	Organismos	animales	X																																																																									
plantas																																																																												
hongos		X																																																																										
Erosión	química																																																																											
<b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b>   <p style="text-align: right;">Más detalles en anexos</p>		<b>2.4. Registro Fotográfico</b> 																																																																										
		<b>III. Caracterización estructural</b>																																																																										
		<b>3.1. Caracterización Física</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>0.1322</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	0.1322	-	Peso específico	1800 kg/m3	-																																																								
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																											
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																										
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																										
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																										
Absorción	0.1322	-																																																																										
Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																										
		<b>3.2. Caracterización Mecánica</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																	
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																											
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																										
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																										
		<b>Observaciones:</b> Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.																																																																										
		<b>Información de la caracterización</b> Elaborado por: Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abrahan Vargas Espinoza  Fecha en la que se realizó: 12 de mayo del 2021																																																																										

Tabla 22 Ficha de caracterización de la edificación #4

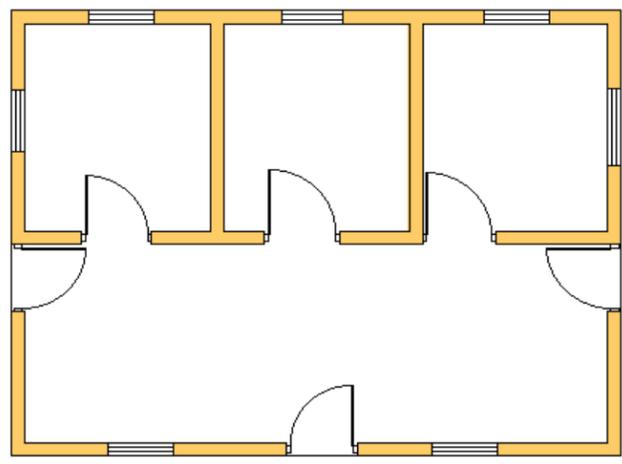
 <b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b>																																																																							
Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido <b>FICHA DE CARACTERIZACIÓN</b>		<b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b>																																																																					
<b>I. Identificación de la vivienda</b>		<b>2.1. Elementos estructurales</b> Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales ni vigas intermedias.																																																																					
<b>1.1. Localización- Datación</b> Nombre: Edificación #4 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194375.00 y 1317535.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----		<b>2.2. Materiales estructurales</b> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Madera</td> </tr> </table>		Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Madera																																																								
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																						
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																						
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																						
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																						
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																						
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																						
Estructura del techo	Madera																																																																						
<b>1.2. Identificación física</b> Está dividida en 4 partes, de las cuales, 3 son habitaciones y la otra parte es una sala de estar. Mampostería de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Ventanas y puertas de madera. Tiene una cubierta de techo 4 aguas. No posee servicio higiénico.		<b>2.3. Patología estructural</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="6">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Mecánicas</td> <td rowspan="4">Erosión</td> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Química</td> <td rowspan="3">Desprendimientos</td> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>Erosión mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Química</td> <td rowspan="3">Corrosión</td> <td>pandeo de elementos vert.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por oxidación previa</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>aireación diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Erosión</td> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>química</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Lesion	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación		accidental		por depósito	X	Mecánicas	Erosión	atmosférica		por carga	X	por dilatación-contracción	X	por soporte	X	Química	Desprendimientos	por acabado		acabado continuo		acabado por elementos	X	Deformaciones	Erosión mecánica	X	asentamiento en cimientos		desplomes		Química	Corrosión	pandeo de elementos vert.		alabeo		por oxidación previa		Organismos	aireación diferencial		inmersión		par galvánico		Erosión	animales	X	plantas		hongos	X	Erosión	química	
Tipo	Lesion	Causa																																																																					
Físicas	Humedades	de obra																																																																					
		capilar	X																																																																				
		de filtración	X																																																																				
		de condensación																																																																					
		accidental																																																																					
		por depósito	X																																																																				
Mecánicas	Erosión	atmosférica																																																																					
		por carga	X																																																																				
		por dilatación-contracción	X																																																																				
		por soporte	X																																																																				
Química	Desprendimientos	por acabado																																																																					
		acabado continuo																																																																					
		acabado por elementos	X																																																																				
	Deformaciones	Erosión mecánica	X																																																																				
		asentamiento en cimientos																																																																					
		desplomes																																																																					
Química	Corrosión	pandeo de elementos vert.																																																																					
		alabeo																																																																					
		por oxidación previa																																																																					
	Organismos	aireación diferencial																																																																					
		inmersión																																																																					
		par galvánico																																																																					
Erosión	animales	X																																																																					
	plantas																																																																						
	hongos	X																																																																					
Erosión	química																																																																						
	<b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b>   <p>Más detalles en anexos</p>		<b>2.4. Registro Fotográfico</b>  																																																																				
<b>III. Caracterización estructural</b>		<b>3.1. Caracterización Física</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m3	-																																																			
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																						
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																					
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																					
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																					
Absorción	13.22%	-																																																																					
Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																					
<b>3.2. Caracterización Mecánica</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-	<b>Observaciones:</b> Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.																																																													
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																						
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																					
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																					
<b>Información de la caracterización</b> Elaborado por: Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abraham Vargas Espinoza		Fecha en la que se realizó: 12 de mayo del 2021																																																																					

Tabla 23 Ficha de caracterización de la edificación #5

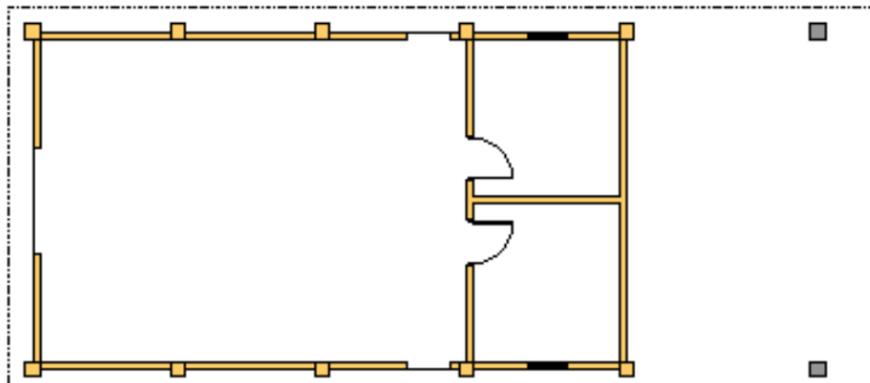
 <p><b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b></p>	<p><b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b></p>	<p><b>2.4. Registro Fotográfico</b></p>																																																																																			
<p>Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido FICHA DE CARACTERIZACIÓN</p> <p><b>I. Identificación de la vivienda</b></p>	<p><b>2.1. Elementos estructurales</b></p> <p>Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. Aunque posee columnas, estas no son estructurales sino unas estibas del mismo bloque de suelo cemento comprimido a excepción de las dos columnas de la parte posterior de la edificación, que son de concreto armado.</p>																																																																																				
<p><b>1.1. Localización- Datación</b></p> <p>Nombre: Edificación #5 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194587.00 y 1317362.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----</p>	<p><b>2.2. Materiales estructurales</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Perlin y armados de cerchas de varillas</td> </tr> </table>	Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Perlin y armados de cerchas de varillas	<p><b>III. Caracterización estructural</b></p>																																																																							
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																																				
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																																				
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																																				
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																																				
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																																				
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																																				
Estructura del techo	Perlin y armados de cerchas de varillas																																																																																				
<p><b>1.2. Identificación física</b></p> <p>Esta edificación está dividida en dos partes, en una se guardan herramientas de trabajo, y en la otra parte se ocupa como taller de aserrío. Mampostería de bloques de adobe suelo cemento comprimido. Ventanas y puertas de madera. Tiene una cubierta de techo 2 aguas. No posee servicio higiénico.</p>	<p><b>2.3. Patología estructural</b></p>	<p><b>3.1. Caracterización Física</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m<sup>3</sup></td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m <sup>3</sup>	-																																																																		
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																				
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																			
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																																			
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																																			
Absorción	13.22%	-																																																																																			
Peso específico	1800 kg/m <sup>3</sup>	-																																																																																			
<p><b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b></p>  <p>Más detalles en anexos</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suciedad</td> <td>accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Química</td> <td rowspan="3">Eflorescencia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>por oxidación previa</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Corrosión</td> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>plantas</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Erosión</td> <td>química</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Lesion	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación		Suciedad	accidental		por depósito	X	Erosión	por lavado diferencial		atmosférica		Mecánicas	Grietas	por carga	X	por dilatación-contracción	X	Fisuras	por soporte	X	por acabado		Desprendimientos	acabado continuo		acabado por elementos	X	Erosión	mecánica	X	asentamiento en cimientos		Deformaciones	desplomes		pandeo de elementos vert.		alabeo		Química	Eflorescencia			por oxidación previa	X	aireación diferencial	X	Corrosión	inmersión		par galvánico		animales	X	Organismos	plantas	X	hongos	X	Erosión	química	X	<p><b>3.2. Caracterización Mecánica</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-
Tipo	Lesion	Causa																																																																																			
Físicas	Humedades	de obra																																																																																			
		capilar	X																																																																																		
		de filtración	X																																																																																		
		de condensación																																																																																			
	Suciedad	accidental																																																																																			
		por depósito	X																																																																																		
Erosión	por lavado diferencial																																																																																				
	atmosférica																																																																																				
Mecánicas	Grietas	por carga	X																																																																																		
		por dilatación-contracción	X																																																																																		
	Fisuras	por soporte	X																																																																																		
		por acabado																																																																																			
	Desprendimientos	acabado continuo																																																																																			
		acabado por elementos	X																																																																																		
	Erosión	mecánica	X																																																																																		
		asentamiento en cimientos																																																																																			
Deformaciones	desplomes																																																																																				
	pandeo de elementos vert.																																																																																				
	alabeo																																																																																				
Química	Eflorescencia																																																																																				
		por oxidación previa	X																																																																																		
		aireación diferencial	X																																																																																		
	Corrosión	inmersión																																																																																			
		par galvánico																																																																																			
		animales	X																																																																																		
Organismos	plantas	X																																																																																			
	hongos	X																																																																																			
	Erosión	química	X																																																																																		
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																				
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																			
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																																			
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.</p>																																																																																					
<p><b>Información de la caracterización</b></p> <p>Elaborado por:</p> <p style="text-align: center;">Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abraham Vargas Espinoza</p> <p>Fecha en la que se realizó:</p> <p style="text-align: center;">12 de mayo del 2021</p>																																																																																					

Tabla 24 Ficha de caracterización de la edificación #6

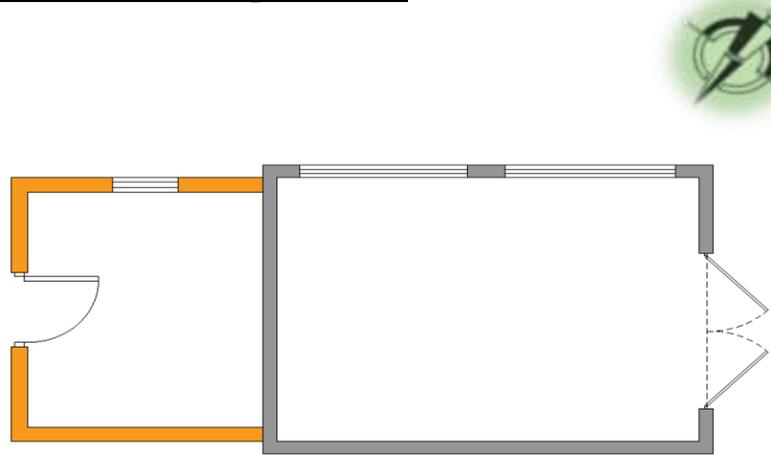
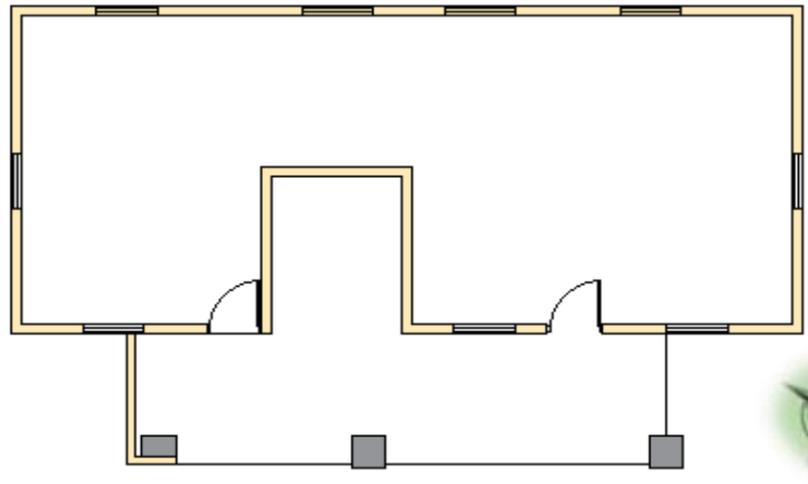
 <p><b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b></p>	<p><b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b></p>	<p><b>2.4. Registro Fotográfico</b></p>																																																																											
<p>Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido FICHA DE CARACTERIZACIÓN</p> <p><b>I. Identificación de la vivienda</b></p>	<p><b>2.1. Elementos estructurales</b></p> <p>Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales.</p>	 																																																																											
<p><b>1.1. Localización- Datación</b></p> <p>Nombre: Edificación #6 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194607.00 y 1317347.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----</p>	<p><b>2.2. Materiales estructurales</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Madera</td> </tr> </table>	Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Madera	<p><b>III. Caracterización estructural</b></p> <p><b>3.1. Caracterización Física</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m<sup>3</sup></td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>3.2. Caracterización Mecánica</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m <sup>3</sup>	-	Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																						
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																												
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																												
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																												
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																												
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																												
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																												
Estructura del techo	Madera																																																																												
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																												
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																											
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																											
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																											
Absorción	13.22%	-																																																																											
Peso específico	1800 kg/m <sup>3</sup>	-																																																																											
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																												
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																											
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																											
<p><b>1.2. Identificación física</b></p> <p>Esta edificación es utilizada como bodega para almacenar cemento, bloques de adobe suelo cemento comprimido y combustible. Está dividida en 2 partes, una en la que se encuentra una pequeña planta eléctrica y en la otra en que se encuentran las cosas que se mencionan anteriormente.</p>	<p><b>2.3. Patología estructural</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suciedad</td> <td>accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6">Química</td> <td rowspan="3">Eflorescencia</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Corrosión</td> <td>por oxidación previa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>química</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Lesion	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación		Suciedad	accidental		por depósito	X	Erosión	por lavado diferencial		atmosférica		Mecánicas	Grietas	por carga	X	por dilatación-contracción	X	Fisuras	por soporte	X	por acabado		Desprendimientos	acabado continuo		acabado por elementos	X	Erosión	mecánica	X	asentamiento en cimientos		Deformaciones	desplomes		pandeo de elementos vert.		alabeo		Química	Eflorescencia			Corrosión	por oxidación previa		aireación diferencial		inmersión		Organismos	par galvánico		animales	X	plantas		Erosión	hongos	X	química		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.</p> <p><b>Información de la caracterización</b></p> <p>Elaborado por:</p> <p style="text-align: center;">Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abrahan Vargas Espinoza</p> <p>Fecha en la que se realizó:</p> <p style="text-align: right;">12 de mayo del 2021</p>
Tipo	Lesion	Causa																																																																											
Físicas	Humedades	de obra																																																																											
		capilar	X																																																																										
		de filtración	X																																																																										
		de condensación																																																																											
	Suciedad	accidental																																																																											
		por depósito	X																																																																										
Erosión	por lavado diferencial																																																																												
	atmosférica																																																																												
Mecánicas	Grietas	por carga	X																																																																										
		por dilatación-contracción	X																																																																										
	Fisuras	por soporte	X																																																																										
		por acabado																																																																											
	Desprendimientos	acabado continuo																																																																											
		acabado por elementos	X																																																																										
	Erosión	mecánica	X																																																																										
		asentamiento en cimientos																																																																											
Deformaciones	desplomes																																																																												
	pandeo de elementos vert.																																																																												
	alabeo																																																																												
Química	Eflorescencia																																																																												
		Corrosión	por oxidación previa																																																																										
			aireación diferencial																																																																										
	inmersión																																																																												
	Organismos	par galvánico																																																																											
		animales	X																																																																										
plantas																																																																													
Erosión	hongos	X																																																																											
	química																																																																												
<p><b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b></p>  <p style="text-align: right;">Más detalles en anexos</p>																																																																													

Tabla 25 Ficha de caracterización de la edificación #7

 <p><b>Bluefields Indian &amp; Caribbean University</b> <b>Escuela de Ingeniería Civil</b></p>	<p><b>II. Sistema constructivo de la vivienda</b></p>	<p><b>2.4. Registro Fotográfico</b></p>																																																																																														
<p>Evaluación de Vulnerabilidad de las viviendas construidas con Adobe suelo cemento comprimido FICHA DE CARACTERIZACIÓN</p> <p><b>I. Identificación de la vivienda</b></p>	<p><b>2.1. Elementos estructurales</b></p> <p>Los elementos predominantes del sistema constructivo de la vivienda son: zapatas aisladas, pedestales, viga asísmica, vigas dinteles, viga corona, piso baldosa, techo. La vivienda no posee columnas estructurales ni vigas intermedias.</p>																																																																																															
<p><b>1.1. Localización- Datación</b></p> <p>Nombre: Edificación #7 Ubicación: Comunidad Rama Mainland Coordenadas: x 17 194658.00 y 1317451.00 Fecha de construcción: 2014 Fecha de intervención: -----</p>	<p><b>2.2. Materiales estructurales</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Unidad de mampostería</td> <td>Adobe suelo-cemento comprimido</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Dimensiones de la unidad de mampostería</td> <td>Altura: 4" ó 10 cm</td> </tr> <tr> <td>Largo: 14" ó 36 cm</td> </tr> <tr> <td>Ancho: 7" ó 18 cm</td> </tr> <tr> <td>Mortero de pega</td> <td>Suelo sin conglomerado</td> </tr> <tr> <td>Espesor de la pega</td> <td>0.3-0.5cm</td> </tr> <tr> <td>Estructura del techo</td> <td>Encerchado de varilla de acero y perlin</td> </tr> </table>	Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido	Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm	Largo: 14" ó 36 cm	Ancho: 7" ó 18 cm	Mortero de pega	Suelo sin conglomerado	Espesor de la pega	0.3-0.5cm	Estructura del techo	Encerchado de varilla de acero y perlin	<p><b>III. Caracterización estructural</b></p>																																																																																		
Unidad de mampostería	Adobe suelo-cemento comprimido																																																																																															
Dimensiones de la unidad de mampostería	Altura: 4" ó 10 cm																																																																																															
	Largo: 14" ó 36 cm																																																																																															
	Ancho: 7" ó 18 cm																																																																																															
Mortero de pega	Suelo sin conglomerado																																																																																															
Espesor de la pega	0.3-0.5cm																																																																																															
Estructura del techo	Encerchado de varilla de acero y perlin																																																																																															
<p><b>1.2. Identificación física</b></p> <p>La edificación es ocupada por extranjeros que han financiado las construcciones con material Adobe suelo cemento comprimido. Aunque no pudimos acceder al interior, en la entrevista nos detallaron que la edificación está dividida en 4 partes, de las cuales, 2 son habitaciones, una cocina y la otra parte es una sala de estar. Tiene una cubierta de techo 2 aguas. Posee servicio higiénico, sistema de agua y electricidad obtenida de energía renovable (panel solar).</p>	<p><b>2.3. Patología estructural</b></p>	<p><b>3.1. Caracterización Física</b></p>																																																																																														
<p><b>1.3. Levantamiento Arquitectónico</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Lesion</th> <th>Causa</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">Físicas</td> <td rowspan="4">Humedades</td> <td>de obra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>capilar</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de filtración</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>de condensación</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Suciedad</td> <td>accidental</td> <td></td> </tr> <tr> <td>por depósito</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>por lavado diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>atmosférica</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="7">Mecánicas</td> <td rowspan="2">Grietas</td> <td>por carga</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por dilatación-contracción</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Fisuras</td> <td>por soporte</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>por acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desprendimientos</td> <td>acabado continuo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acabado por elementos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>acabado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>mecánica</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Deformaciones</td> <td>asentamiento en cimientos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>desplomes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pandeo de elementos vert.</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="10">Química</td> <td rowspan="2">Eflorescencia</td> <td>alabeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Corrosión</td> <td>por oxidación previa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>aireación diferencial</td> <td></td> </tr> <tr> <td>inmersión</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Organismos</td> <td>par galvánico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>animales</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>plantas</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Erosión</td> <td>hongos</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>química</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Lesion	Causa		Físicas	Humedades	de obra		capilar	X	de filtración	X	de condensación		Suciedad	accidental		por depósito	X	Erosión	por lavado diferencial		atmosférica		Mecánicas	Grietas	por carga	X	por dilatación-contracción	X	Fisuras	por soporte	X	por acabado		Desprendimientos	acabado continuo		acabado por elementos	X	Erosión	acabado		mecánica	X	Deformaciones	asentamiento en cimientos		desplomes		pandeo de elementos vert.		Química	Eflorescencia	alabeo				Corrosión	por oxidación previa		aireación diferencial		inmersión		Organismos	par galvánico		animales	X	plantas		Erosión	hongos	X	química		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características físicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.24%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Contenido de materia orgánica</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>13.22%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso específico</td> <td>1800 kg/m3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características físicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Contenido de humedad	0.24%	-	Contenido de materia orgánica	-	-	Absorción	13.22%	-	Peso específico	1800 kg/m3	-
Tipo	Lesion	Causa																																																																																														
Físicas	Humedades	de obra																																																																																														
		capilar	X																																																																																													
		de filtración	X																																																																																													
		de condensación																																																																																														
	Suciedad	accidental																																																																																														
		por depósito	X																																																																																													
Erosión	por lavado diferencial																																																																																															
	atmosférica																																																																																															
Mecánicas	Grietas	por carga	X																																																																																													
		por dilatación-contracción	X																																																																																													
	Fisuras	por soporte	X																																																																																													
		por acabado																																																																																														
	Desprendimientos	acabado continuo																																																																																														
		acabado por elementos	X																																																																																													
	Erosión	acabado																																																																																														
mecánica		X																																																																																														
Deformaciones	asentamiento en cimientos																																																																																															
	desplomes																																																																																															
	pandeo de elementos vert.																																																																																															
Química	Eflorescencia	alabeo																																																																																														
	Corrosión	por oxidación previa																																																																																														
		aireación diferencial																																																																																														
		inmersión																																																																																														
	Organismos	par galvánico																																																																																														
		animales	X																																																																																													
		plantas																																																																																														
	Erosión	hongos	X																																																																																													
		química																																																																																														
Características físicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																															
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																														
Contenido de humedad	0.24%	-																																																																																														
Contenido de materia orgánica	-	-																																																																																														
Absorción	13.22%	-																																																																																														
Peso específico	1800 kg/m3	-																																																																																														
 <p>Más detalles en anexos</p>	<p><b>3.2. Caracterización Mecánica</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Características Mecánicas</th> <th colspan="2">Resultado promedio obtenidos</th> </tr> <tr> <th>U. Mampostería</th> <th>Mortero de pega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistencia a la compresión simple</td> <td>779.50 psi</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos		U. Mampostería	Mortero de pega	Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																																							
Características Mecánicas	Resultado promedio obtenidos																																																																																															
	U. Mampostería	Mortero de pega																																																																																														
Resistencia a la compresión simple	779.50 psi	-																																																																																														
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Los datos expresados en esta ficha han sido obtenidos de diversas fuentes: entrevistas, encuestas, observaciones y pruebas de laboratorios, realizadas en diferentes fechas. Los resultados de las pruebas de laboratorio se tomó como un valor constante para todas las estructuras construidas con el mismo material.</p>																																																																																																
<p><b>Información de la caracterización</b></p> <p>Elaborado por:</p> <p style="text-align: center;">Br. Greivin Alejandro León González Br. Lester Abraham Vargas Espinoza</p> <p>Fecha en la que se realizó:</p> <p style="text-align: center;">12 de mayo del 2021</p>																																																																																																

### **7.3. Pruebas de laboratorio a los bloques de adobe suelo cemento comprimido**

Con este acápite se darán los resultados del tercer objetivo específico “Verificar la resistencia por medio de ensayos de compresión y absorción a bloques de adobe suelo-cemento comprimido, con el fin de compararlo con la NTON 12 008–16, con la finalidad de establecer si son aptos para la construcción”.

#### **7.3.1. Pruebas de absorción a los bloques de Adobe suelo cemento comprimido.**

Una vez que las muestras de bloques se sumergieran en agua por 24 horas, se sacaron de la pila y se pusieron a escurrir por un minuto, seguidamente se les secó superficialmente la humedad con papel absorbente. Se colocaron en una balanza digital para tomar su peso húmedo (PH), obteniendo los siguientes resultados:

Bloque M-1 Ph= 11.43 kg

Bloque M-2 Ph= 11.41 kg

Bloque M-3 Ph= 11.26 kg

Luego de tomar el peso húmedo de los bloques, se metieron al horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 100 °C. Al siguiente día se sacaron del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente por una hora. Luego se procedió a tomar su peso en estado seco, obteniendo los siguientes resultados:

Bloque M-1 Ps= 10.10 kg

Bloque M-2 Ps= 10.10 kg

Bloque M-3 Ps= 9.92 kg

Ya teniendo el peso seco y húmedo de los bloques se procede a calcular el porcentaje de absorción de los bloques con la siguiente fórmula:

$$\%Abs = \frac{Ph-Ps}{Ps} * 100\%$$

### **Bloque M-1**

$$\%Abs = \frac{11.43 \text{ kg} - 10.10 \text{ kg}}{10.10 \text{ kg}} * 100\% = 13.17\%$$

### **Bloque M-2**

$$\%Abs = \frac{11.41 \text{ kg} - 10.10 \text{ kg}}{10.10 \text{ kg}} * 100\% = 12.97\%$$

### **Bloque M-3**

$$\%Abs = \frac{11.26 \text{ kg} - 9.92 \text{ kg}}{9.92 \text{ kg}} * 100\% = 13.51\%$$

### **Promedio de absorción**

$$Prom. Abs. = \frac{13.17\% + 12.97\% + 13.51\%}{3} = 13.22\% > 10\%$$

El bloque M-1 obtuvo un porcentaje de absorción es de 13.17%, el bloque M-2 fue de 12.97% y el bloque M-3 de 13.57%, obteniendo un promedio de absorción de los bloques de 13.22% aproximadamente, el cual es mayor al límite de 10% que establece la norma NTON 12 008-16, por lo cual no cumple con este parámetro que tendría que tener los bloques según las normas. (Ver anexos, Figura 15 y 16)

### **7.3.2. Prueba de resistencia a la compresión**

Para dicha prueba, se tomaron las respectivas medidas del bloque a comprimir. Como el bloque tiene una figura irregular, se notó que únicamente posee dos franjas que reciben las cargas. Así que se tomó medida del área de contacto para calcular con facilidad la resistencia de estos bloques de tal manera que se pueda comparar con la normativa NTON 12 008 – 16.

**Tabla 26 Resistencia de las muestras de adobes**

Muestra	Longitud Pulg	Ancho Pulg	Alto Pulg	Ancho de contacto cm	Área de contacto cm <sup>2</sup>	Carga de ruptura kg	Carga Unitaria neta kg/cm <sup>2</sup>	Carga Unitaria neta psi
1	14	7	4	6.08	262.50	9660.90	36.80	524.74
2	14	7	4	5.51	238.00	19837.00	83.35	1188.39
3	14	7	4	5.87	253.80	11132.00	43.86	625.38

El bloque M-1 mostro una resistencia a la compresión de 36.80 kg/m<sup>2</sup> (524.74 psi), el bloque M-2 fue de 83.35 kg/m<sup>2</sup> (1188.39 psi) y el tercer bloque M-3 fue de 43.86 kg/m<sup>2</sup> (625.38 psi), no cumpliendo ninguno con la norma NTON 12 008 – 16 el cual es de 108 kg/cm<sup>2</sup> o 1542 psi.

Como se puede observar, existe diferencias en las resistencias de los bloques de suelo cemento comprimido, según el experto en laboratorio Ing. Jean Carlos Gutiérrez esto puede ocurrir debido a la irregularidad en la proporción de la mezcla, que los bloques no reciban la compresión adecuada cuando se están fabricando, o que no se les dé el tiempo de curado necesario para que alcancen su resistencia máxima.

Calculando el promedio de las resistencias, obtenemos:

$$\text{Resistencia prom} = \frac{36.80 + 83.35 + 43.86}{3} = 54.67 \text{ kg/cm}^2$$

El promedio de la resistencia a compresión de los bloques analizados fue de 54.67 kg/m<sup>2</sup> (779.50 psi), no cumpliendo tampoco con este parámetro que establece la norma NTON 12 008 – 16. (Ver anexos, Figura 15 y 16.)

#### **7.4 Propuesta de mejoraras de las edificaciones**

Con este acápite se cumple con el cuarto objetivo específico *“Proponer recomendaciones para mejorar la infraestructura de las edificaciones construidas con el material adobe si se presenta algún tipo de vulnerabilidad ante fenómenos naturales en la comunidad Rama Mainland”*.

Las recomendaciones para mejorar las edificaciones de la comunidad Rama Mainland construidos con adobe son las siguientes:

- Mejorar la proporción del bloque, realizando estudios de mejora en las dosificaciones de los materiales que lo componen, alcanzando de esta manera la resistencia requerida que cumplan con los estándares permisibles.
- Contar con mano de obra y supervisión calificada para obtener mejorar resultados en edificaciones que implementen este sistema constructivo tomando en cuenta sus especificaciones técnicas y planos.

- Para evitar el desgaste de los bloques de adobe suelo cemento se recomienda impermeabilizar las paredes con una capa de repello de mortero, de igual manera disponer de buenos aleros en el techo para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia.
- Cumplir con las especificaciones técnicas que orienta el proveedor de la máquina Vermeer BP714 para que los bloques de adobe suelo cemento adquieran sus propiedades mecánicas.
- En las edificaciones que se construyan con este sistema constructivo implementar elementos estructurales como columnas y vigas intermedias que ayuden a soportar las cargas de la edificación.
- Para el mortero de pega de los bloques es recomendable usar una dosificación de arena y cemento.

## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados anteriormente se puede llegar a las siguientes conclusiones:

El nivel de vulnerabilidad que tiene el sitio donde están emplazados las edificaciones de adobe con suelo cemento comprimido fue de 2.25, lo que significa que el sitio donde se construyeron es vulnerable a ciertos peligros y existen limitaciones ambientales que pueden perjudicar la salud de los habitantes por lo cual se sugiere un cambio de lugar para vivir, de no ser éste el caso, se recomienda realizar un análisis más a fondo para adaptar el material constructivo a la zona donde se emplaza este proyecto.

Según las encuestas, los habitantes del sitio manifestaron que las edificaciones en las que habitan les dan confort y que se sienten seguros con el material empleado en las estructuras, sin embargo, mencionan que no están capacitados para afrontar un fenómeno hidrometeorológico, esto puede traer un cierto grado de vulnerabilidad a nivel social.

En las edificaciones se observaron deterioros en las estructuras siendo leves y no perjudican la seguridad de las personas que las habitan, así mismo se va deteriorando debido a la humedad que se presenta en la zona, reflejándose en el desgaste del material en la parte inferior de las paredes.

Al realizarle pruebas de laboratorio al bloque de adobe suelo cemento comprimido se obtuvieron valores en la resistencia a la compresión promedio de  $54.67 \text{ kg/cm}^2$  (779.50 psi), y en el porcentaje de absorción promedio de 13.22% no cumpliendo con lo que establece la NTON 12 008-16, el cual indica que se tienen que obtener valores mayores a  $108 \text{ kg/cm}^2$  (1542 psi) y menores a 10% respectivamente, por ello se sugiere mejorar la proporción y modo de realizar dichos bloques.

Por lo cual se puede concluir que el bloque de adobe suelo cemento comprimido utilizado en la comunidad Rama Mainland, es de mala calidad para la construcción y no podría resistir los embates de fenómenos hidrometeorológico que podrían atravesar la zona, esto es debido también a la ubicación donde están emplazado las edificaciones, esto provoca que estén en riesgos a sufrir algún desastre las personas que viven en dichas edificaciones que implementaron este sistema constructivo.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se proponen las siguientes recomendaciones de esta investigación:

- A las instituciones de prevención de desastres naturales que implementen capacitaciones sobre la mitigación y protección ante fenómenos naturales a la población que puede estar vulnerables antes estos fenómenos.
- Realizar en la región estudios similares a otras edificaciones que estén construidas con otros sistemas constructivos.
- Solicitar a las autoridades municipales y regionales impedir emplazar edificaciones en zonas que pueden ser de riesgos.
- Implementar más estudios sobre el bloque de adobe cemento comprimido con el fin de ver su rentabilidad y viabilidad de llevarlo al mercado constructivo.

## X. REFERENCIAS

- Cardona Arboleda, O. D. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Barcelona, España.
- Centro Humboldt. (18 de Septiembre de 2020). *Amenazas Naturales Emergentes 2020 Tornados y Rayos*. Recuperado el 20 de Abril de 2021, de Centro Alexander Von Humboldt Web Site: <https://humboldt.org.ni/amenazas-naturales-emergentes-2020-tornados-y-rayos/>
- Chu, E. (30 de Mayo de 2013). *How To Make Bricks Out Of Dirt*. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de Popular Science Web site: <https://www.popsci.com/technology/article/2013-05/building-blocks/>
- Coehlo, F. (23 de Julio de 2019). *Posición geográfica*. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de Significados Web site: <https://www.significados.com/ubicacion-geografica/>
- DwellEarth. (2017). *Compressed earth block press: Earth Blox BP714*. (A. De Jong, & B. De Jong, Editores) Recuperado el 21 de Abril de 2021, de DwellEarth Web site: <https://dwellearth.com/earth-blox-bp714/>
- EcuRed. (9 de Mayo de 2013). *Estructuras (Construcción),Cemento*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de EcuRed Web Site: <https://www.ecured.cu>
- Google Maps. (2021). *Bluefields, Nicaragua*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de Google Maps Web site: <https://www.google.com/maps/@12.0113748,-83.7874462,6133m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Holcim. (2021). *Cemento Fuerte*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de Holcim Web site: <https://www.holcim.com.ni/productos-y-servicios/productos/cemento/cemento-fuerte>
- INETER. (2020). *Mapas Interactivos de Vulnerabilidades y Amenazas Naturales*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de INETER Web site: <http://gestionderiesgo.ineter.gob.ni/IDE-VulnerabilidadHuracan/index.html>
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2019). Índice de vulnerabilidad climática de las ciudades mexicanas. México.

- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). Manual básico para la estimación de riesgo. En A. Bisbal Sanz, J. Picón González, M. Casaverde Rio, F. Jauregui Laveriano, R. Anchayhua Altamirano, R. Sánchez Vidalón, & M. d. Masana García (Edits.). Lima, Perú.
- León Aristizábal, G., & Pérez Betancourt, J. (2018). *Metodologías para evaluar la amenaza, vulnerabilidad, exposición y riesgo por ciclones tropicales*. Colombia.
- Ley General de Protección Civil. (2012). *Capítulo I, Arto. 2, Sección XXII*. México: 06 de junio 2012 Diario Oficial.
- Meza, K. (6 de Julio de 2018). *¿Sabes cuáles son los tipos de inundaciones?* Recuperado el 20 de Abril de 2021, de TusBuenasNoticias Web Site: <https://tusbuenasnoticias.com>
- Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI. (2011). *Nueva cartilla de la construcción*. Nicaragua.
- NTON. (2016). Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. En NTON 12 008-16, *Materiales de construcción. Bloque hueco y sólido a base de cemento y agregados pétreos. Requisitos y evaluación de conformidad*. (págs. 5-8). Nicaragua.
- Ordóñez, A., Trujillo, M., & Henández, R. (1999). *Mapeo de Riesgos y Vulnerabilidad en Centro América y México* (Primera ed.). Nicaragua: IMPRIMATUR.
- Pérez González, A. (24 de Junio de 2014). *Ensayo de compresión*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de Mecapedia Web site: [http://www.mecapedia.uji.es/ensayo\\_de\\_compresion.htm](http://www.mecapedia.uji.es/ensayo_de_compresion.htm)
- Pulido Sierra, L. M. (2017). Técnicas para un levantamiento arquitectónico. *Revista Oblicua*, 19,20.
- Rubicón. (9 de Agosto de 2019). *Importancia de la arena en la construcción*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de Rubicón México Web site: <https://rubiconmexico.com/blog/importancia-de-la-arena-en-la-construccion/>
- SINAPRED. (2012). *Manual de procedimientos para evaluación de sitio*. Nicaragua.
- Sitton, J. D., Zeinali, Y., Heidarian, W. H., & Story, B. A. (10 de Octubre de 2017). *Effect of mix design on compressed earth block strength*. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de DwellEarth Web site: <https://dwellearth.com/compressed-earth-block-mix-design/>

Toirac Corral , J. (2008). El suelo–cemento como material de construcción. *Ciencia y Sociedad*, XXXIII, pp 10-30.

Ucha, F. (Abril de 2014). *Definición de Tormenta eléctrica, Edificación*. Recuperado el 20 de Abril de 2021, de Definición ABC Web Site: <https://www.definicionabc.com>

Williams, J. (23 de Abril de 2021). Características geográficas de la comunidad Rama Mainland. (L. Vargas, Entrevistador)

## XI. ANEXOS

### 11.1 Entrevistas, tablas

#### 11.1.1 Entrevista

	<p style="text-align: center;"><b>BLUEFIELDS INDIAN &amp; CARIBBEAN UNIVERSITY</b></p> <p style="text-align: center;">Escuela de Ingeniería Civil</p>	
<p>Esta entrevista es realizada por estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad BICU, con el objetivo de recopilar información necesaria para poder darle solución al problema que se ha planteado y de tal manera que se pueda brindar unas cuantas recomendaciones, el tema de esta investigación es “Evaluación de vulnerabilidad de la infraestructura de edificaciones construidas con bloques de adobe suelo-cemento comprimido en la comunidad de Rama Mainland, Bluefields, RACCS”</p>		
<p>Preguntas de la entrevista:</p>		
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ ¿En qué año se construyeron las edificaciones?</li><li>➤ ¿Por qué motivo se decidió construir con el material adobe suelo-cemento comprimido?</li><li>➤ ¿Qué otra alternativa de sistema constructivo había al momento de proponer las construcciones?</li><li>➤ ¿Considera usted que el sistema constructivo de estas edificaciones es adecuado para la zona?</li><li>➤ ¿Piensa que se ha construido con un sistema constructivo pensando en el cambio climático?</li><li>➤ ¿Es este sistema constructivo amigable con el medio ambiente?</li><li>➤ ¿Qué fallas presentan estas edificaciones en la estructura? ¿Se pueden reparar?</li><li>➤ ¿Esta zona de su edificación se ha inundado?</li><li>➤ ¿Cómo se vieron afectadas las edificaciones con el paso de los últimos dos huracanes en la Región?</li><li>➤ ¿Cree que la materia prima para la elaboración de los bloques de adobe suelo cemento comprimido es eficiente para su uso?</li><li>➤ ¿Es confiable la implementación de este sistema constructivo para edificaciones en la región?</li><li>➤ ¿Qué tipo de sistema constructivo hubiera propuesto usted?</li><li>➤ ¿Qué recomendaciones daría para mejorar estas edificaciones ya existentes?</li></ul>		

**Tabla para la evaluación de emplazamientos de proyectos**

**Tabla 27** *Evaluación para componente Bioclimático*

<b>COMPONENTE BIOCLIMATICO</b>					
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>ORIENTACIÓN</b>	<b>VIENTO</b>	<b>PRECIPITACIÓN</b>	<b>RUIDOS</b>	<b>CALIDAD DEL AIRE</b>
<b>1</b>	El terreno donde se ubicará el proyecto es rectangular o de forma irregular con el eje longitudinal N-S o S-E o S-O.	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades superiores a 10.8 m/seg, ocasionando dificultad al caminar. Se presentan ocasionalmente tornados. O prevalecen calmas en un 70% del año.	En el territorio se presenta un régimen severo de precipitaciones que llega a superar frecuentemente la media del territorio presentando períodos poco diferenciados durante el año. El régimen de precipitaciones puede causar importantes afectaciones a la prestación del servicio.	Se registra en el sitio altos niveles de ruido superiores a los 65 dBA, o se sitúa a distancias menores de 60 metros de vías con alta intensidad del tránsito (>40000 veh/24h) u otras fuentes productoras de ruidos (industrias, aeropuertos, iglesias y mercados).	El sitio se ubica dentro de un territorio muy afectado por la contaminación del aire debido a la presencia de numerosas fuentes, alta persistencia en el año de malos olores y polvo en suspensión, baja capacidad de dispersión de la atmósfera o a distancias menores de 20 metros de vías con circulaciones de vehículos superiores a los 4000 vehículos en 24 horas.
<b>2</b>	El terreno donde se ubicará el proyecto es rectangular o irregular pero el eje longitudinal se orienta en la dirección N-E o N-O hasta 22 grados respecto al Norte	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades entre 5.5 y 7.9 m/seg, ocasionando que se levante polvo y papeles. No se presentan tornados. O prevalecen calmas entre un 40 y 70% del año.	En el territorio se presenta un régimen riguroso de precipitaciones, pero no supera la media del territorio con períodos diferenciados y las afectaciones que se pudiera presentar al servicio no son significativas.	Se registra en el sitio niveles de ruido aceptables, entre los 40 y 60 dBA . o pueden existir fuentes de ruidos aisladas que no perjudican el servicio y la salud humana.	El sitio se ubica dentro de un territorio medianamente afectado por la contaminación del aire debido a la presencia de algunas fuentes, estacionalmente se pueden presentar malos olores y polvo en suspensión, pero se observa buena capacidad dispersante de la atmósfera o a distancias entre 20 y 60 metros de vías con circulaciones de vehículos 2000 y 4000 vehículos en 24 horas.

<b>3</b>	Terreno con cualquier forma pero el eje longitudinal se orienta en dirección E-O.	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades medias inferiores a 5.5 m/seg, Se pueden presentar calmas hasta en un 20% del año.	En el territorio se presenta un régimen seco o de precipitaciones normales y las afectaciones que se pudieran originar al servicio son ocasionales.	Se registra en el sitio niveles de ruido insignificantes con niveles inferiores a los 40 dBA. Se corresponde con un medio urbano tranquilo.	El sitio se ubica dentro de un territorio poco o no afectado por la contaminación del aire, buena capacidad dispersante de la atmósfera, escasa circulación vehicular a distancias mayores de 60 metros, pueden presentarse emanaciones de polvo u otras sustancias ocasionalmente.
----------	---	---	---	---	---

**Tabla 28** Evaluación para componente Geología

**COMPONENTE GEOLOGÍA**

EVALUACIÓN	SISMICIDAD	EROSIÓN	DESLIZAMIENTOS	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIENTE	CALIDAD DEL SUELO
<b>1</b>	El sitio se ubica sobre una falla sísmica comprobada, dudosa o dentro de la longitud probable de esta o existen fallas sísmicas comprobadas o dudosas a distancias menores de 20 metros del sitio o el sitio se ubica en territorios de alta peligrosidad sísmica, ya sea de origen geológico o volcánico con intensidades esperadas en la escala sísmológica de magnitud de momento mayores de 5 y/o la presencia de suelos arenosos potencialmente licuables o a distancias de edificaciones, bancos de transformadores o tanques elevados menores 1/3 de su altura o diferencias altitudinales de terrenos arenosos mayores de 2 metros.	En el territorio donde se ubica el sitio se observan síntomas de un acusado proceso de erosión con ausencia de la capa vegetal en la mayor parte del área. Se observan raíces expuestas. Cárcavas de profundidad a intervalos de 7.5 a 15 centímetros de profundidad a intervalos de 1.50 metros. Numerosas líneas de drenaje. El proceso de recuperación del suelo puede ser muy costoso.	El sitio se ubica en zona de alto peligro por deslizamientos parciales o en masa debido a la constitución de suelos poco compactos, la presencia de pendientes mayores del 15%, presencia de erosión acusada y/o terrenos inestables.	El sitio donde se emplazará el proyecto se encuentra muy próximo a volcanes activos o con actividad volcánica muy frecuente y se tiene la certeza por la proximidad del proyecto que este puede sufrir daños debido a la emanación de gases, cenizas, piroclastos, lavas o las consecuencias de los movimientos o sacudidas del suelo.	Los rangos de pendientes que se observan en el sitio son superiores al 15% o terreno totalmente plano.	Si el proyecto requiere estudio de suelo y el sitio se ubica en suelos con resistencia igual o menor a 1 kg/cm <sup>2</sup> y/o presencia del manto freático al mismo nivel o inferior de la profundidad de fundación y/o presencia de arcillas con alto índice de plasticidad o expansivas.  Si el proyecto no requiere estudios de suelos y el sitio se ubica en terrenos con o presencia del manto freático al mismo nivel o inferior de la profundidad de fundación y/o presencia de arcillas con alto índice de plasticidad o expansivas.

2	<p>El sitio no se ubica próximo a fallas sísmicas de ningún tipo. El peligro sísmico es medio con intensidades esperadas de 3 a 4.8 en la escala de Richter. Puede recibir ocasionalmente sacudidas originadas por actividad volcánica. Pueden existir edificaciones altas, bancos de transformadores o tanques elevados a distancias mayores de 20 y menores de 30 metros y/o diferencias altitudinales (taludes) menores de 2 de altura.</p>	<p>En el territorio donde se ubica el sitio se observan síntomas de un moderado proceso de erosión con predominio de la cubierta vegetal en la mayor parte del área. Pueden presentarse pequeñas cárcavas a intervalos de 3.00 metros. Escasas líneas de drenaje. El proceso de recuperación del suelo no es muy costoso.</p>	<p>Aunque en el territorio donde se ubica el proyecto existe el peligro de deslizamientos no se prevén afectaciones al sitio debido a la posición respecto a la pendiente o altitud.</p>	<p>Aunque existen volcanes activos en el territorio donde se emplaza el proyecto, debido a la distancia entre estos, se considera que los efectos de la actividad volcánica podrían dañar el proyecto de forma excepcional.</p>	<p>Los rangos de pendientes son costosos para la construcción, pero construible entre el 6 y el 12%.</p>	<p>Si el proyecto requiere estudio de suelo y el sitio se ubica en suelos con resistencia entre 1 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y/o presencia del manto freático por debajo del nivel de fundación, pero a menos de 5.00. No hay presencia de arcillas plásticas o expansivas.</p> <p>Si el proyecto no requiere estudio de suelo se observan buenas cualidades para la construcción.</p>
3	<p>El sitio se ubica en un territorio de baja peligrosidad sísmica y/o terrenos rocosos. No se ubican edificaciones en un radio de 30 y/o no existen diferencias altitudinales del terreno (taludes). Las intensidades esperadas pueden alcanzar hasta 3 en la escala de Richter.</p>	<p>En el territorio donde se ubica el sitio no hay evidencias visuales de erosión en el suelo.</p>	<p>En el territorio donde se ubica el proyecto no existe peligro de deslizamiento.</p>	<p>No existen volcanes activos donde se emplaza el proyecto o la distancia entre los volcanes con actividad y el proyecto es tal que no existe posibilidad de que el proyecto sufra las consecuencias de la actividad volcánica.</p>	<p>Los rangos de pendiente son óptimos entre el 1 y el 6%.</p>	<p>Si el proyecto requiere estudio de suelo y el sitio se ubica en suelos con resistencia igual o mayor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup> y/o la presencia del manto freático es mayor de 6.</p>

**Tabla 29** Evaluación para componente Ecosistema

EVALUACIÓN	COMPONENTE ECOSISTEMA					
	SUELOS AGRÍCOLAS	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	LAGOS	ÁREAS FRÁGILES	SEDIMENTACIÓN
1	El sitio donde se ubica el proyecto se encuentra a menos de 20 metros de suelos cultivables con caña de azúcar u otros tipos de suelos agrícolas donde la técnica de cultivo conlleva al uso de la quema o aerosoles en forma de plaguicidas de forma frecuente, pudiendo con estas acciones afectar el normal funcionamiento del centro educacional o dañar la salud de las personas y/o el grosor de la capa vegetal del suelo es superior a 1.80 metros.	Existen ríos, arroyos, de forma temporal o permanente a distancias próximas al sitio combinada con una cota altimétrica que hacen evidente el peligro de inundación. O no existen fuentes de agua superficiales próximas al sitio, pero las pendientes son inferiores al 1% y hacen latente el peligro de inundación por falta de drenaje y/o el sitio se ubica en laderas de cerros o elevaciones donde la escorrentía superficial es alta.	En el sitio o a distancias menores de 20 metros se ubican importantes flujos de agua subterráneas a profundidades menores de 10 metros con terrenos que poseen una alta tasa de infiltración y/o se tiene la certeza técnica para considerar que la ubicación del proyecto educacional, el relieve y la posición en el lugar afectará de forma irreversible las fuentes de agua subterráneas que abastecen a comunidades situadas en un radio de 300 metros aguas abajo.	El sitio se ubica dentro de la cota de los derechos naturales de lagos, embalses y presas, creando el peligro inminente de ser afectado por grandes precipitaciones.	El sitio se ubica dentro o muy próximo (200 metros) a zonas ambientalmente frágiles como pantanos, humedales, zona de reserva natural o espacios protegidos para especies en peligro de extinción, zonas de nidificación u otras y se tiene la certeza técnica de que el proyecto pudiera causar daños ambientales o las características del medio perjudiquen el desarrollo de la actividad educacional  También se consideran las áreas de alto valor arqueológico.	El sitio donde se ubica el proyecto se encuentra en una zona receptora de depósitos de sedimentos o tierra debido a la presencia de erosión acusada, o tipos de suelos pocos cohesivos que pueden ocasionar la modificación de la topografía del sitio ante intensas lluvias o con el de cursar de 5 años.
2	Aunque en el territorio donde se ubica el sitio se utilizan prácticas agrícolas basada en la quema o la fumigación de aerosoles de plaguicidas, sin embargo, las afectaciones al sitio se pueden considerar aisladas o poco significativas	Aunque existen formas de agua superficiales, debido a la cota altimétrica del sitio pudieran ocasionar de forma excepcional alcanzar el sitio, pero sin peligros de inundación y daños a las estructuras. O con rangos de pendientes entre el 1 y el 2% que ante grandes lluvias pudiera tener dificultad de drenaje y excepcionalmente alcanzar el sitio sin causar daños.	En el sitio o a distancias menores de 20 metros se localizan fuentes de agua subterráneas a profundidades entre 10 y 40 metros con terrenos que alcanzan una baja tasa de infiltración y pudiendo la constitución del relieve causar daños eventuales a las aguas subterráneas y/o no existen fuentes de agua subterráneas que abastezcan a comunidades en un radio de 300 metros aguas abajo.	El sitio se ubica próximo a lagos, embalses y presas, pero la diferencia de altitud es superior al menos en 1.50 metros.	El sitio se ubica a distancias próximas (entre 250 y 500 metros) de zonas ambientalmente frágiles, pero no se tiene la certeza de que el emplazamiento pueda causar importantes daños al medio ambiente o viceversa.	En el sitio donde se ubica el proyecto pueden ocasionalmente existir acumulación de depósitos en cuantías insignificantes debido a la ausencia de erosión y/o buena estabilidad del suelo y la acumulación no llegaría a modificar la topografía.
3	Existen terrenos agrícolas próximos al sitio, pero las técnicas de cultivo no son dañinas. O no existen	El sitio donde se ubica el proyecto debido a su altitud y posición frente a las formas de agua que pudieran existir no tiene	No existen flujos de agua subterránea en el sitio o si existen se sitúan a profundidades mayores de 50	El sitio se ubica a alturas mayores de 3.00 con respecto a la cota de rebalse de lagos y	El sitio se ubica a distancias mayores de un kilómetro de zonas ambientalmente frágiles.	En el territorio donde se ubica el proyecto no existe peligro de acumulación de depósitos.

terrenos agrícolas en un radio de 400 metros. ninguna posibilidad de inundarse. metros y con terrenos muy permeables. embalses en general.

**Tabla 30** *Evaluación para componente Medio Construido*

<b>COMPONENTE MEDIO CONSTRUIDO</b>			
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>RADIO</b>	<b>ACCESIBILIDAD</b>	<b>ACCESO A LOS SERVICIOS</b>
<b>1</b>	Para centros de programa preescolar en zonas urbanas el radio es mayor de 1.5 kilómetros.	No existe infraestructura y medios de transporte terrestre y fluvial que llegue al sitio donde se ubicará el proyecto, haciendo la accesibilidad muy dificultosa durante cierta época del año e imposible durante la época de lluvias debido a cualquiera de las siguientes causas:	En el sitio no existen los servicios de agua potable alcantarillado sanitario, electricidad y comunicaciones. O existen los servicios, pero no es posible que el proyecto pueda conectarse a ellos por insuficiencia o incapacidad del sistema.
	Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es mayor de 3 kilómetros.	Ausencia de vías de comunicación	
	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es mayor de 4 kilómetros.	Barreras naturales	
<b>2</b>	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es mayor de 6 kilómetros o más de una hora de viaje en autobús.	Población dispersa	De los 4 tipos de servicios básicos anteriormente mencionados al menos existen dos o al menos es posible conectarse a dos.
	Para centros de programa pre-escolar en zonas urbanas el radio es entre 1 y 1.5 kilómetros.	Unido a una baja densidad de estudiantes según las normas FISE.	
	Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es entre 2 y 2.5 kilómetros.	En el territorio donde se ubica el sitio existen caminos utilizables sólo en ciertas épocas del año, aunque el servicio educativo recibirá pocas afectaciones porque la población escolar no se encuentra dispersa en el territorio y existe una adecuada densidad de estudiantes según las normas FISE.	
	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es entre 3.5 y 4 kilómetros.		
	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es entre 5 y 6 kilómetros o hasta una hora de viaje en autobús.		

3	Para centros de programa preescolar en zonas urbanas el radio es hasta un kilómetro.	No existe dificultad para acceder al sitio del proyecto en cualquier época del año.	Existen al menos tres de los 4 servicios básicos anteriormente citados y es posible conectarse a ellos.
	Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es hasta 2 kilómetros		
	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es hasta 3.5 kilómetros.		
	Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es hasta 5 kilómetros o hasta una hora de viaje en autobús.		

**Tabla 31** Evaluación para componente De Interacción

**COMPONENTE DE INTERACCION (CONTAMINACIÓN)**

EVALUACIÓN	DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	INDUSTRIAS CONTAMINANTES	LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN	PELIGRO EXPLOSIÓN E INCENDIOS	LUGARES DE VICIOS
1	<p>El sitio se ubica a barlovento (en la misma dirección del viento) a distancias menores de 800 metros sin franja de protección con árboles y arbustos) de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o plantas de tratamiento de desechos líquidos a cielo abierto (lagunas de oxidación) menos de 500 metros de rellenos sanitarios.</p> <p>O se localizan cementerios a distancias menores de 1000 metros sin franja de protección en la dirección de barlovento.</p>	<p>El sitio se ubica a distancias menores de 1000 metros de industrias muy contaminantes:</p> <p>Fábricas de pinturas, Ácidos nitrogenados, Procesamiento de cuero, Producción de cueros.</p> <p>O a distancia menores de 500 metros de industrias contaminantes: Banco de materiales de construcción, Plantas de asfalto.</p> <p>O a distancias menores de 300 metros de: Rastros, Plantas de procesamiento de fibras vegetales.</p> <p>O a distancias menores de 100 metros de: Fábricas de fósforos, Vidrios, Queseras, Pescado en conserva, Yeso y arcillas</p> <p>Así como a distancias menores de las establecidas para cualquier fuente de contaminación según normas nacionales e internacionales.</p>	<p>El sitio se ubica a distancias menores de 70 metros de líneas transmisión de electricidad de alta tensión.</p>	<p>El sitio donde se emplazará el proyecto se ubica a distancias menores de 25 metros de edificios o construcciones combustibles en una hora (viviendas o edificios de madera o minifalda).</p> <p>O a distancias menores de 180 metros de edificios con peligro de explosión (gasolineras o bodegas de materiales y gases explosivos).</p> <p>O a distancias menores de 60 metros de depósitos de combustibles soterrados o aéreos y plantas de gas.</p> <p>O el sitio se ubica a distancias menores de 1500 metros de polvorines unidades militares o terrenos minados.</p>	<p>El sitio se ubica contiguo o a distancias extremadamente próximas de sitios de vicio (bares, prostíbulos y otros).</p>

2	<p>El sitio se ubica a barlovento (en la misma dirección del viento) a distancias entre 800 y 1000 metros y/o con franja de protección de árboles y arbustos) de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto. o plantas de tratamiento de desechos líquidos a cielo abierto (lagunas de oxidación).</p> <p>O entre 500 y 800 metros de rellenos sanitarios.</p> <p>O se localizan cementerios a 1200 metros en la dirección de barlovento.</p>	<p>El sitio se ubica por debajo de alguna de las normas anteriores, pero muy próximo a la norma o existen atenuantes como son las pantallas artificiales de protección (edificios). O pantallas naturales como son masas de árboles y arbustos de al menos 50 metros de ancho. En este caso puede suceder que se cumpla con algunas normas y se incumpla una.</p>	<p>El sitio se ubica entre 70 y 80 metros de líneas eléctricas de alta tensión eléctrica.</p>	<p>El sitio se ubica ligeramente por debajo de las normas anteriores o en el límite, pero existen atenuantes como son pantallas de protección, barreras, de árboles, taludes u otros elementos de defensa natural. En este caso puede suceder que se cumpla con varias normas y se incumpla una.</p>	<p>El sitio se ubica a distancias lo suficientemente separad de sitios de vicio.</p>
3	<p>El sitio se ubica a distancias mayores de 1000 metros en la dirección de barlovento o sotavento y existen masas de árboles que filtran el aire de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o desechos líquidos a cielo abierto.</p>	<p>El sitio se ubica a la distancia indicada en el caso 1 o a distancias superiores.</p>	<p>El sitio se ubica a distancias mayores de 80 metros de líneas de transmisión de electricidad de alta tensión.</p>	<p>El sitio se ubica por encima de todas las normas anteriores.</p>	<p>En el territorio de influencia del proyecto no se ubican sitios de vicio.</p>

**Tabla 32** *Evaluación para componente Institucional y Social*

<b>COMPONENTE INSTITUCIONAL Y SOCIAL</b>			
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>CONFLICTOS TERRITORIALES</b>	<b>SEGURIDAD CIUDADANA</b>	<b>MARCO LEGAL</b>
1	<p>En el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos o litigios de carácter territorial (municipal) y la población que utiliza los servicios de educación no siente pertenencia del territorio. O el emplazamiento del proyecto en el sitio puede desencadenar o agudizar conflictos de disputas territoriales.</p>	<p>El sitio se ubica dentro de zonas con altos índices de delincuencia común y/o zonas de enfrentamientos armados, secuestros, vandalismo, de forma que tal que estos hechos puedan afectar el normal desarrollo del servicio educativo.</p>	<p>El proyecto incumple normativas legales ambientales o de propiedad.</p>
2	<p>Aunque en el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos de reclamos territoriales, pero existe consenso de la población sobre la legitimidad del emplazamiento en el territorio</p>	<p>Aunque en el entorno donde se desarrolla el proyecto han existido conductas delictivas comunes, estas son aisladas y poco frecuentes. El sitio no es escenario de enfrentamientos bélicos</p>	<p>El proyecto se encuentra en trámites de legalización de normativas ambientales o de propiedad.</p>
3	<p>No existen conflictos ni litigios territoriales en la zona donde se ubica el proyecto.</p>	<p>Existen buenas alternativas de seguridad próximas al sitio dado por la calidad social del entorno y por la posición del sitio.</p>	<p>El proyecto cumple con lo estipulado en el marco legal ambiental y de la propiedad.</p>

## 11.2 Imágenes

**Figura 15:** Informe de laboratorio de UCA



Universidad Jesuita

Managua, 08 de Julio de 2021.

Ingeniero Greivin León  
Sus manos

Estimada Ing:

Tengo a bien remitirle informe de resultado de ensayo de compresión simple realizado a tres ladrillos huecos a base de tierra, arena y cemento bajo la norma ASTM C90-13, los cuales fueron ensayados el día Jueves 01 de Julio. Los resultados del ensayo se detallan a continuación.

**Ladrillos de 7"x4"x14"**

Resistencia promedio	=	<b>54.67 Kg/cm<sup>2</sup> (777.59 psi)</b>
Absorción	=	13.22 %

Estos resultados son obtenidos para determinar la resistencia y el porcentaje de absorción de ladrillos.

Le agradecemos por su confianza en nuestro laboratorio.

Atentamente,

**Jean Carlos Gutiérrez G.**  
Responsable de Laboratorio

Cc. Archivo

22204211 - 82229365  
labingenieria@uca.edu.ni - jgutierrez@uca.edu.ni  
www.uca.edu.ni

**AUSJAL**  
Asociación de Universidades  
Consultoras a la Compañía de Jesús  
en América Latina

**Figura 16:** Informe de laboratorio de UCA

Nombre del Proyecto : Greivin León

**Ladrillos de 7"x4"x14"**

Muestra	Dimensiones (a x h x l)	Fuerza aplicada (Kgf)	Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> - psi)	Absorción %
1	17.5 x 10.0 x 35.0	9,660.9	36.8 - 523.42	13.17
2	17.5 x 10.0 x 35.0	19,837.0	83.3 - 1,184.80	12.97
3	17.5 x 10.0 x 35.0	11,132.0	43.9 - 624.40	13.51

Los bloques sujetos a esta norma, deben ser compatibles con los requisitos de resistencia a la compresión, establecidos en la norma ASTM C90-13. Para Resistencia mínima a la compresión de 1,900 psi. En este caso, No se supera el valor mínimo establecido por la norma respectivamente.

La absorción obtenida no sobrepasa el 15%.

Le agradecemos por su confianza en nuestro laboratorio.

Atentamente,

**Jean Carlos Gutiérrez G.**  
Responsable de Laboratorio  
Cc. Archivo

Figura 17: Resultados de campo del histograma de evaluación del sitio



SE-SINAPRED UNI-PEAUT  
DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE Y URBANISMO

### HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DEL SITIO

Nombre del proyecto:  
*Evaluación de viabilidad de las edificaciones construidas con bloques de adobe y/o cemento comprimido.*

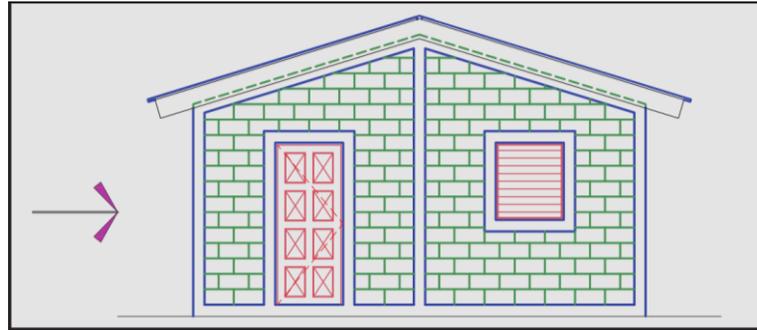
Dirección exacta del proyecto:  
*Comunidad Rama Highlands, Bluefields, RACCs.*

TIPO DE PROYECTO: EDUCACIÓN										
COMPONENTE BIOCLIMÁTICO										
E	ORIENTACIÓN	VIENTO	PRECIPITACIÓN	RUIDOS	CALIDAD DEL AIRE	P	F	EXPXF	PxF	
1	X		X			3	2	6	6	
2		X				2	1	4	2	
3				X	X	1	2	6	2	
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F =								16	70	
COMPONENTE GEOLOGÍA										
E	SISMICIDAD	EROSIÓN	DESPLAZAMIENTO	VULCANISMO	RANGOS DE PENDIENTE	CALIDAD SUELO	P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2						X	2	1	4	2
3	X	X	X	X	X		1	5	15	5
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F								19	7	
COMPONENTE ECOSISTEMA										
E	SUELOS AGRÍCOLAS	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	LAGOS	ÁREAS AMBIENTALMENTE FRÁGILES	SEDIMENTACIÓN	P	F	EXPXF	PxF
1							3	0	0	0
2	X	X	X		X		2	4	16	8
3				X		X	1	2	6	2
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F								22	10	
COMPONENTE MEDIO CONSTRUIDO										
E	RADIO	ACCESIBILIDAD	ACCESO A SERVICIOS							
1			X							
2										
3	X	X								
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F								9	5	
COMPONENTE DE INTERACCIÓN (CONTAMINACIÓN)										
E	DESCRCHO. SÓLIDO Y LÍQUIDO	INDUSTRIAS CONTAMINANTES	LÍNEAS ALTA TENSIÓN	PELIGRO EXPLOSIÓN INCENDIO	LUGARES DE VICIO	P	F	EXPXF	PxF	
1						3	0	0	0	
2		X				2	1	4	2	
3	X		X	X	X	1	4	12	4	
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F								16	6	

Figura 18: Resultados de campo del histograma de evaluación del sitio

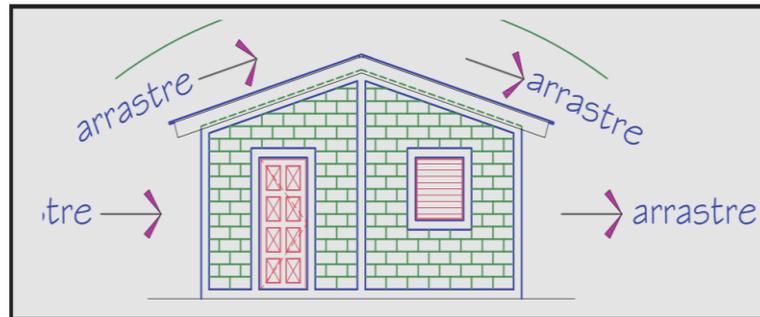
COMPONENTE INSTITUCIONAL SOCIAL							
E	CONFLICTOS TERRITORIALES	SEGURIDAD CIUDADANA	MARCO JURIDICO	P	F	EXP x F	P x F
1				3	0	0	0
2			X	2	7	4	2
3	X	X		1	2	6	2
VALOR TOTAL= E x P x F/P x F=						2.50	70 4
RESUMEN DE LA EVALUACION							
COMPONENTES							EVALUACION
BIOCIMÁTICO							7.6
GEOLOGÍA							2.77
ECOSISTEMA							2.20
MEDIO CONSTRUIDO							1.80
INTERACCION (CONTAMINACIÓN)							2.67
INSTITUCIONAL SOCIAL							2.50
<b>PROMEDIO</b>							<b>2.25</b>
<b>OBSERVACIONES</b>							
<p>Los valores entre 2.0 y 2.5 significa que el sitio donde se ubican las viviendas presenta un estado de riesgo moderado. Se considera esta alternativa del proyecto adecuada siempre y cuando no se obtengan calificaciones (escala) de 1 en algunas de las variables de los componentes de evaluación de amenaza y vulnerabilidad. El resultado de la evaluación es de 2.25.</p>							
YO, <u>Greivin Alejandro León González</u> EN CALIDAD DE EVALUADOR DEL SITIO, DOY FE QUE LA EVALUACION ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACION ACTUAL DEL SITIO.							
Nombres y apellidos del funcionario que realiza la evaluación del sitio				Firma		Fecha	
<u>Greivin Alejandro León González</u>						11/05/2021	
Nombres y apellidos del funcionario que aprueba la evaluación del sitio				Firma		Fecha	

**Figura 19** *Presión directa.*



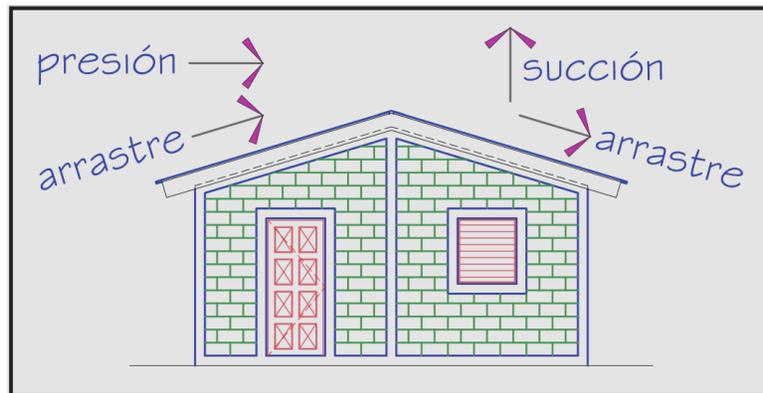
Nota: Extraído de (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 26)

**Figura 20** *Fuerza de arrastre*



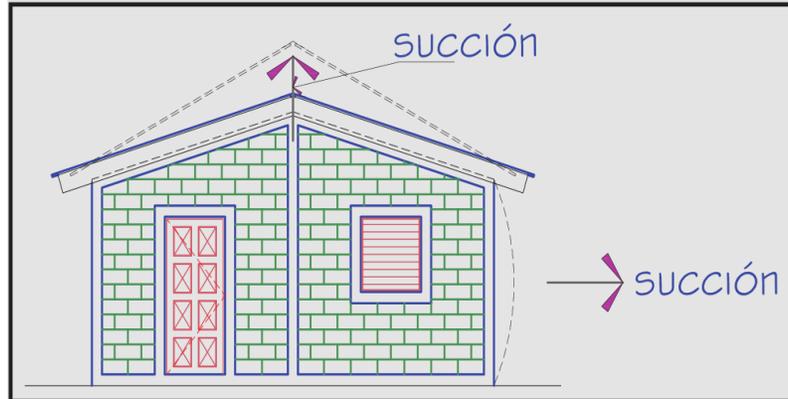
Nota: Extraído de (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 26)

**Figura 21** *Succión y arrastre.*



Nota: Extraído de (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 26)

**Figura 22** *Succión*



Nota: Extraído de (Nueva cartilla de la construcción, 2011, pág. 26)

**Figura 23** *Adobe suelo cemento comprimido*



Nota: Extraído de (DwellEarth, 2017)

**Figura 24** *Vermeer BP714*



Nota: Extraído de (How To Make Bricks Out Of Dirt, 2013)

**Figura 25** Edificación #1 construida con adobe



**Figura 26** Edificación #1 construida con adobe



**Figura 27** Edificación #2 construida con adobe



**Figura 28** Edificación #2 construida con adobe



**Figura 29** Edificación #3 construida con adobe



**Figura 30** Edificación #3 construida con adobe



**Figura 31** Edificación #4 construida con adobe



**Figura 32** Edificación #4 construida con adobe



**Figura 33** *Edificación #5 construida con adobe*



**Figura 34** *Edificación #6 construida con adobe*



**Figura 35** *Edificación # 6 construida con Adobe*



**Figura 36** *Edificación # 7 construida con Adobe*



**Figura 37** Edificación #7 construida con Adobe



**Figura 38** Medición de la masa del Adobe



**Figura 39** *Sumersión de los Adobes*



**Figura 40** *Adobe sometido a compresión con máquina universal*

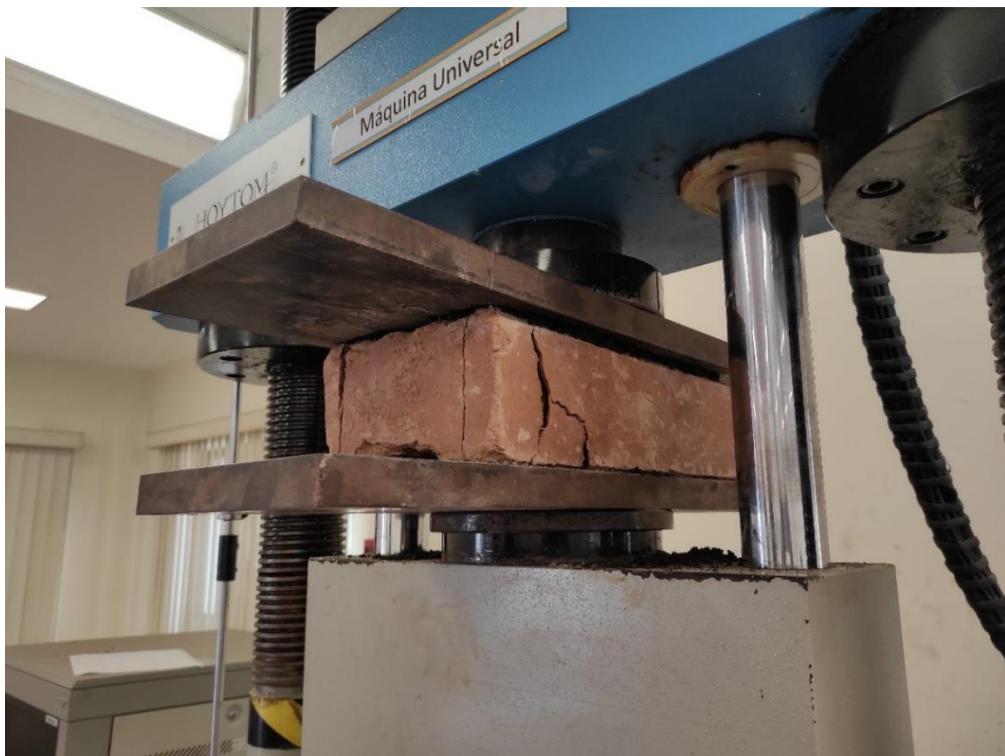


Figura 41 Ruptura de adobe con máquina universal



Figura 42 Gráfica de resistencia de la Muestra 1 de Adobe

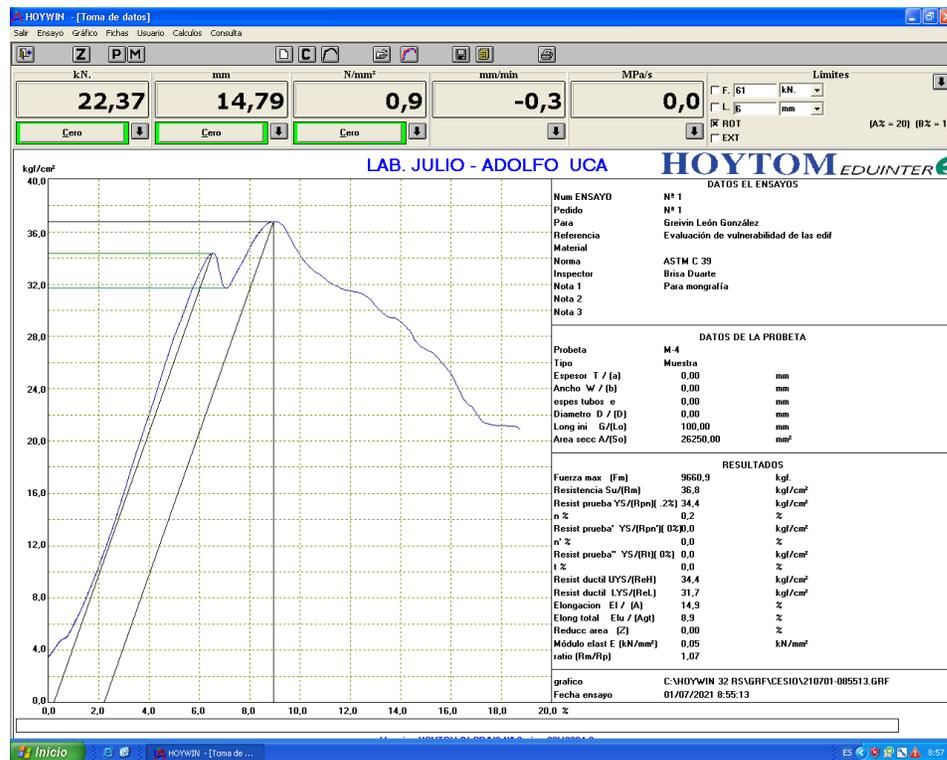


Figura 43 Gráfica de resistencia de la Muestra 2 de Adobe

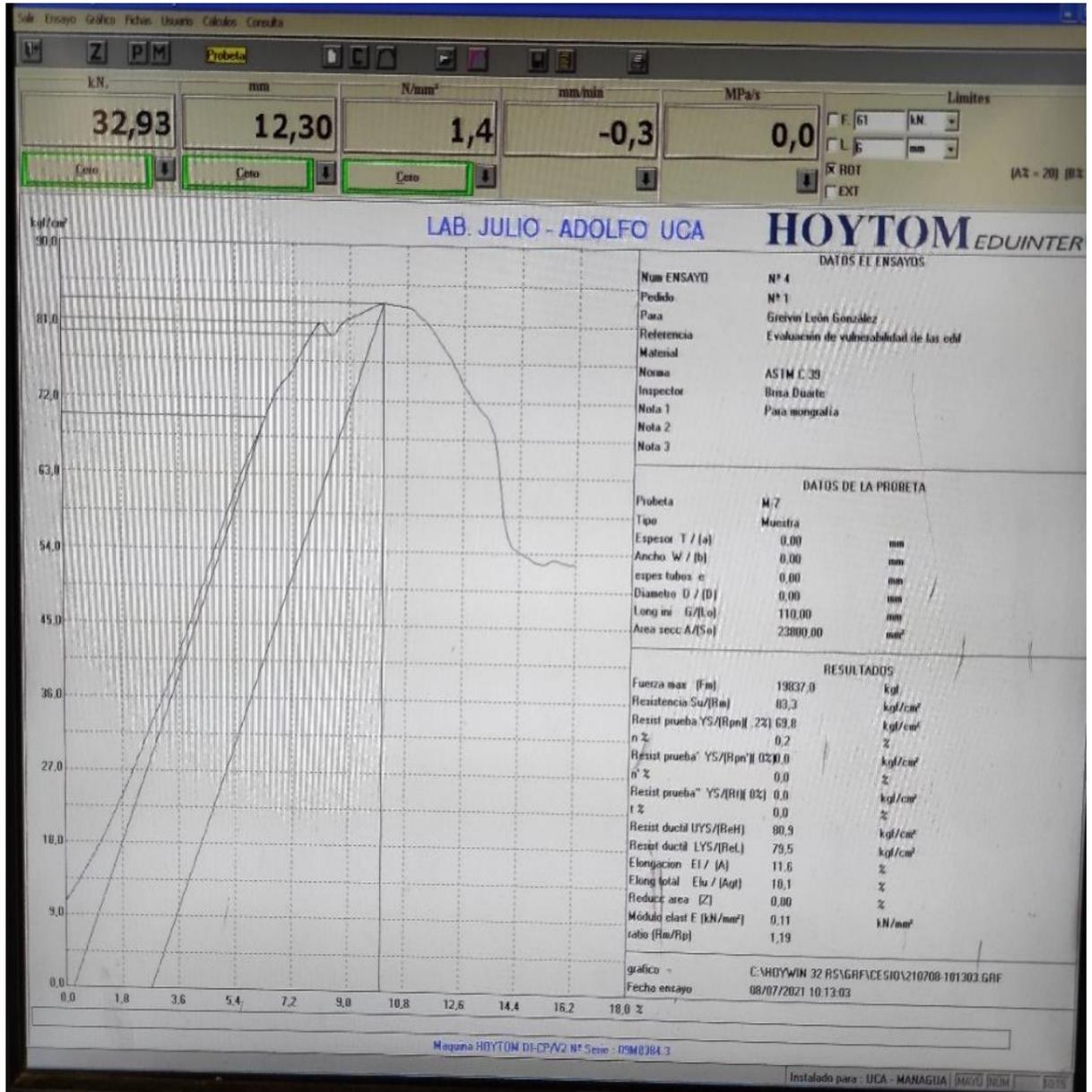


Figura 44 Gráfica de resistencia de la Muestra 3 de Adobe

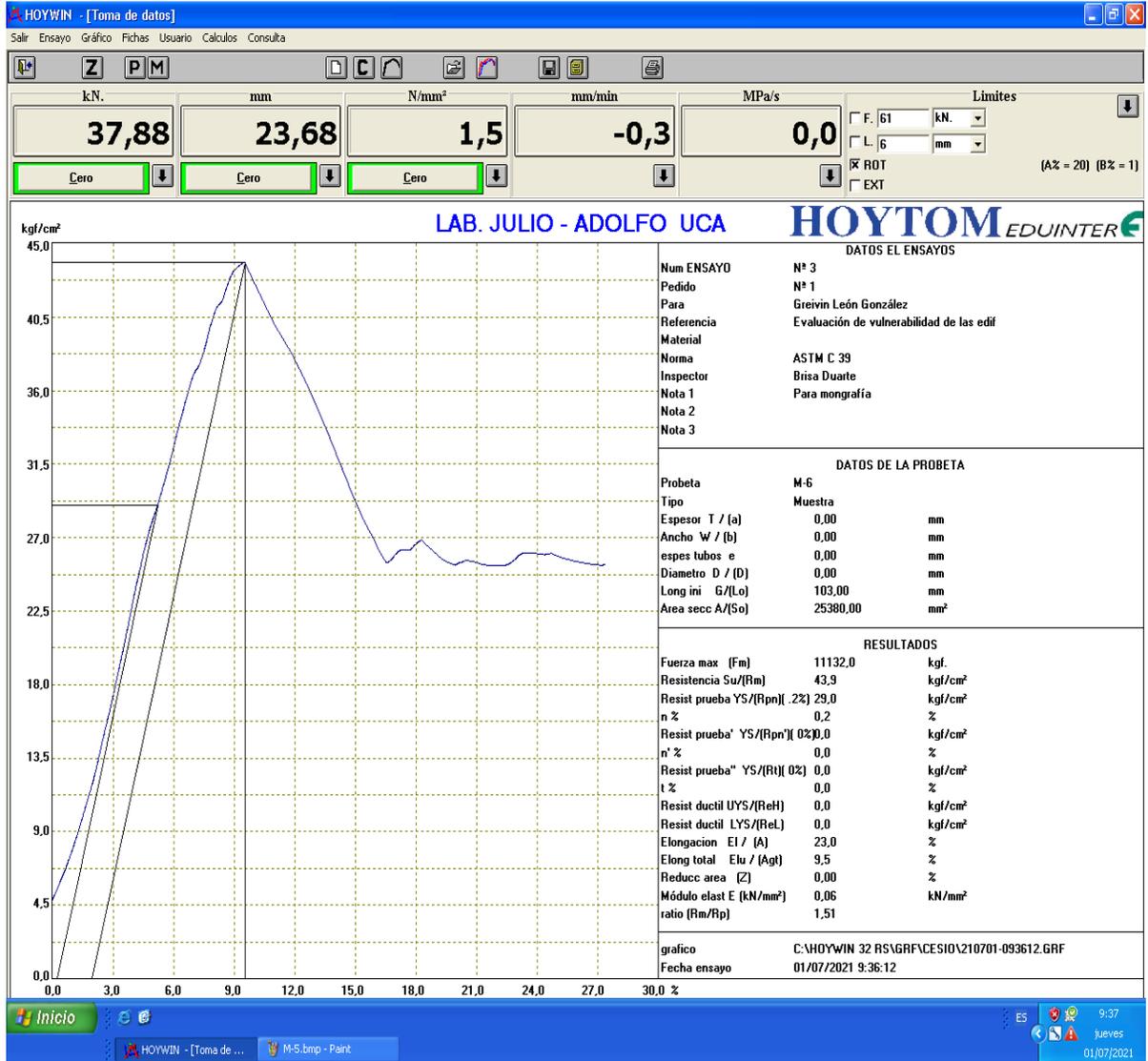
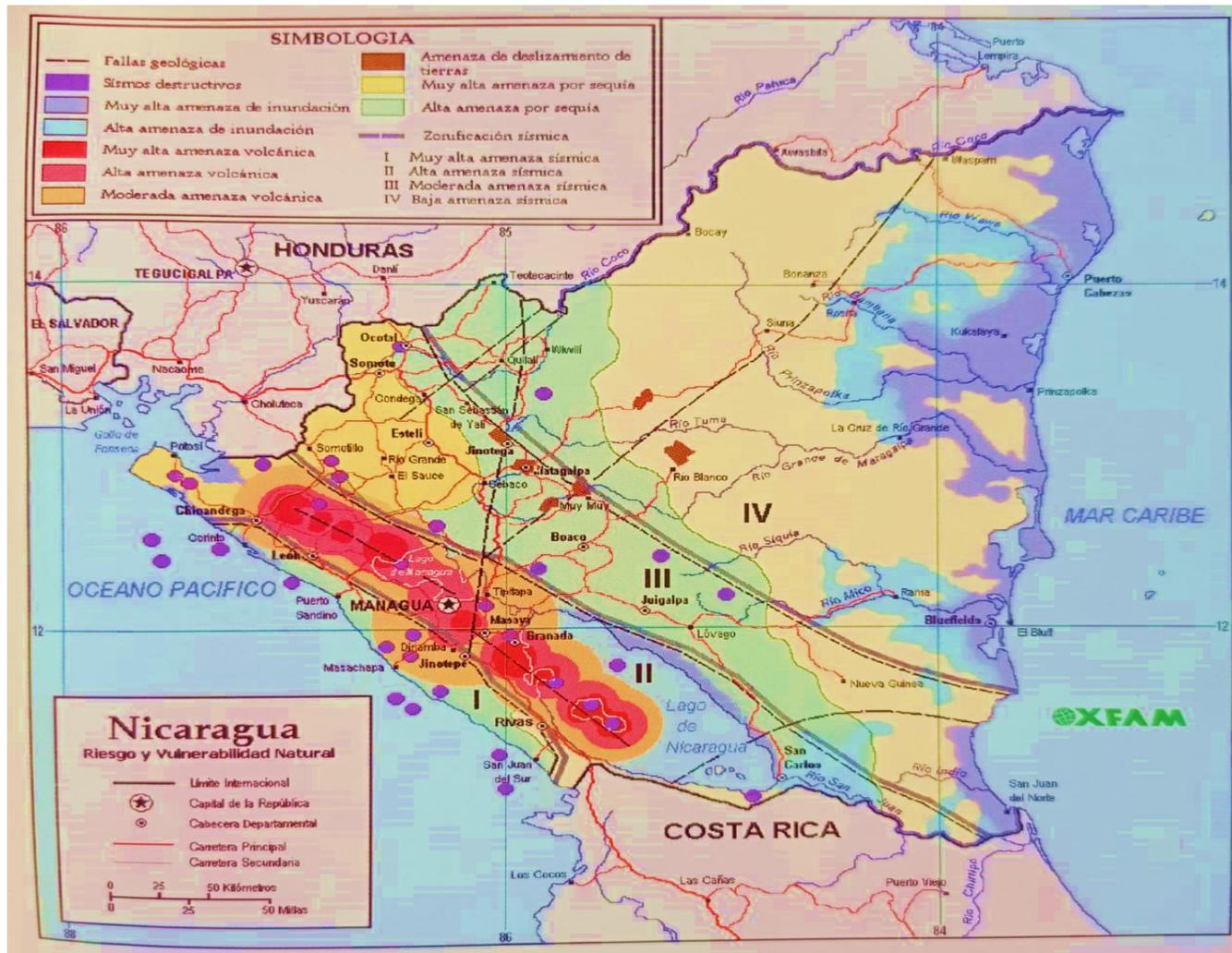




Figura 46 Mapa de riesgo y vulnerabilidades



Nota: Extraído de (Mapeo de Riesgos y Vulnerabilidad en Centro América y México, 1999)

# PLANOS