



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**

UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

INGENIERIA GEOLOGICA

El Impacto de la Caída de Ceniza del Volcán Momotombo en la Comunidad

Puerto Momotombo del Municipio La Paz Centro

SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TÍTULO

INGENIERO GEOLOGO

PRESENTADO POR

Br. Xochilt Karina Moreno Núñez.

TUTOR

MSc. Gema Velásquez

ASESOR:

MSc. Eveling Espinoza Jaime

Asesor Metodológico: MSc. Karen Acevedo Mena.

Enero 2021

DEDICATORIA

Le dedico esta investigación a mi padre celestial por haberme dado sabiduría, entendimiento, tolerancia, perseverancia para poder llegar a culminar una de las metas propuestas.

A mis padres por apoyarme incondicionalmente por el esfuerzo que hacen para sacarme adelante y llegar a ser una mejor persona con visión de futuro.

A nuestros docentes por tener la paciencia de enseñar y transmitir sus conocimientos para lograr concluir con éxito una carrera profesional.

Le dedico especialmente este estudio a mi motor de superación y mayor bendición a mi hija Sherlyng Torrez Moreno ya que con sus pequeños actos me apoyo para seguir adelante y no darme por bendecida.

Xochilt Moreno Núñez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a nuestro señor omnipotente por haberme regalado la fuerza, la fe y la motivación para realizar y hacer este trabajo realidad.

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a pesar de las dificultades que se atraviesan en la vida.

A los maestros por su ardua labor y paciencia que tienen para enseñar y formar profesionales con visión de futuro en especial a mi tutora Gema Velásquez que ha estado ahí para guiarme y orientarme en cada etapa de la realización de nuestra investigación.

Xochilt Moreno Núñez

Índice Texto

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
4. JUSTIFICACIÓN	5
5. OBJETIVOS	6
5.1.1. Objetivo general	6
5.1.2. Objetivos específicos	6
6. ASPECTOS GEOGRÁFICOS	7
6.1.1 Localización y Vías de acceso	7
7. MARCO TEÓRICO.....	9
7.1. Marco geotectónico de América Central.	9
7.2. Tectónica regional de Nicaragua:.....	10
7.3. Provincia de la depresión o graben de Nicaragua:.....	10
7.4. Cadena volcánica de Nicaragua:	11
7.5. Descripción del volcán Momotombo.....	12
7.5.1. Historia.....	12
7.5.2. Ámbito geodinámica.....	13
7.5.3. Efectos de las cenizas volcánicas	14
7.5.3.1. Caída de Cenizas del volcán Momotombo.....	14
7.6. Marco conceptual	15
7.6.1. Los depósitos por Caída de ceniza volcánica	15
7.6.2. Ceniza volcánica:	16
7.6.3. Tipología:	16
La tipología significa un elemento indispensable para la proyección, no tanto como método de análisis de las necesidades, como catálogo de prototipos que han definido y resuelto el esquema de necesidades. (BUSQUETS I., 1999).....	16
7.8. Historial eruptivo del volcán Momotombo.....	17
8. HIPÓTESIS	18
9. DISEÑO METODOLÓGICO	19
9.1.1. Enfoque.....	19
9.1.2. Descriptivo	19
9.2. Área de estudio	20

Población y Muestra.....	20
Datos Estadísticos	20
9.5.1.1. Revisión bibliográfica.	23
9.5.1.2. Fuente de información.	23
9.5.2. Etapa de campo	24
9.5.2.1. Instrumento.	24
9.5.2.3. Diseño de la encuesta.....	24
9.6. Procedimiento para la recolección de datos e información	25
Recorridos comunitarios	25
9.7. Plan de Análisis y procesamiento.....	26
9.7.1. Método utilizado	26
9.7.3. Calculo de la encuesta con el método Survey Monkey.....	27
9.7.8. Sistema de información geográfica (SIG)	28
10. Análisis y Discusión de Resultados.....	29
10.1. Amenaza por caída de ceniza en la comarca de puerto Momotombo.	29
10.1.1. Capacidad de la población para enfrentar un fenómeno volcánico.....	29
10.2. Resultados	29
10.2.1. Respuesta de la población ante una erupción volcánica	31
10.2.2. Conocimiento de la población en cuanto a albergues en puerto Momotombo grafico No 5.....	32
10.2.4. Daño en las viviendas de puerto Momotombo grafico 7.	34
10.2.5. Daños generados en las casas de puerto Momotombo por fenómenos naturales grafico 8.....	35
10.2.6. Tipo de materiales de los techos en las viviendas de puerto Momotombo grafico 9.	37
10.3.1 Consecuencias por caída de ceniza en los techos de las viviendas	38
10.4. Tipología de las viviendas de puerto Momotombo.	40
10.5. Clasificación de las diferentes viviendas de puerto Momotombo.	40
10.6. Se establecieron tres clases de cubiertas en las viviendas de puerto Momotombo	42
10.8. Variable sometida durante el estudio realizado en la encuesta son:	44
10.9. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	45
11. CONCLUSIONES:.....	46

12. RECOMENDACIONES:	47
13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
14. ANEXOS	51

Índice Mapas

Ilustración 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio	8
Ilustración 2: Marco geotectónico de América central basado en case et al. (1994), Donnelly (1994). Mann et al. (1990) y Meschede y Frisch (1998).	9
Ilustración 3: Mapa de la cadena volcánica de Nicaragua (Hodgson, 1998).	11
Ilustración 4: Mapa de Tipología de los techos de Puerto Momotombo.	43

Índice Tablas

Tabla 1 Geo referencia de las comunidades en riesgo.....	38
--	----

Índice Gráficos

Grafica 1: PRIMERA etapa de la encuesta, inserción del tema	26
Grafica 2: Ingreso de datos obtenidos de las encuestas realizadas en Puerto Momotombo.	27
Grafica 3: Daños que puede causar el volcán Momotombo.....	30
Grafica 4: Respuesta de la población ante una erupción volcánica.	31
Grafica 5: Conocimientos de población sobre rutas de evacuación y albergues... ..	32
Grafica 6: peligros por fenómenos naturales.....	33
Grafica 7: Daños generados en la población de puerto Momotombo.....	34
Grafica 8: Daños generados en las casas de puerto Momotombo.....	35
Grafica 9: tipo de techos en las viviendas de puerto Momotombo.	37

Índice Fotografías

Foto 1: Viviendas afectadas por la oxidación de los gases y caída de ceniza en la comarca de puerto Momotombo. (Frente a la casa comunitaria del sector de solidaridad 541432-1371981UTM).	36
Foto 2: Techo de vivienda oxidado (puerto Momotombo 542001-1371382 UTM) contiguo a la iglesia católica del sector patricio arguello.	39
Foto 3: Vivienda afectada por la ceniza volcánica obligo a los dueños de la infraestructura a colocar plástico debido al poco recurso económico. (Foto 3 Miralago 540717- 1372046 UTM Miralago).....	39
Foto 4: Casa de adobe y techo de tejas. (541645 – 1371323 Solidaridad).....	40
Foto 5: Casa de ladrillo y techo de zinc (541761- 1371139 Julio Fernando Loasiga).....	41
Foto 6: Casa de plástico con techo de nicalit (540730- 1371952 UTM sector Miralago).	41

RESUMEN

En área de estudio se ubica en el departamento de León y municipio de la Paz Centro, Nicaragua, a una altura de 127 m.s.n.m. (coordenadas UTM 13 73502N, 550171E). Para la realización de este trabajo se evaluó el impacto de la caída de ceniza del volcán Momotombo en las viviendas de la comunidad de Puerto Momotombo. Mediante una encuesta aleatoria realizada a la población, se obtuvieron datos de las diferentes afectaciones que genera la ceniza volcánica en los techos de las viviendas dependiendo de su tipología

Se utilizaron los mapas de modelos por caída de ceniza elaborado por INETER 2015, para correlacionar los diferentes grados de afectación por caída de ceniza, con los datos estructurales de las viviendas levantados en campos.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado “El Impacto de la Caída de Ceniza del Volcán Momotombo en la Comunidad Puerto Momotombo del Municipio La Paz Centro del Departamento de León” se desarrolló con el objetivo fundamental de evaluar el impacto de la caída de ceniza del volcán Momotombo, en la infraestructura de los techos de las viviendas.

Las características principales de este tipo de amenaza por caída de ceniza volcánica es el daño generados en los techos de las viviendas de puerto Momotombo debido a la falta de resistencia del material que hace referencia al aplastamiento y sepultamiento de los elementos expuestos frente a los cuales el ser humano y los elementos construidos (infraestructura) son muy vulnerables adicionalmente la caída de ceniza produce efectos como daños estructurales por sobrecarga en estructuras livianas.

Atraves de esta investigación se pretende dotar al estudiantado y a la población en general del conocimiento de orden científico encaminado en la formación de la concepción científica, si no también fomentar una conciencia social, actitud crítica y positiva para la búsqueda de alternativa, solución frente a los problemas sociales, ambientales y económico de la población.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes de estudios realizados en el área de investigación son pocos enfocados a este tema sin embargo los que se muestran a continuación contienen una descripción general de las diferentes amenazas volcánicas en el volcán Momotombo, los cuales se nombran a continuación:

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), (2001): (Amenazas Naturales de Nicaragua) Elaboró un estudio de los diferentes tipos de amenazas naturales de Nicaragua el cual se menciona la evaluación de la amenaza volcánica de volcán Momotombo y una breve reseña de historial eruptivo del año 1522 y 1609. Permitted conocer el nivel de daño natural que puede generar el volcán Momotombo en la localidad de Momotombo siendo las áreas aledañas al volcán las más afectadas.

Sistema Nacional de Prevención Mitigación y Atención de Desastre SINAPRED (2005): Realizó un estudio sobre la metodología de trabajo para la evaluación de los diferentes tipos de amenazas basadas en las técnicas usadas en los organismos rectores de Nicaragua la cual permitió brindar una mayor información veraz y objetiva a cada individuo de las diferentes localidades del municipio de la Paz centro.

Ministerio de Transporte e Infraestructura MTI (2011): La Nueva Cartilla de la Construcción indica los procedimientos y el tipo de pendiente adecuada para construir los techos de las viviendas ante la caída de ceniza. Considera el espacio de elevación de las viviendas para evitar el colapso de los techos por sobrecargas de la caída de ceniza.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), (2015): Mapa de simulación de escenarios de peligro por caída de ceniza el cual contiene diferentes grados de afectación por caída de ceniza del volcán Momotombo. Permitió identificar la dirección del viento lo que facilito la orientación de la caída de ceniza con respecto a la ubicación de las viviendas afectadas por la caída de ceniza.

Alcaldía de La Paz Centro (2017): Actualización del Plan Multiamenaza del municipio de La Paz Centro de la población de Puerto Momotombo. Permitió orientar a la población de las diferentes medidas de prevención del riesgo volcánico y las vías de accesos existentes.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A pesar de la tendencia de ver a los volcanes como un atractivo en el paisaje del territorio nicaragüense y fuente de riqueza que favorecen a la agricultura por su gran cantidad de minerales que poseen sus suelos, es necesario visualizar el hecho que también representan un riesgo para la población que se asienta en las faldas de los volcanes activos. Para ello es importante realizar estudios que aporten información sobre los diferentes peligros volcánicos que pueden darse durante una erupción volcánica.

Este estudio tiene como finalidad la evaluación del impacto por la caída de ceniza en los techos de las viviendas del municipio de Puerto Momotombo, por sobrecarga ante caída de ceniza, por erupciones del volcán Momotombo. La zona de estudio no cuenta con una investigación realizada en el tema del impacto de la caída de ceniza con un enfoque al daño de las viviendas de la comunidad de Puerto Momotombo lo que genera la pregunta ¿Qué medidas se deben tomar para evitar el riesgo de afectación a las viviendas que se encuentran expuesta a tal fenómeno y reducir el problema de la población?

El planteamiento del problema incluye la evaluación de la vulnerabilidad física, mediante encuesta a la población, para saber si han construido bajo las normas del reglamento nacional de la construcción, levantamiento de la tipología constructiva y el estado de conservación de las viviendas. A si mismo se incluye la percepción o el conocimiento de la población ante el riesgo

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo servirá como una herramienta para conocer las diferentes afectaciones por la caída de ceniza en las diferentes tipologías de los techos de las viviendas de la comunidad de Puerto Momotombo; Permitirá tomar decisiones a las autoridades municipales para la planificación territorial con el fin de reducir el riesgo que causan los depósitos de cenizas del volcán Momotombo, en la población del municipio de La Paz Centro y especial a la comunidad de Puerto Momotombo.

Lo que permitirá a las futuras generaciones estudiantiles interesadas en conocer las consecuencias generadas por la caída de cenizas en las viviendas aledañas al volcán Momotombo departamento de León municipio de la paz centro así mismo para la población en general y residente del área de estudio que desee enriquecer su conocimiento orientadas a las medidas de prevención ante un fenómeno natural por caída de ceniza.

5. OBJETIVOS

5.1.1. Objetivo general

Evaluar el impacto de la caída de ceniza del volcán Momotombo en la comunidad de Puerto Momotombo del municipio de La Paz Centro Departamento de León.

5.1.2. Objetivos específicos

Identificar las diferentes tipologías de viviendas afectadas por la caída de ceniza del volcán Momotombo, en la comunidad de puerto Momotombo.

Realizar niveles de amenaza en las comunidades de puerto Momotombo en base a la afectación por la caída de ceniza con relación al mapa de INETER 2015.

Proponer medidas de mitigación ante la caída de ceniza del volcán Momotombo.

6. ASPECTOS GEOGRÁFICOS

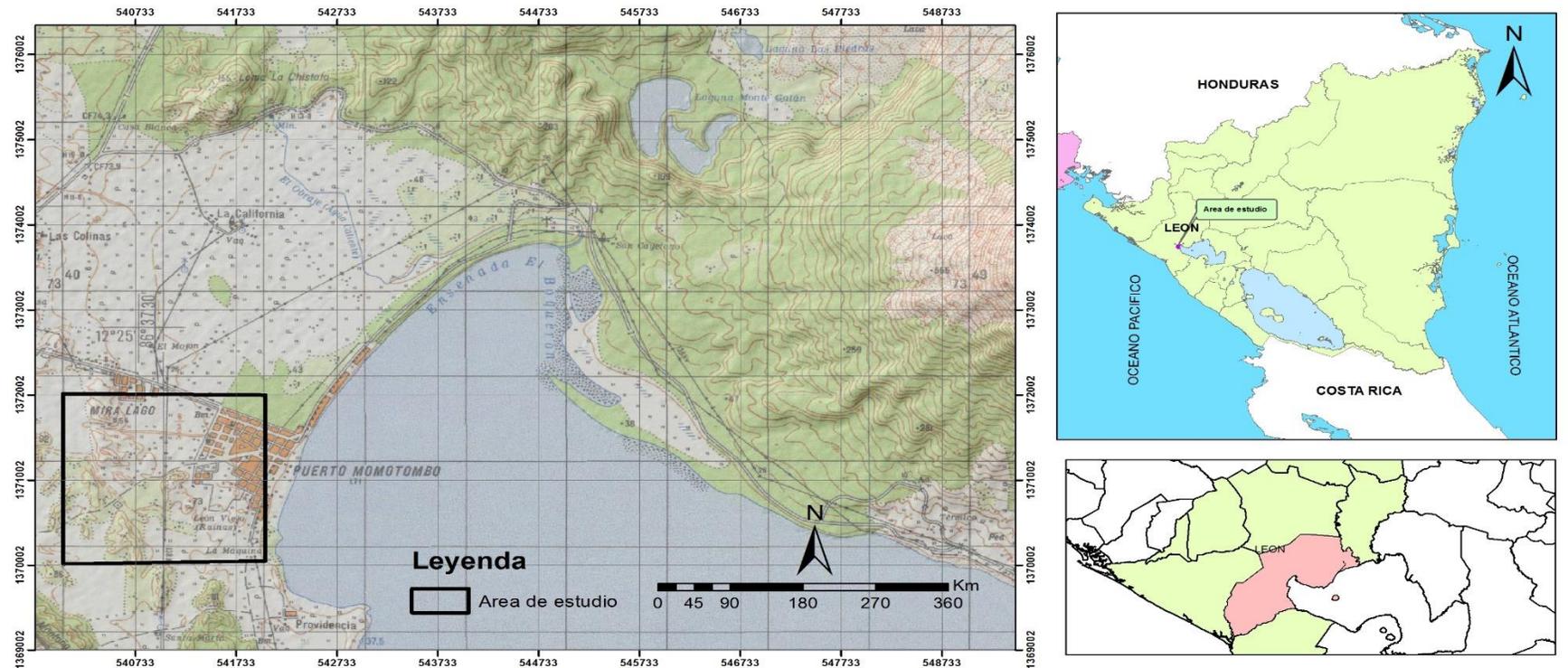
6.1.1 Localización y Vías de acceso

La comarca de Puerto Momotombo está ubicada al occidente de la ciudad de Managua en el municipio de La Paz Centro Departamento de León, limita al Norte con el municipio de Larrañaga y El Jicaral, al Sur con el municipio de Nagarote, al Este Municipio de Nagarote y lago Xolotlán y al Oeste con el municipio de León (INIDE, 2008).

6.1.2 Vías de acceso:

Las principales vías de acceso son: Viajando 52 km por la carretera viaja a León (NIC 12) hasta llegar al km 60, ahí se gira a la izquierda (Oeste) 7.8 km hasta el empalme de Puerto Sandino (NIC 52), después se gira a la izquierda (Sur) 7.5 km hasta llegar al pueblo La Gloria (carretera 52B), luego 1.5 km al Oeste hasta llegar Al velero (Figura No 1. Mapa de ubicación).

MAPA DE UBICACION DE AREA DE ESTUDIO



	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN-MANAGUA</p>	<p>Tema: Impacto de caída de ceniza del volcán Momotombo en Puerto Momotombo, Nicaragua</p>	<p>Elaborado por: Br. Xochilt karina Moreno Nuñez Asesor: MSc. Eveling Espinoza Revisó: MSc. Gema Velasquez</p>
		<p>Escala: 1:41,082</p>	<p>ELIPSOIDE ----- WGS 1984 CUADRICULA ----- 1.000 METROS UTM ZONA 16 PROYECCIÓN ----- TRANSVERSA DE MERCATOR DATO VERTICAL ----- NIVEL MEDIO DEL MAR DATO HORIZONTAL ----- WGS 84 REFERENCIA ----- HOJA TOPOGRAFICA 2853-II</p>

Ilustración 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio

7. MARCO TEÓRICO.

7.1. Marco geotectónico de América Central.

El vulcanismo en América Central resulta de la interacción de la triple convergencia de las placas de Norteamérica, Cocos y del Caribe. La placa oceánica de Cocos se subduce por debajo de las placas continentales norteamericana y del Caribe contribuyendo a que se forme el arco volcánico que conocemos como Cordillera Volcánica Centroamericana a lo largo de unos 1.500 kilómetros desde Guatemala hasta Panamá, han estado evolucionando a lo largo del Cenozoico (Dengo, D y Case, J., 1990).

La dirección de subducción de estas dos placas es de N31°E, a una velocidad de 8 a 9 cm por año, con un ángulo aproximado de 80°, decreciendo hacia la parte Sur de Nicaragua hasta alcanzar los 60° en Costa Rica, se reflejan en la tectónica y la geología estructural del istmo Centroamericano.

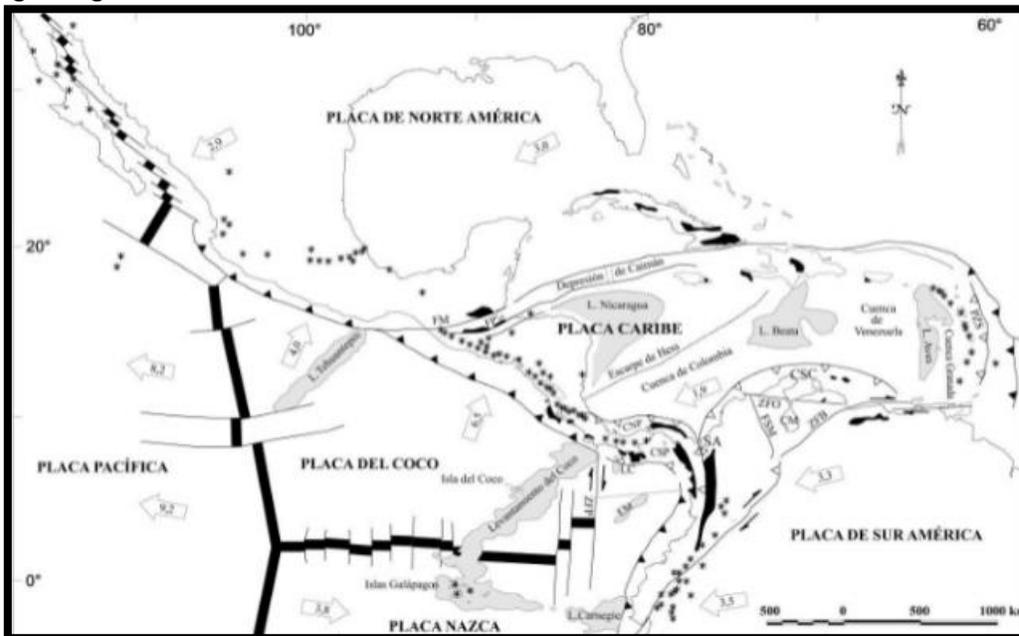


ILUSTRACIÓN 2: MARCO GEOTECTÓNICO DE AMÉRICA CENTRAL BASADO EN CASE ET AL. (1994), DONNELLY (1994), MANN ET AL. (1990) Y MESCHÉDE Y FRISCH (1998).

7.2. Tectónica regional de Nicaragua:

Nicaragua se ubica en el margen de la placa del Caribe (corteza continental), la cual se encuentra en contacto con la placa Coco (corteza oceánica) en un proceso oceánico de subducción (Frez y Gómez, 2018). La fosa mesoamericana marca el contacto entre estas placas como consecuencia de esta subducción. Se origina la depresión de Nicaragua definida por una zona alargada paralela a la fosa Mesoamericana. (Molinar y Sykes, 1969).

Según algunos autores esta depresión empezó a formarse a finales del Cenozoico, producto de los esfuerzos de la tensión local que actúa en la cresta de un anticlinal, esta se extiende a lo largo de toda la extensión de la costa Pacífica de Nicaragua tiene de 45 a 50 km de ancho, como consecuencia de la compresión regional que existe sobre la fosa Mesoamericana. (Molinar y Sykes, 1969).

A finales del Plioceno en el extremo noroeste de la depresión inicia el vulcanismo que dio origen a la cadena volcánica de América Central, en Nicaragua se extiende desde el volcán Cosiguina en el norte hasta el volcán Madera en el sur (Molinar y Sykes 1969).

7.3. Provincia de la depresión o graben de Nicaragua:

Se formó durante el Mioceno-Plioceno después de las erupciones Ignimbrítica del Mioceno Inferior y está compuesta principalmente por rocas del tipo volcánico de edad Cuaternaria (Mc Birney and Williams, 1968). El origen de esta depresión se atribuye a esfuerzos tensionales causados por la subducción de la Placa de Cocos por debajo de la placa del Caribe, dando lugar a la formación de la Cadena Volcánica activa del Cuaternario (Kuang, 1971 y Weinberg, R. 1990). Esta provincia se extiende desde el Golfo de Fonseca hasta el extremo sureste de Nicaragua, con aproximadamente 70 Km de ancho y 300 Km de longitud y con dirección Noroeste-Sureste.

7.4. Cadena volcánica de Nicaragua:

Evidencias indican que la cadena volcánica está restringida dentro del límite de la zona de convergencia de las placas Cocos y Caribe y paralela a la Fosa Mesoamericana en la costa del Pacífico y que está relacionada con la zona de fallas paralela a la costa del Pacífico que inicia aproximadamente en la frontera de Guatemala hasta Costa Rica (esta zona de falla tiene dirección NW, SE) (Hodgson, 1998).

La cadena volcánica de Nicaragua presenta un desplazamiento en el oeste de Managua que está comprendido entre la península de Chiltepe y la caldera de Masaya. Se encuentra marcado por el lineamiento de Nejapa-Miraflores con dirección Norte-Sur en un complejo sistema de fallas y conos volcánicos, muchos de los cuales se encuentran dentro de los límites de la ciudad de Managua (Kutterolf et al, 2007), (Fig. 3).

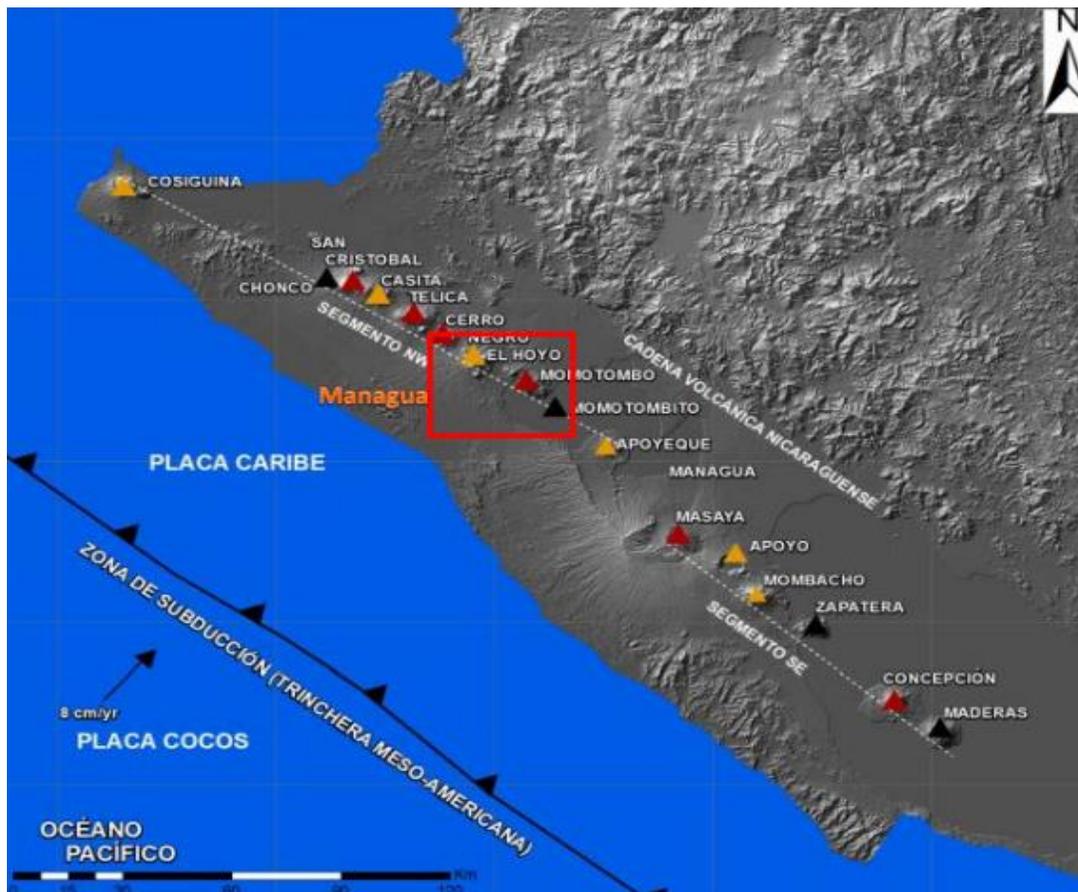


ILUSTRACIÓN 3: MAPA DE LA CADENA VOLCÁNICA DE NICARAGUA (HODGSON, 1998).

7.5. Descripción del volcán Momotombo.

El volcán Momotombo es un cono casi perfecto, con la cumbre desprovista de vegetación, que alcanza unos 1,250 metros sobre el nivel del lago de Managua.

El cráter, abierto por una colada de lava que se derramó sobre la ladera norte en el 1905, se encuentra permanentemente humeante debido a varias fumarolas que se desprenden de sus paredes internas. (MARENA-PROTIERRA-CBA Informe Final Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible FUNDENIC-SOS, 2006).

Al pie y oeste del cono se abre la antigua caldera de Monte Galán, una depresión circular de 4 km de diámetro y 200 m de profundidad en parte por antiguas lavas del Momotombo y por la presencia de un cono (Cerro Montoso) de 500 m de altura localizado sobre el borde occidental. La caldera Monte Galán, es la más antigua del Momotombo, la cual dejó depósitos de pómez esparcidos en las lomas al norte del volcán. La isla de Momotombito, situada en medio del lago de Managua y al este del volcán principal, es un cono apagado de basalto que se alza unos 350 m sobre el nivel de las aguas circundantes. No presenta cráter en su cumbre, salvo uno que está hundido en la base suroeste del cono. Un pequeño islote plano y rocoso (Rosa), se localiza muy cerca de la costa. (MARENA-PROTIERRA-CBA Informe Final Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible FUNDENIC-SOS, 2006).

7.5.1. Historia

El Momotombo, cuyo nombre náhuatl se traduce como "gran cumbre hirviente", estaba en erupción en 1524, a la llegada de los conquistadores españoles, que no obstante las amenazas del volcán fundaron la ciudad de León (Viejo) a orillas del lago de Managua frente al volcán, la cual fue destruida por un terremoto en 1610. En los siglos subsiguientes repitió sus erupciones en forma espaciada; la última vez en enero de 1905, cuando emitió una colada de lava que quemó y arrolló el bosque en la falda norte. Desde entonces ha permanecido tranquilo. La isla Momotombito,

llamada por los indígenas Cocobolo, por la abundancia de ñámbares fue un santuario arqueológico precolombino. En 1850 el explorador norteamericano Ephraim Squier descubrió y describió varias estatuas labradas entre sus rocosas laderas. Evaluación y Redefinición del Sistema de Áreas Protegidas Complejo Momotombo-Momotombito de las Regiones Pacífico y Centro Norte de Nicaragua (MARENA-PROTIERRA-CBA Informe Final Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible FUNDENIC-SOS, 2006).

7.5.2. Ámbito geodinámica.

Condiciones geológicas

El área del Complejo Momotombo, al igual que el resto de la cadena volcánica del Pacífico es considerado de alta actividad sísmica y volcánica. Las erupciones del Momotombo han sido de tipo Stromboliano, con emisión de cenizas, algunas veces acompañadas con flujos de lavas. Las poblaciones más expuestas a esta actividad son Puerto Momotombo, La Paz Centro y Nagarote. Igualmente, vulnerable es la región a los movimientos sísmicos, aunque no existen registros históricos de terremotos, salvo el que destruyó León Viejo. (Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible FUNDENIC-SOS, 2006).

Condiciones edafológicas

Los suelos alrededor del complejo están formados por la superposición de piroclastos de textura arenosa, producto de las últimas erupciones del Momotombo, siendo por tal razón porosos, lo cual facilita la rápida infiltración del agua. Cerca de la base del volcán hay rocas basálticas, así como un campo de piedra pómez hacia el norte, lanzada por la explosión antiquísima de la caldera de Monte Galán. Evaluación y Redefinición del Sistema de Áreas Protegidas Complejo Momotombo-Momotombito de las Regiones Pacífico y Centro Norte de Nicaragua (MARENA-PROTIERRA-CBA Informe Final Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible FUNDENIC-SOS, 2006).

7.5.3. Efectos de las cenizas volcánicas

7.5.3.1. Caída de Cenizas del volcán Momotombo

La emisión de cenizas originadas por las erupciones en el volcán Momotombo, es considerado de alta probabilidad, por las características y antecedentes históricos de este volcán. El grado de amenaza va a ser menor a medida que aumente la distancia a los centros de emisión, el cual es el caso para puerto Momotombo y sus alrededores, debido a la cercanía que se encuentra el poblado y la dirección del viento predominante en esa zona. (SINAPRED, 2005).

Además, todo el municipio podría verse involucrado por un evento de este tipo, pero el nivel de afectación estará en dependencia de la cantidad de material emitido y de la dirección de los vientos en el momento de emisión. Por esto se consideran en mayor riesgo los sectores al Oeste y Suroeste del centro eruptivo. Virtualmente, se consideran en riesgo el 100% de la población de Puerto Momotombo incluyendo áreas de cultivo (SINAPRED, 2005).

Donde los casos de mayor incidencia en la persona serian de enfermedades oculares y respiratorias sobre todo en los sectores más vulnerables de la población, como niños y ancianos. La acumulación de estratos de cenizas podría causar desplomes de las viviendas más vulnerables.

Además, la caída recurrente de ceniza de darse en temporada de invierno podría causar el aislamiento e incomunicación temporal de Puerto Momotombo, ya que la Ceniza acumulada en las vías de acceso ya sea principales o alternas, formaría lodos y fangos al entrar en contacto con el agua (SINAPRED 2005).

En base a la historia del volcán Momotombo durante la erupción el 11 de enero de 1609 causo la destrucción del poblado español cuyas ruinas se conocen como León viejo sus pobladores decidieron trasladarse al asentamiento original la actual ciudad de León, tras permanecer en relativa calma desde 1886 entró en erupción en el año

1905 y dejó un río de lava solidificada, la actividad comenzó a ser monitoreada en el año 2000 debido a la alta temperatura que exceden los 500°C (Celsius) lo que ha facilitado la generación de energía geotérmica producto del calor volcánico.

El volcán Momotombo entró en estado de erupción en Nicaragua 110 años después de la última erupción ocurrida en 1905, la columna de gases y cenizas alcanzó 8.000 metros (INETER, 2000).

7.6. Marco conceptual

Una de las amenazas volcánicas que afecta el área de estudio (Puerto Momotombo) es la caída de ceniza que por efectos de los vientos predominante en la región (W-SW) afectan a las áreas aledañas al volcán.

7.6.1. Los depósitos por Caída de ceniza volcánica Se forman

Durante las explosiones volcánicas a partir de avalanchas de rocas calientes, que bajan por las laderas de los volcanes, o a partir de salpicaduras de lava líquida incandescente. La extensión de la caída depende principalmente de la altura a que la ceniza es proyectada en el aire, en erupciones mayores magnitud la columna de ceniza puede alcanzar los 10 km y alturas mayores solo se alcanzan raramente. (Walker, 1973).

7.6.2. Ceniza volcánica:

La ceniza se compone de finas partículas de roca volcánicas fragmentadas (de menos de 2 mm de diámetro). Por ello la columna eruptiva las eleva a gran altura donde son arrastradas por el viento a grandes distancias, dando lugar al proceso de enfriamiento, su tamaño puede variar desde ser como una arenilla hasta ser tan fina como los polvos de talco dependiendo del tipo de volcán y de la forma de erupción, su color puede ir desde un tono gris claro hasta el negro (CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRE, 20017).

7.6.3. Tipología:

La tipología significa un elemento indispensable para la proyección, no tanto como método de análisis de las necesidades, como catálogo de prototipos que han definido y resuelto el esquema de necesidades. (BUSQUETS I., 1999).

En el estudio tipológico es posible conocer las características relevantes y distinguibles de una representación edificada surgiendo un patrón de reconocimiento basado en reglas y normas abstractas para evitar una confusión ante otros grupos o conjuntos edificados. Esta representación edificada es también llamada representación gráfica, ya que se basa en elementos de apoyo como: planos, cortes, fachadas, los cuales fueron resultado de la interpretación de necesidades físicas, biológicas y sociales de cierto grupo de usuarios (AYMONINO 1973, SELEENE GALEANO CRUZ, 2008).

7.8. Historial eruptivo del volcán Momotombo

Entre las fechas de acontecimiento de actividad volcánicas del Momotombo se encuentran basados (INETER):

- 1522 Presentó marcada actividad eruptiva.
- 1609 Estuvo en erupción y debido a la gran cantidad de sismos en esa región, la ciudad de León Viejo fue trasladada en 1610 al lugar que actualmente ocupa la ciudad de León.
- 1764 Fuerte erupción.
- 1870 Produjo potentes y prolongados retumbes.
- 1885 En octubre estuvo arrojando gran cantidad de humo y produciendo retumbes cada 15 minutos.
- 1886 En el mes de febrero se observó fuego en el cráter durante las noches y el 20 de mayo entró en violenta erupción arrojando grandes cantidades de humo y ceniza hacia el lado de occidente y lava en dirección a Managua. El día 23 fueron completamente oscurecidas las ciudades de León, Corinto y Chinandega por una densa nube de ceniza procedente del volcán en erupción.
- 1905 Erupción. Flujo de lava.
- 1918 Durante el mes de abril arrojó gran cantidad de humo.
- 2005 Actividad sísmica, magnitud 3 en la escala de Richter.
- 2014 Actividad sísmica, magnitud 6.2 en la escala de Richter.
- 2015 Luego de 110 años de calma, el 1 de diciembre el volcán hizo una nueva erupción emanando cenizas, gases y lava.
- 2016 El 3 de enero a las 4:22 de la madrugada, el volcán registró una explosión de gases y material incandescente, sin provocar daños.
- 2016 El 27 de febrero a las 9:01 de la noche, registró una fuerte erupción que estremeció los techos de la ciudad de León.

8. HIPÓTESIS

La alta vulnerabilidad de los techos de las viviendas de la comunidad de puerto Momotombo propician el alto impacto de colapsos de techos por caída de ceniza en un evento de mayor magnitud.

9. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1. Tipo de estudio

9.1.1. Enfoque

Las técnicas cuantitativas: recogen la información mediante cuestiones cerradas que se plantean al sujeto de forma idéntica y homogénea lo que permita su cuantificación y tratamiento estadístico, trata de cuantificar, medir y graduar los fenómenos y su intensidad. Es una investigación realizada a una muestra representativa de un colectivo, mediante preguntas estandarizadas que intentan medir la distribución de dicho colectivo.

Se considera que para el tipo de estudio que se está realizando y su temática involucra a varios actores es importante que exista la participación ciudadana por ello se ha escogido un enfoque cuantitativo

9.1.2. Descriptivo

Según B. Deobol, (2008) el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de datos, si no a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

9.2. Área de estudio

Puerto Momotombo se encuentra localizado en el sector noroeste del lago de Managua (Xolotlán) en el Municipio de la Paz Centro, Departamento de León, se encuentra en la zona de amortiguamiento del volcán y tiene una elevación de 1,258 m.s.n.m. ha presentado 16 actividades volcánicas reportadas desde el año 1522 en su historia eruptiva.

9.3. Universo y Muestra

Población y Muestra

El tipo de muestreo utilizado es Probabilístico Regulado Según Víctor Abril (2008) es cuando los elementos son seleccionados en forma individual y directa. Todos los integrantes de la población tienen la misma probabilidad de ser parte de la muestra.

Datos Estadísticos

Para calcular el número total de encuestado se utilizó un método probabilístico, se eligió este método porque se basa en el principio de equiprobabilidad, esto quiere decir que todos los individuos de la muestra seleccionada tendrán la misma posibilidad de ser elegidos donde “N” es el total de casa a encuestar.

Calculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población (finita)

$$n = \frac{K^2 P Q N}{E^2(N - 1)K^2 P Q}$$

K= nivel de confianza 95% = 1.96

P= proporción de elementos que poseen las características deseadas = 0.5

q = proporción de elementos que no poseen las características

N= total de universo / población= 858 (casas)

e= margen de error 5%= 0.05

$$n = (1.96)^2 * (0.5)(0.5)(858) / [(0.05)^2 * (858-1)] + (1.96)^2 * (0.5)(0.5)$$

$$n = 3.8416 * 214.5 / [0.0025 * (857)] + 3.8416 * 0.25$$

$$n = 824.02 / 2.1425 + 0.9604$$

$$n = 824.02 / 3.1029$$

$$n = 265.56 = \mathbf{265}$$

encuesta a realizar = 265 total

9.4. Definición y Operacionalización de Variable.

Objetivo general

Objetivos Específicos	Variable conceptual	Subvariable o Dimensiones	Variable operativo o indicador	Técnicas de recolección de datos e información.
Identificar las diferentes tipologías de viviendas afectadas por la caída de ceniza del volcán Momotombo, en la comunidad de Puerto Momotombo.	Teja liviana Teja pesada Cubierta en losa aligerada	Material zinc o aluminio. Material de tejonos o tejas de barro. Material de nicalit	menos resistente a la caída de ceniza Resistente a la caída de ceniza Cubiertas más resistentes ante el impacto de caída de ceniza	Recorridos Comunitarios (observaciones en campos) Método Survey Monkey (encuesta)
Realizar un muestreo de los diferentes grados de afectación en las comunidades de puerto Momotombo por la caída de ceniza con relación al mapa de INETER 2015.	Accesibilidad geográfica	Georreferencia de las viviendas	Mapa de ubicación de las viviendas	software de ArcGis 10.
Proponer medidas de mitigación ante la caída de ceniza del volcán Momotombo.	Accesibilidad a las vías de acceso.	Accesibilidad a la información.	Conocimiento de la población	Simulacros en el área de peligro.

9.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de recolección de datos

9.5.1. Etapa de gabinete.

Esta etapa consiste en la formulación del plan de trabajo inicial, donde se determinó mediante los objetivos propuestos.

Las áreas de caída de ceniza pueden ser identificadas en el campo partiendo de observaciones e interpretaciones generales de las viviendas y características tipológica que presenta el área de estudio. De igual forma la entrevista a los pobladores en esta etapa fue de mucha importancia ya que ellos son quienes conocen mejor su territorio o vivienda y tienen memoria de eventos anteriores que han sido afectados la zona y lugares específicos.

9.5.1.1. Revisión bibliográfica.

La metodología consistió en la recopilación de información bibliográfica y encuesta realizada en campo del área aledaña al volcán. Se tomaron en cuenta los aspectos como localización, geología, aspectos sociales: localidades del municipio, población, tipo de vivienda, distribución por edades y sexos, para reconocer a la población afectada por la erupción anterior del volcán.

9.5.1.2. Fuente de información.

Se recopiló información disponible de INETER, CD-SINAPRED y la Alcaldía del Municipio de La Paz Centro, para realizar un estudio de impacto de caída de ceniza. Posteriormente se seleccionó la zona afectada para llevar a cabo el estudio considerando el daño que genera la caída de ceniza sobre las viviendas. De esta forma se elaboró un cuestionario preliminar sobre la Evaluación del impacto de la caída de ceniza volcánica, la localidad elegida fue Puerto Momotombo la cual se subdivide en cinco barrios: Mira lago, Martin Roque, Solidaridad, Patricio Arguello y Julio Fernando.

9.5.2. Etapa de campo

En esta fase se utilizó un plan de trabajo donde se determinó la zona a trabajar, además se propuso la forma más eficaz para realización: recorrido comunitario.

9.5.2.1. Instrumento.

Entre los instrumentos analizados y estudiados, se ha considerado la aplicación de una encuesta a la población de manera aleatoria donde cada miembro tiene la posibilidad de ser elegido al azar lo que podrá facilitarnos la realización de la investigación y recopilar información complementaria para la obtención de mejores resultados.

9.5.2.3. Diseño de la encuesta

Se llevó a cabo el diseño y estructura de la encuesta de la siguiente manera:

La primera parte se basa en los datos generales de la persona entrevistada, como: sexo, edad, escolaridad, ocupación entre otras, con el propósito de conocer al entrevistado y relacionar sus respuestas.

La segunda parte busca conocer el grado de información que tiene la población sobre el volcán ante una erupción.

La tercera parte se discute la reacción que tienen las personas durante una erupción, es decir qué hacer y hacia dónde se debe desplazar durante una erupción volcánica del Momotombo.

La cuarta parte pretende conocer el tipo de vivienda y material de la infraestructura.

9.6. Procedimiento para la recolección de datos e información

El trabajo de campo consistió en visitar casa a casa para recopilar información plasmada en la encuesta de la encuesta, a cada habitante que se encontraban en calles, paradas y ventas de la localidad de puerto Momotombo para un estudio probabilístico, a un total de 3235 personas la cual se llevó de manera aleatoria donde cada individuo tenía la probabilidad de ser encuestado.

Se realizaron recorridos comunitarios para determinar vías de accesos al pueblo e identificar si existían rutas de evacuación, así como también se observaron las condiciones físicas alas que se encontraban expuestas los techos de las viviendas, las cuales observamos de manera directa que se encontraban parte de los techos oxidados.

Recorridos comunitarios

Sirvió para identificar y conocer las condiciones de cada una de las viviendas, así como también el aspecto físico donde se encuentran asentadas, tomando en cuenta su cercanía al volcán. Con este se generará un mapa, que podrá ser utilizado además como herramienta en la elaboración de planes de repuesta, que permitirá al técnico definir las rutas de evacuación y otras actividades que, como comunidad, deseen elaborar para reducir el riesgo de mayores daños en las viviendas.

Las áreas de caída de ceniza fueron identificadas en el campo partiendo de observaciones e interpretaciones generales de las viviendas y característica que presenta el área de estudio. Se realizó preguntas a los pobladores en esta etapa fue de mucha importancia ya que los pobladores son quienes conocen mejor su territorio o vivienda ya que tienen memoria de eventos anteriores que han afectado la zona y lugares específicos.

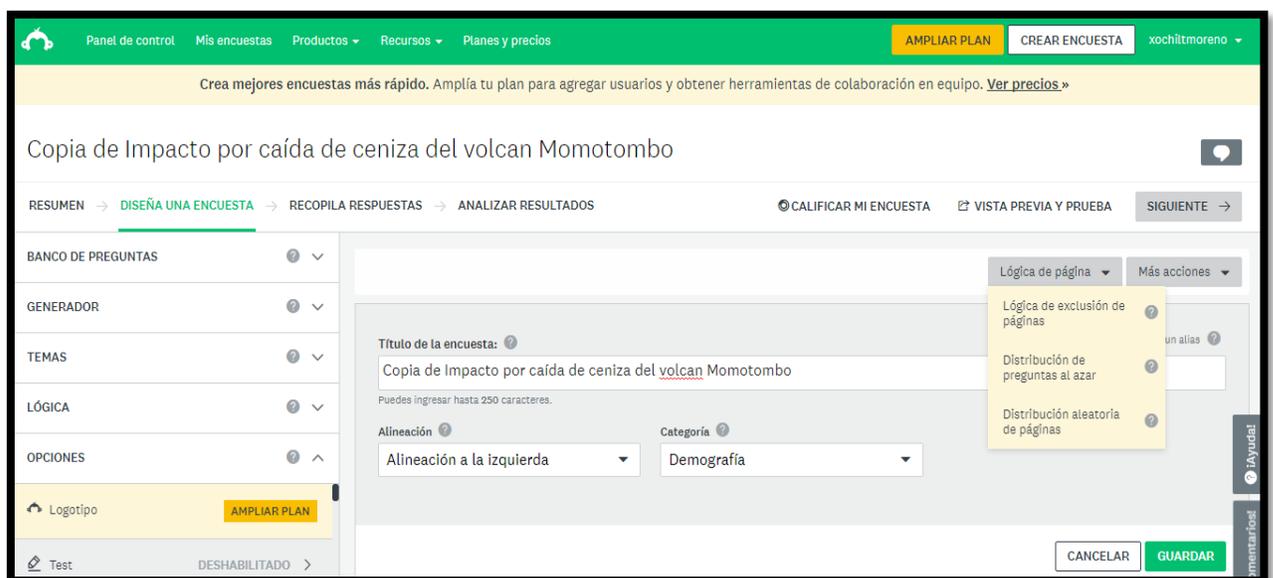
9.7. Plan de Análisis y procesamiento.

9.7.1. Método utilizado

Se utilizó el Software Survey Monkey se utilizó para la elaboración de las encuestas. Se ingresaban los datos de manera manual obteniendo los resultados de forma estadística. **(Graf. 1)**.

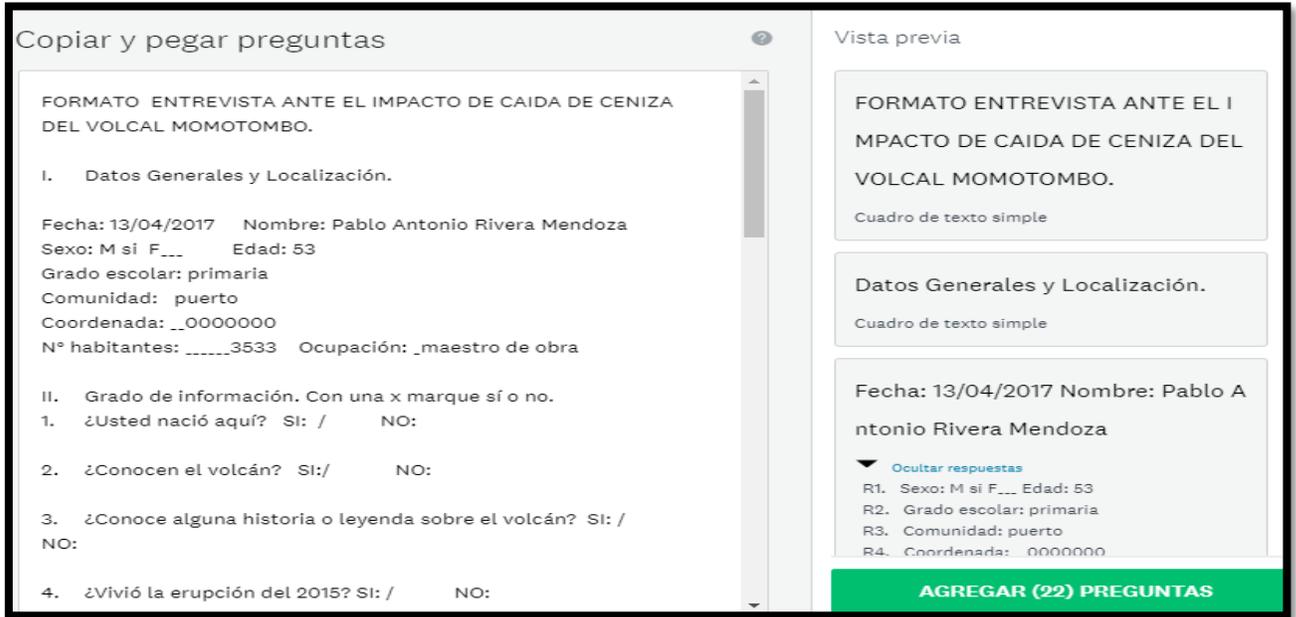
EL Software cuenta con más de 10 años de experiencia en encuestas y tecnología web, para obtener los conocimientos que se necesita para recopilar toda la información de una manera fácil durante el trabajo de campo.

(Graf.2)



The screenshot displays the SurveyMonkey 'DISEÑA UNA ENCUESTA' (Design Survey) interface. The main title is 'Copia de Impacto por caída de ceniza del volcan Momotombo'. The 'Alineación' (Alignment) is set to 'Alineación a la izquierda' and the 'Categoría' (Category) is 'Demografía'. A dropdown menu for 'Lógica de página' (Page Logic) is open, showing options: 'Lógica de exclusión de páginas', 'Distribución de preguntas al azar', and 'Distribución aleatoria de páginas'. The interface includes a navigation bar with 'RESUMEN', 'DISEÑA UNA ENCUESTA', 'RECOPILA RESPUESTAS', and 'ANALIZAR RESULTADOS'. A sidebar on the left contains 'BANCO DE PREGUNTAS', 'GENERADOR', 'TEMAS', 'LÓGICA', and 'OPCIONES'. The bottom right has 'CANCELAR' and 'GUARDAR' buttons.

GRAFICA 1: PRIMERA ETAPA DE LA ENCUESTA, INSERCIÓN DEL TEMA



GRAFICA 2: INGRESO DE DATOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS EN PUERTO MOMOTOMBO.

9.7.3. Calculo de la encuesta con el método Survey Monkey.

Este software es una herramienta sencilla basada con una metodología de encuesta y tecnología aplicada a una variante de interrogante el programa tiene como calcular la muestra:

¿Cómo analizar los resultados de la muestra?

Aparece una vista de datos, se crean gráficos, luego se usan los filtros para descargar los formatos. Se elabora un test agregando preguntas si estas son correctas se le da una puntuación.

¿Cómo dividir los resultados de la encuesta?

Una vez recopilada las respuestas de la encuesta se usan las reglas de filtrar comparar y mostrar esto nos sirve para conocer los patrones de los datos.

¿De qué manera se hace el informe de los datos?

Muestra las respuestas de la encuesta sin procesar luego aparece un resumen de los gráficos que depende las preguntas realizadas correctamente.

9.7.8. Sistema de información geográfica (SIG)

Este programa es una herramienta que nos permite georreferenciar en el mapa las viviendas de Puerto Momotombo. Una vez obtenida toda la información y procesada; los resultados se presentarán a través de:

A. Mapa de ubicación de las viviendas.

B. base de datos de la estructura de las viviendas.

Para visualizar el grado de afectación por caída de ceniza en las viviendas de la comunidad de Puerto Momotombo se utilizará el mapa del escenario de caída de ceniza, realizados por Instituto Nacional de Estudios Territoriales del año 2015 (INETER).

10. Análisis y Discusión de Resultados

10.1. Amenaza por caída de ceniza en la comarca de puerto Momotombo.

Puerto Momotombo se encuentra en una zona volcánica activa y es susceptible a este tipo de amenaza por caída de ceniza volcánica.

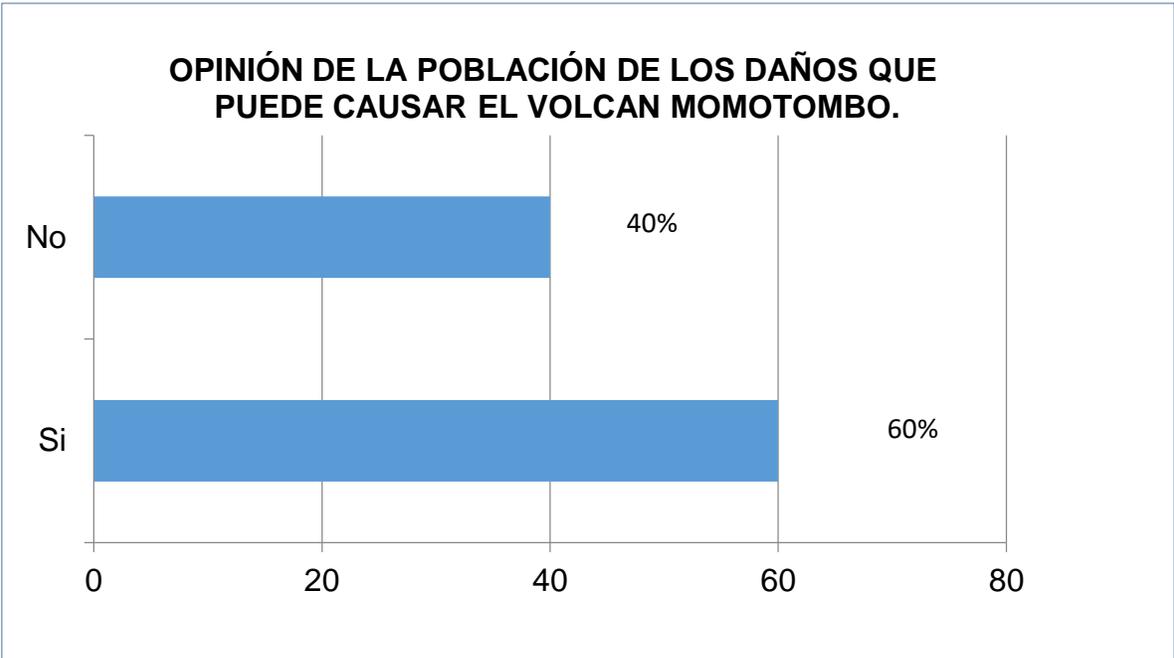
10.1.1. Capacidad de la población para enfrentar un fenómeno volcánico

Al interpretar los resultados de la encuesta sobre la capacidad de la población a enfrentar un fenómeno volcánico del volcán Momotombo se concluyó que gran parte de la población no tiene conocimiento de las medidas de prevención que se debe tomar ante tal evento. Los resultados de este análisis se representarán a través de gráficos que corresponden a un total de 265 encuestas las cuales se realizaron en 858 casas en el área de estudio.

10.2. Resultados

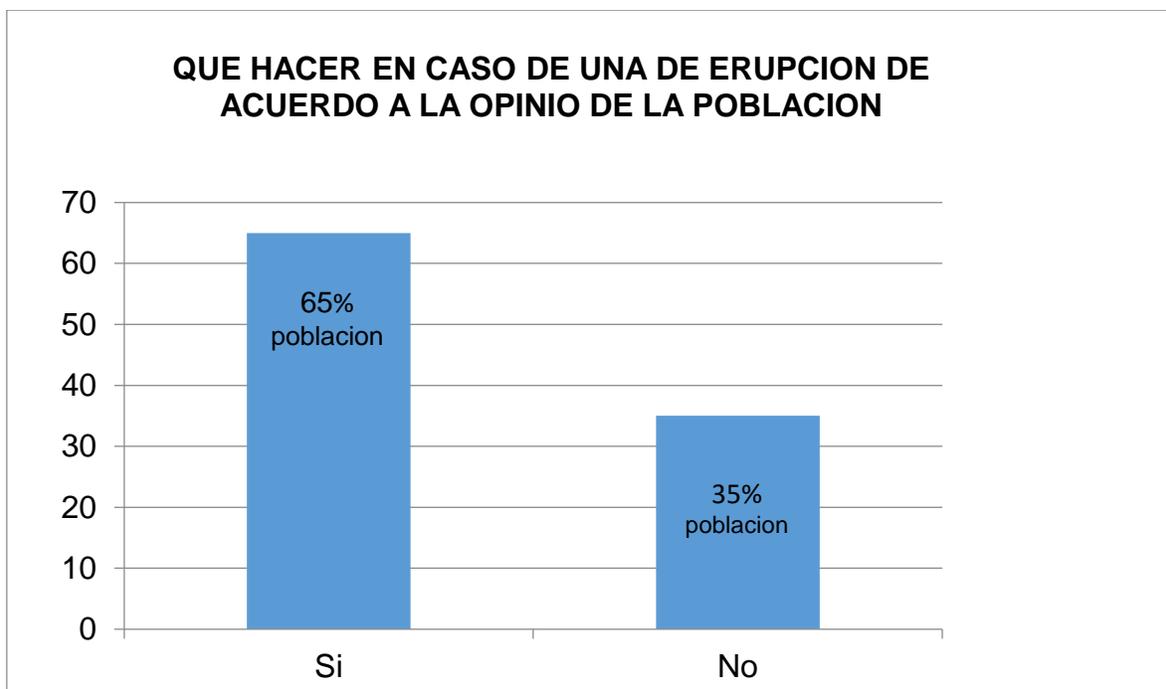
Se realizó una correlación de antecedentes significativos de la erupción más reciente del volcán Momotombo del 2015, en base a los datos recopilados del volumen de caída de ceniza se determinó la amenaza y se utilizó los espesores de caída de ceniza para determinar el grado de afectación que están expuestas la población y las comunidades de Puerto Momotombo, teniendo como resultado la elaboración del Mapa de Amenaza de caída de ceniza del volcán Momotombo en puerto Momotombo con relación al mapa de caída de ceniza del volcán Momotombo INETER 2015 a través de los levantamientos de espesores de ceniza del volcán Momotombo se realizó la modelación de los niveles de amenaza, para la elaboración del mapa se utilizó el software ArcGis 10.2.

Las presentaciones de los datos obtenidos en el levantamiento de campo se representan mediante gráficos, para tener una mayor visualización de la percepción de la población ante las diferentes amenazas volcánicas del volcán Momotombo.



GRAFICA 3: DAÑOS QUE PUEDE CAUSAR EL VOLCÁN MOMOTOMBO.

En el grafico 3 Se observan los diferentes daños que percibe la población ante un evento volcánico. El 60% de la población considera que una erupción volcánica podría generar daños al medio que habita (pérdidas humanas, daños materiales afectación en la economía, perdida de sus cultivos) ocasionando desastre a su comunidad mientras el 40% considera que no generaría ninguna consecuencia. (Grafico No 3).



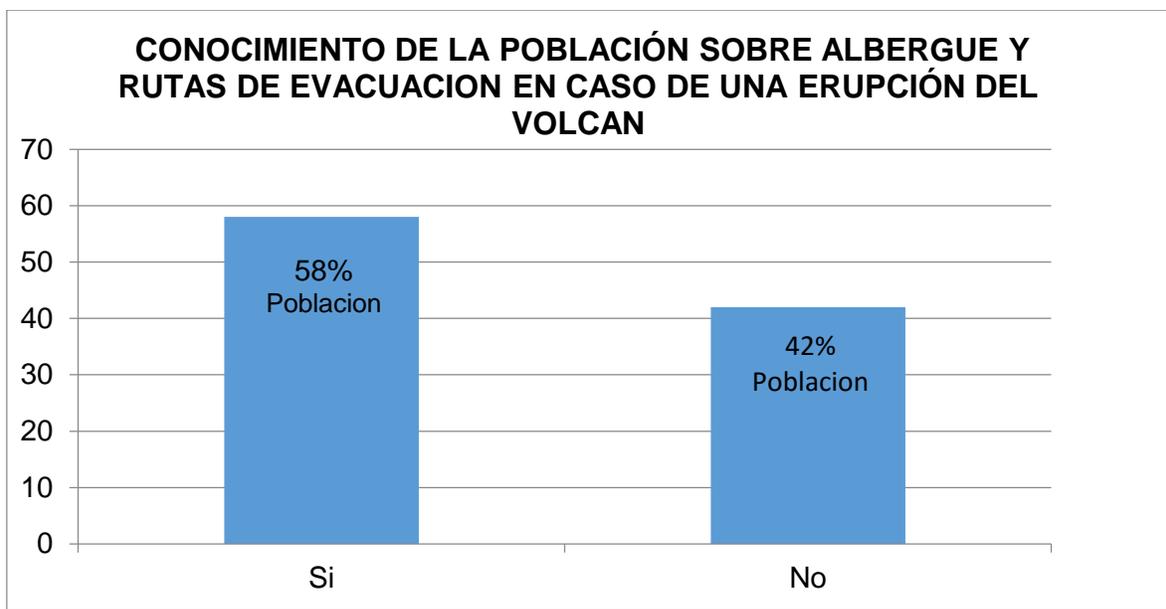
GRAFICA 4: RESPUESTA DE LA POBLACIÓN ANTE UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA.

10.2.1. Respuesta de la población ante una erupción volcánica

Existe un grado alto de amenaza volcánica en puerto Momotombo y sus alrededores ya que este se encuentra en una zona volcánica activa y en una zona de sismicidad asociado al volcán Momotombo y a fallas locales.

Grafico 4 vemos que el 65% de la población expresa saber que hacer durante un evento eruptivo afirma que lo mejor sería evacuar y salvar las vidas humanas, pero aducen que no han vivido una erupción volcánica, por lo que expresan miedo y ansiedad al generarse un evento de tal magnitud.

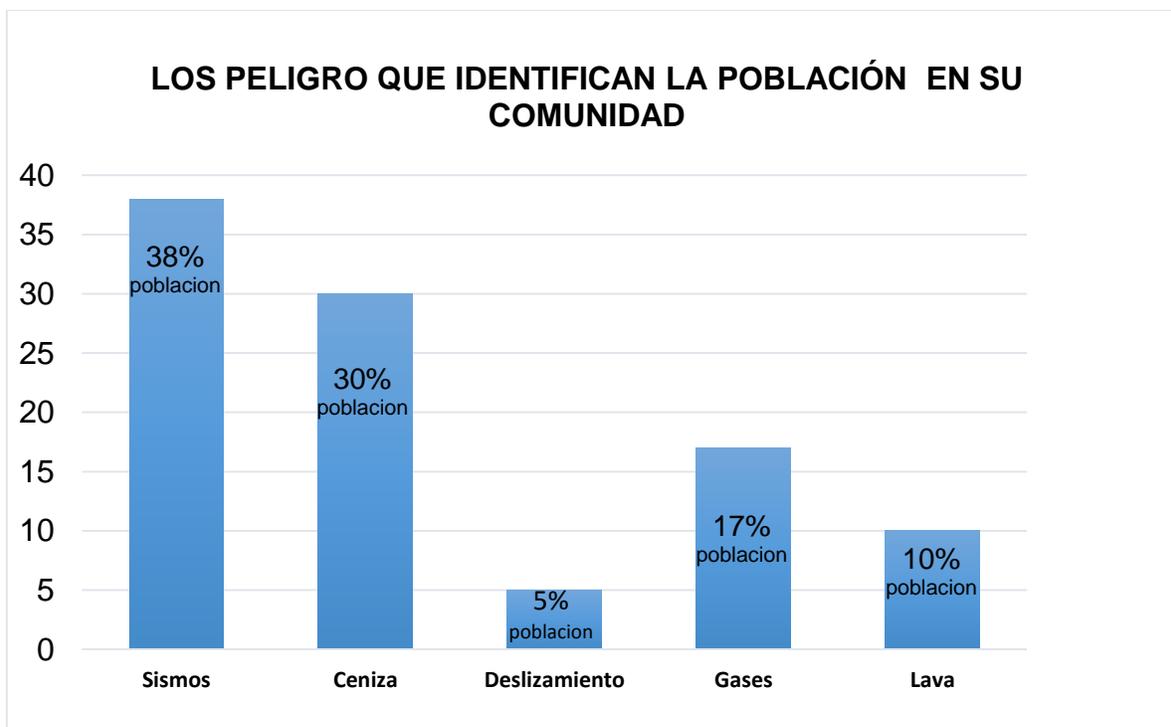
De acuerdo el 35% de la población encuestada expresa que no ha sido capacitada ante un evento eruptivo y que no sabrían que a ser ante una erupción ya que son personas de la tercera edad o discapacitados que aducen mejor esperar ayuda de las organizaciones.



GRAFICA 5: CONOCIMIENTOS DE POBLACIÓN SOBRE RUTAS DE EVACUACIÓN Y ALBERGUES.

10.2.2. Conocimiento de la población en cuanto a albergues en puerto Momotombo grafico No 5.

En el grafico 5 hace referencia de la existencia de albergues y rutas de evacuación en la comarca de puerto Momotombo el 58% de los encuestados aduce que los lugares donde se ubicarían serían en colegios, centro de salud y canchas áreas locales de la comarca aduciendo que estos puntos se verían afectados directamente por materiales expulsado por el volcán entre las rutas de evacuación mencionaron la carretera principal cabe señalar que la dirección de la calle está orientada con la dirección del viento, mientras el 42 % de la población a duce no tener conocimiento alguno de las rutas o albergues existente en la comarca.

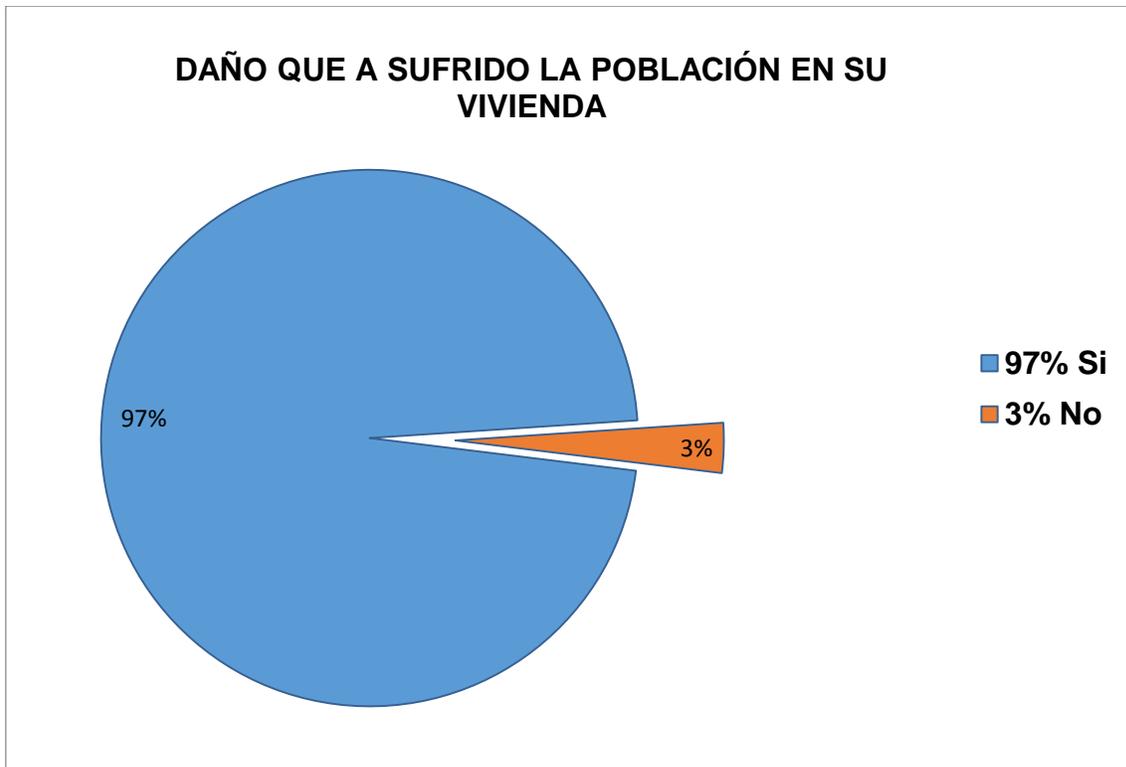


GRAFICA 6: PELIGROS POR FENÓMENOS NATURALES

10.2.3. Amenazas naturales que consideran los encuestados afectaría la comunidad de puerto Momotombo y sus alrededores Grafico No 6.

Muestra diferente respuesta de la población encuestadas, la amenaza por sismo ocupa el primer lugar el cual indica (38%) a mayor afectación en la comarca debido a que el volcán Momotombo se encuentra activo y a las fallas locales existente en el área seguido con la caída de ceniza (30%) de lo cual la población ya está acostumbrada a lidiar con este evento.

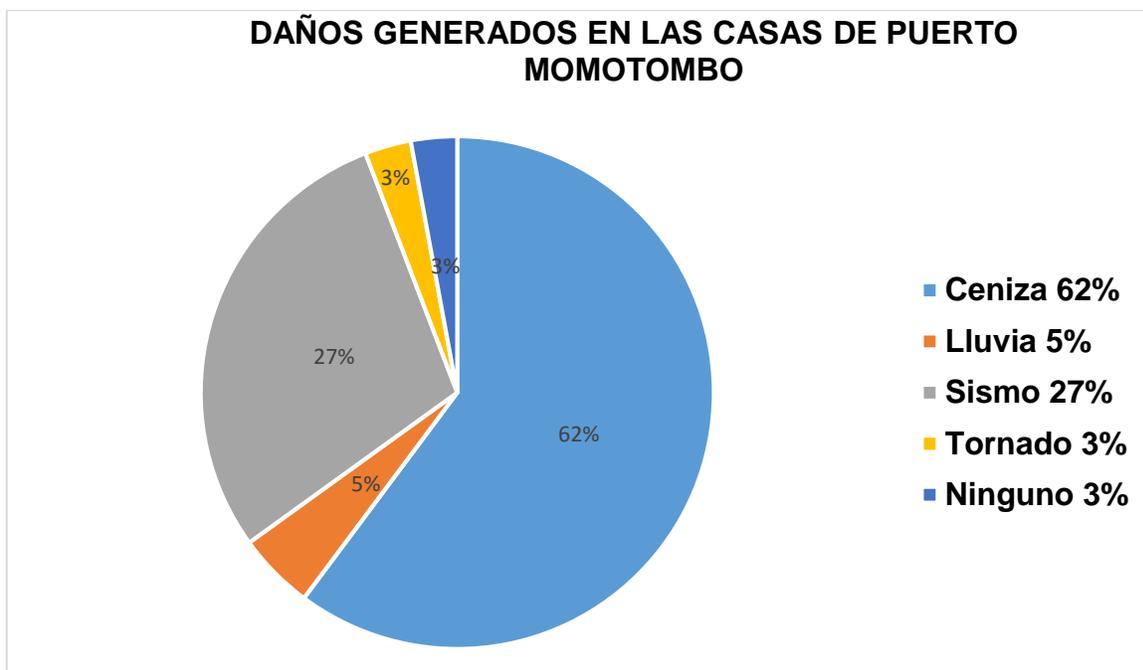
En un tercer puesto se ubican los deslizamientos con (5%) en cuarto lugar los gases con (17%) y la lava ocupa (10%). Las personas encuestadas aducen no haber vivido una erupción volcánica por lo que presentan un bajo nivel de conocimiento.



GRAFICA 7: DAÑOS GENERADOS EN LA POBLACIÓN DE PUERTO MOMOTOMBO.

10.2.4. Daño en las viviendas de puerto Momotombo grafico 7.

En el grafico 7 muestra que el 97 % de la población respondieron que han sido afectados directamente con la emanación de gases y caídas de cenizas lo que han generado daños a los techos de las viviendas tales como corrosión, oxidación y daños a la salud respiratoria en el caso de personas mayores de edad y niños pequeños. Mientras el 3% de los encuestados respondieron no tener afectación en sus viviendas.



GRAFICA 8: DAÑOS GENERADOS EN LAS CASAS DE PUERTO MOMOTOMBO.

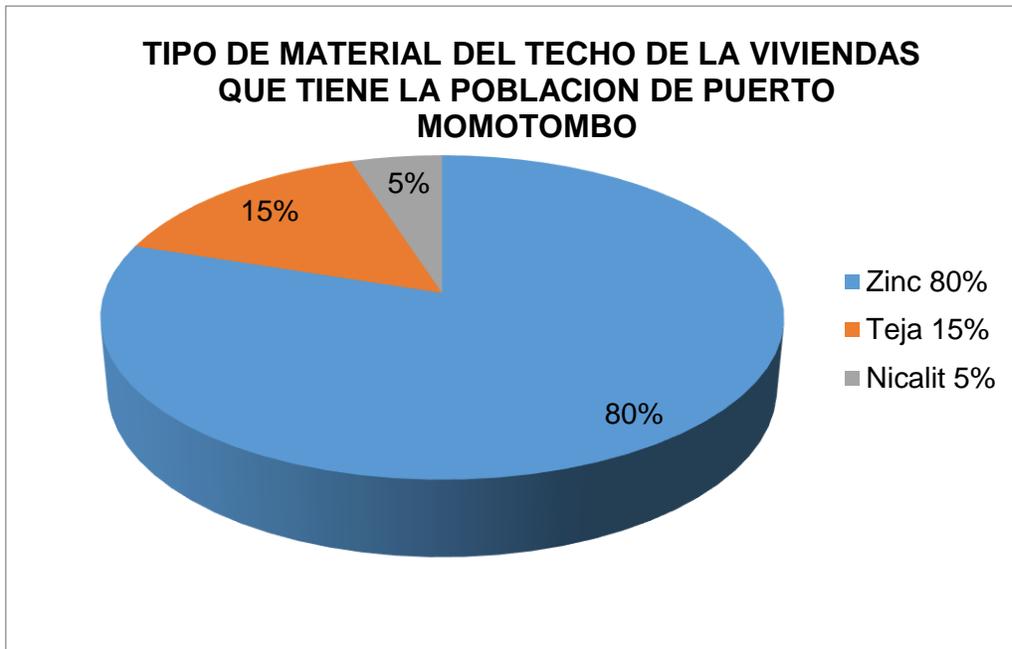
10.2.5. Daños generados en las casas de puerto Momotombo por fenómenos naturales grafico 8.

Al momento de la encuesta se observó que en la figura No.2.8. El 62% de las infraestructuras presentan malas condiciones tales como corrosión productos de gases y acumulación de ceniza las cuales se humedecen producto de la lluvia. 5% es afectada por lluvia dando lugar al 27% por sismo al estar activo el volcán genera ocasionalmente pequeños movimientos telúricos, la población respondió q la incidencia de tornada es mínima con un 3% y el otro 3% respondió que ninguna



FOTO 1: VIVIENDAS AFECTADAS POR LA OXIDACIÓN DE LOS GASES Y CAÍDA DE CENIZA EN LA COMARCA DE PUERTO MOMOTOMBO. (FRENTE A LA CASA COMUNITARIA DEL SECTOR DE SOLIDARIDAD 541432-1371981UTM).

Las cenizas volcánicas arrojadas por las erupciones volcánicas pueden provocar a mediano plazo daños en las infraestructuras de las viviendas lo que se puede observar en la (foto 1) donde la cobertura del techo se encuentra en condiciones oxidada producto de las emanaciones de gases y caída de ceniza estas pueden ocasionar que el techo colapse por el peso extra que representa sobre la cubierta que se generan durante pasadas erupciones volcánicas.



GRAFICA 9: TIPO DE TECHOS EN LAS VIVIENDAS DE PUERTO MOMOTOMBO.

10.2.6. Tipo de materiales de los techos en las viviendas de puerto Momotombo grafico 9.

Durante la visita a la comunidad de puerto Momotombo se observó en el grafico 9 que el material utilizado en la construcción de los techos es de zinc, lo que se confirmó mediante la encuesta donde la población responde con un 80% confirmando que sus techos son de zinc siendo está menos resistente a la caída de ceniza presentando mayor vulnerabilidad de su tiempo de vida debido a su composición estructural , el 15 % de este tipo de material permite distribuir las cargas de peso de la caída de ceniza debido a su estructura articulada y flexible. Únicamente el 5% de las casas de puerto Momotombo presentan un techo de nicalit losas (nicalit) está cubierta es más resistente ante cargas de ceniza, además la losa facilita que se pueda llevar a cabo una limpieza de la ceniza que se va depositando evitando que se tenga acumulación considerable de ceniza que afecte la estructura.

10.3. Amenaza por caída de ceniza en municipio de puerto Momotombo.

Las áreas aledañas del sector oeste y suroeste del al volcán Momotombo se verían afectadas al generarse un evento de caída de ceniza dependiendo de la dirección del viento y de la cantidad de material volcánico en el momento de emisión, por ello se considera en mayor riesgo.

Tabla 1 Geo referencia de las comunidades en riesgo.

DEPARTAMENTO: LEON				MUNICIPIO : LA PAZ CENTRO	
N°	NOMBRE DE BARRIO O COMUNIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)	LUGAR DE TOMA DE DATOS
1	Miralagos	540717	1372046	63	Escuela Diriangen
2	Solidaridad	541432	1371981	52	Casa Comunitaria
3	Martin Roque	541700	1371616	53	Iglesia de Dios
4	Patricio Arguello Ryan	542001	1371382	51	Iglesia Catolica La Merced
5	Julio Fernando Loaisig	541761	1371139	55	Entrada a sitio Ruinas de Leon Viejo

10.3.1 Consecuencias por caída de ceniza en los techos de las viviendas

Los techos pueden hundirse debido al peso de las cenizas, provocando heridas o incluso la muerte a quienes estuviesen debajo.

Hay riesgo de que los techos se hundan durante las tareas de limpiezas, debido al aumento de carga por la presencia de una persona, el techo sobrecargado de material volcánico.

Los materiales de aluminio tales como zinc sufren daños productos del contacto de los gases y cenizas a los que se ven expuesto por oxidación (**foto 2**).



FOTO 2: TECHO DE VIVIENDA OXIDADO (PUERTO MOMOTOMBO 542001-1371382 UTM) CONTIGUO A LA IGLESIA CATÓLICA DEL SECTOR PATRICIO ARGUELLO.



FOTO 3: VIVIENDA AFECTADA POR LA CENIZA VOLCÁNICA OBLIGO A LOS DUEÑOS DE LA INFRAESTRUCTURA A COLOCAR PLÁSTICO DEBIDO AL POCO RECURSO ECONÓMICO. (FOTO 3 MIRALAGO 540717- 1372046 UTM MIRALAGO).

Debido a la falta económica, los pobladores del barrio Miralago de la comunidad de puerto Momotombo decidieron cubrir el área del techo de su vivienda con plástico negro debido a que la corrosión y partículas de ceniza afecto parcialmente la parte superior del techo lo que llevo a tomar tales medidas extremas (foto 3).

10.4. Tipología de las viviendas de puerto Momotombo.

Al visitar la comarca de puerto Momotombo observamos diferentes tipos de infraestructura de viviendas tales como casas de adobe, ladrillos, maderas con plástico y los techos más comunes de las casas son de zinc, nicalit y tejas, siendo el zinc el material de construcción más afectado por la caída de ceniza.

10.5. Clasificación de las diferentes viviendas de puerto Momotombo.

Casa de adobe: El adobe es un tipo de material de construcción elaborado a partir de una mezcla de barro compuesto de arcilla y arena, unido con paja naturales que se seca sola con el sol las cuales están deterioradas por su antigüedad y daños generados por los eventos naturales (foto 4).



FOTO 4: CASA DE ADOBE Y TECHO DE TEJAS. (541645 – 1371323 SOLIDARIDAD).

Casa de ladrillo: Este tipo de casa son las más comunes que encontramos en puerto Momotombo con estructura de viga reforzadas con cemento de construcción y otras con cuarterón asiendo espacio para adherirse a las paredes y al muro de ladrillos (foto 5).



FOTO 5: CASA DE LADRILLO Y TECHO DE ZINC (541761- 1371139 JULIO FERNANDO LOASIGA).

Casa de madera y plástico: Estas casas solo tienen arcones que sostienen el plástico o las tablas de maderas que se conectan una tras las otras, la población comentaba que son la más resistente ante sismo y se genera menos daño (foto 6).



FOTO 6: CASA DE PLÁSTICO CON TECHO DE NICALIT (540730- 1371952 UTM SECTOR MIRALAGO).

10.6. Se establecieron tres clases de cubiertas en las viviendas de puerto

Momotombo: (Estudios de tipología Arquitectónica. México D.F.: Ediciones Universidad Autonoma Metropolitana, 1998, 1era.Edicion, p.146).

- **Cubierta en teja liviana:** techo que tienen como material de cobertura hojas de zinc o aluminio siendo esta la menos resistente a la caída de ceniza.
- **Cubierta en teja pesada:** techos que tienen como material de cobertura tejes o tejas de barro, la estructura que soporta la cubierta usualmente es en madera.
- **Cubierta en teja aligerada:** placa aligerada en concreto reforzada soportadas directamente sobre muros o sistema de pórtico, las losas son las cubiertas más resistentes ante el impacto de caída de ceniza.

MAPA DE MUESTREO DEL AREA DE ESTUDIO

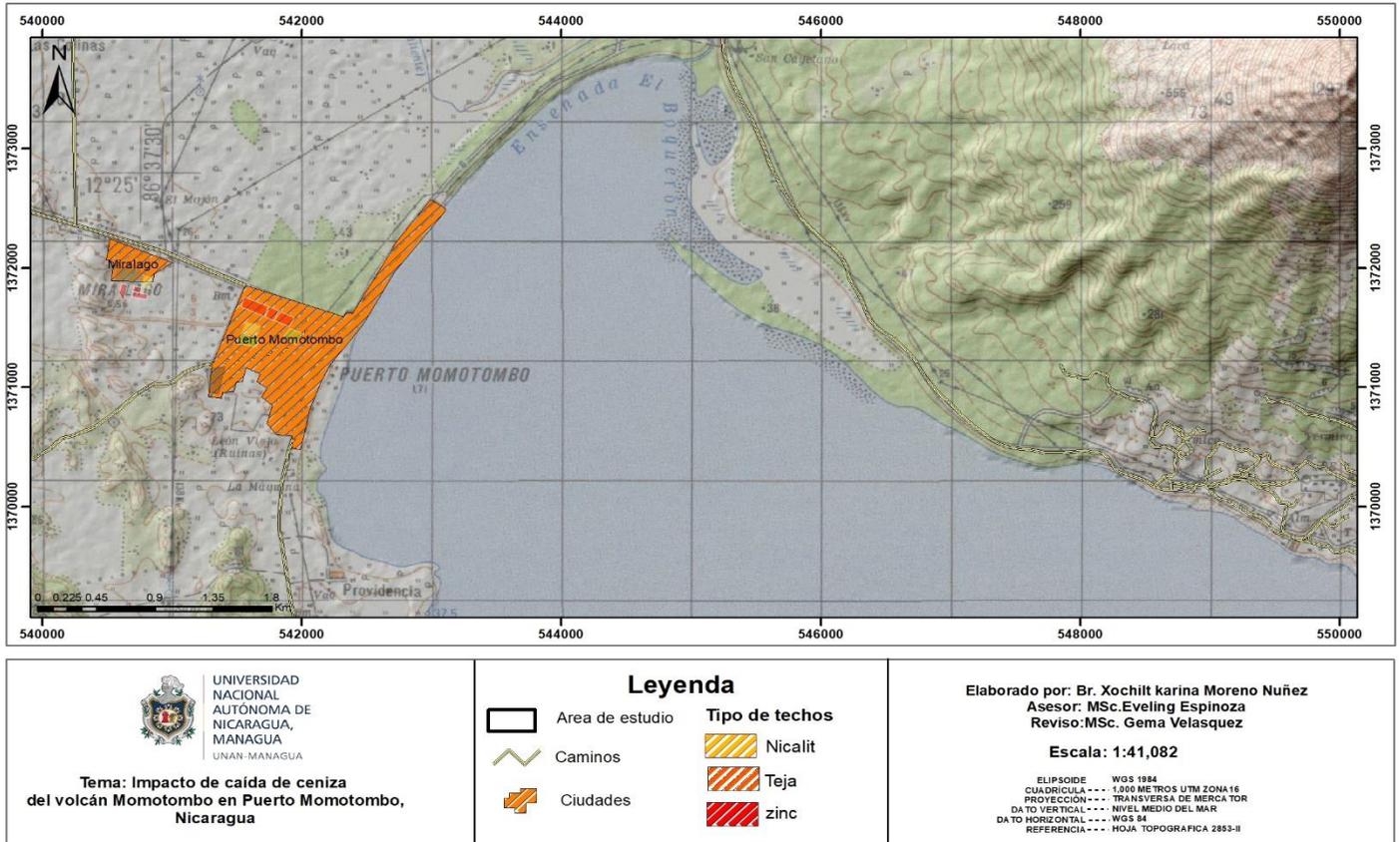


ILUSTRACIÓN 4: MAPA DE TIPOLOGÍA DE LOS TECHOS DE PUERTO MOMOTOMBO.

10.8. Variable sometida durante el estudio realizado en la encuesta son:

- **Viviendas:** Corresponde al número de vivienda por unidad de gestión. Se incluyó el material de las viviendas como variable, pues debido a la magnitud que pueden alcanzar los procesos de origen volcánico (caída de ceniza), todas las estructuras son igualmente vulnerables.

- **Edad:** se utilizó esta variable a partir de las edades de 18 años a más con el propósito de obtener datos precisos y concretos.

- **Ocupación:** se obtuvo la información tomando como referencia la ocupación de la población, utilizando datos proporcionados por la encuesta, se estableció el porcentaje de actividad a las que se dedican las personas, los grupos considerados fueron comerciantes, obreros, docentes, pescadores, agricultores, artesanos, albañiles, domesticas.

10.9. PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Realizar un análisis del riesgo derivados de la ceniza volcánica, donde se evalué los posibles efectos en la población.
- Proveer cubiertas para que la ceniza no contamine los suministros de agua.
- Identificar las personas más sensible y susceptible de sufrir efectos negativos y asegurarse que se protejan.
- Minimizar la exposición al aire libre en tareas que no la requieran expresamente.
- Evaluar la hermeticidad de puertas ventanas y de ser necesario mejorar los sellos o colocar trapos húmedos en las aberturas.
- Realizar la limpieza de toda la superficie utilizando trapos mojados.
- No barrer en seco ya que eso esparce la ceniza y produce un alto nivel de exposición.
- Realizar simulacro en el área con apoyo de las autoridades y pobladores.
- Organizar comités comunitarios que trabajen de la mano con las autoridades
- Divulgar permanentemente el contenido del plan de evacuación, medidas de seguridad y protección.
- Orientar a la población de las rutas alternas de evacuación con el objetivo de evitar congestión al momento de trasladar.
- Abocarse con los jefes comunitarios para organizarse mientras llegan las autoridades correspondientes (defensa civil, SINAPRED)
- Si se ven expuesto a la caída de ceniza en el aire, protegerse los ojos y usar mascarilla para cubrir nariz y boca. Tapar coladeras, autos y aparatos electrónicos para evitar daños.
- Al retirar la ceniza de los techos, evitar ponerla en contacto con el agua ya que podría ocasionar daños debido a su peso.
- Orientar a la población de sus construcciones de los techos para una mejor inclinación del ángulo para que la ceniza no se quede acumulada.
- Limitar los desplazamientos de vehículos inmediatamente después de una lluvia de cenizas.

11. CONCLUSIONES:

Los resultados de la evaluación del estudio permitieron conocer los eventos más frecuentes y de mayor impacto para la población, reflejando que los eventos de mayor incidencia son la caída de material volcánico (ceniza) y los Lahares. Dada la actividad constante que el volcán mantiene, sus explosiones suelen dejar pequeñas capas de ceniza en los techos de los hogares, afectándolos considerablemente.

Dicho material se va acumulando, ya que la mayoría de los techos no tiene la inclinación adecuada la cual sería a un Angulo de inclinación máxima: A_{max} 12.70 y mínima de A_{min} 11.35 aproximado para que se deslice el material, los materiales de las viviendas se ven expuesto a los fenómenos lo que genera deterioro en los techos ya que las familias carecen de recursos económicos suficientes para cambiarlos periódicamente.

En tiempo de lluvia el material acumulado se vuelve más denso y más corrosivo debido a la mezcla de ceniza, gases y agua, haciendo que los techos más débiles colapsen.

Debido a la limitación temporal para la realización de la investigación de campo, se seleccionó los factores que a nuestro criterio reflejan la información necesaria para conocer las características de la población que favorecen las condiciones de vulnerabilidad en relación con el tipo de amenaza estudiada.

Como resultado de la encuesta se obtuvo información de que las personas además de conocer poco acerca del volcán, no conocen medidas de construcción adecuadas para sus viviendas que les facilite la caída de la ceniza al generarse un fenómeno eruptivo y evitar mayor daño al techo por el sobre peso que esta genera.

Para finalizar el estudio se realizó el mapa de impacto de caída de ceniza elaborado con el fin de orientar a la población y puntualizar las áreas más afectadas por este fenómeno, ya que el evento de mayor afectación es la caída de ceniza, la cual tiene un gran alcance y que podría afectar a toda la población que habita en puerto Momotombo y las áreas cercanas al aparato volcán Momotombo.

12. RECOMENDACIONES:

- Al momento de la limpieza del hogar Mantenga las puertas y ventanas cerradas mientras sea posible.
- Se recomienda brindar orientación a la población respecto a las medidas de construcción (cartilla de la construcción del MTI y el reglamento de construcción) utilizadas en las viviendas para fortalecer las estructuras que permitan cambiar el ángulo de inclinación de los techos de las casas ya que de presentarse un fenómeno de caída de ceniza esta se acumularía menos debido a la inclinación.
- No realice actividades al aire libre y si es posible no salga.
- Use mascarilla o si es posible, manténgase en casa hasta que la contingencia haya pasado.
- Cubra su piel en caso de salir a la calle.
- Si se expone a la ceniza, lave sus sus ojos con abundante agua.
- Selle con trapos húmedos las rendijas de las ventanas y puertas.
- Humedezca y deposite la ceniza en bolsa de plástico o costales.
- Asegúrese que los depósitos de agua estén bien tapados.
- Se recomienda tener conocimiento acerca de las vías de evacuación que permitan el acceso libre y seguro ante un evento de gran magnitud.
- Se recomienda a quienes lleven a cabo las tareas de limpieza en el techo usar siempre mascarillas protectoras o usar Utiliza medios electrónicos y de comunicación para obtener información confiable que den las autoridades de protección civil sobre la caída de ceniza y atiende siempre sus instrucciones.
- Se recomienda a la población utilizar techos de fibrocemento plycem, al ser fabricado con cemento posee una capa de pintura en su superficie, que no será afectada por la alcalinidad es decir que la corrosión no los atacara significativamente.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Dengo, G. (1973). Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfología de América Central. Instituto Centroamericano de Investigaciones y tecnología industrial ICAITI, Costa Rica.

El Centro de Tesis, Documentos, Publicaciones y Recursos Educativos más amplio de la Red. (s.f.). monografía S.A <http://www.monografias.com/trabajos93/los-volcanes/los-volcanes.shtml#introduccion>

Evaluación y Redefinición del Sistema de Áreas Protegidas de las Región Pacífico y Centro Norte de Nicaragua MARENA_PROTIERRA-CBA.

Frischbutter, A. (2002). Estructura de él graben de Managua- Nicaragua por secciones de imágenes Geofísica Internacional, Vol. 4, N° 002, P. 87-102.

Guerrero Baca, Luis F. y Rodríguez viqueira, Manuel. Estudios de tipología Arquitectónica. México D.F.: Ediciones Universidad Autonoma Metropolitana, 1998, 1era.Edicion, p.146.

[http:// www.ecured.cu/ceniza_volcanica](http://www.ecured.cu/ceniza_volcanica).

[http:// www.edu.volcano.ni](http://www.edu.volcano.ni)

[http:// www.ivhhn.org](http://www.ivhhn.org)

Hodgson, G. (1998). Fundamentos de Geología (Relativo a Nicaragua). 3a. Ed. Managua, Nicaragua.

INETER-COSUDE. (2005). Erupciones volcánicas, mapas de amenazas, recomendaciones técnicas para su elaboración. Managua.

INIDE. (2008). "La Paz Centro en Cifras", Anuario Estadístico. Managua

Kuang, J., (1971). Estudio geológico del Pacífico de Nicaragua. División de Geología. Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua. Informe 10. Managua.

Mc Birney, A., & Williams, H. (1965). Historia volcanica de Nicaragua Universidad de California.

Molnar, P., and L. R. Sykes (1969). Tectonica del Caribe y Region de America Central para el mecanismo de sismisidad. Geol. Soc. Am. Boletín, vol. 80, pp. 1639-1684.

SINAPRED. (2005). Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante Inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. Managua.

Zoppis Bracci, L., & Del Guidice, D. (1958). Geología de la Costa del Pacifico de Nicaragua. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 1. Managua.

ANEXOS

14. ANEXOS

Anexo.1 Propuesta de encuesta para determinar el impacto por caída de ceniza del poblado de puerto Momotombo y sus alrededores.

FORMATO ENTREVISTA ANTE EL IMPACTO DE CAIDA DE CENIZA DEL VOLCAL MOMOTOMBO.

I. Datos Generales y Localización.

Fecha: 13/04/2017 Nombre: Pablo Antonio Rivera Mendoza

Sexo: M ___ F___ Edad:

Grado escolar: primaria

Comunidad: puerto

Coordenada: __0000000

Nº habitantes: _____3533 Ocupación: _maestro de obra

II. Grado de información. Con una x marque sí o no.

1 ¿Usted nació aquí?

SI: / NO:

2 ¿Conocen el volcán?

SI: / NO:

3 ¿Conoce alguna historia o leyenda sobre el volcán?

SI: / NO:

4 ¿Vivió la erupción del 2015?

SI: / NO:

5 ¿Le causó daños la erupción a usted o algún familiar?

SI: / NO:

6 ¿Cree usted que el volcán puede a hacer erupción?

SI: / NO

7 ¿Piensa que su comunidad sería afectada en caso de otra erupción?

SI: / NO:

III. Marque con una (X) marque sí o no

1 ¿Sabe usted si alguien está estudiando el volcán?

SI: / NO:

2 ¿Le han explicado los daños que el volcán les puede causar?

SI: / NO:

3 ¿Le han informado qué hacer en caso de erupción?

SI: / NO:

4 ¿Sabe usted si hay refugios y rutas de evacuación en caso de erupción?

SI: NO: /

5 ¿Qué peligros que identifican en la comunidad?

Sismo gases tóxicos

Cenizas: Hundimiento:

Lahares: Lava:

Deslizamiento: Flujo Piro clástico:

IV. Datos sobre las edificaciones

Año de construcción: _____ Área construida:

1 Estado general de su vivienda. Marque con una x la repuesta.

Bueno: Regular: Mala:

2 Ha sufrido daño el techo su vivienda.

SI: NO:

3 ¿Cuál ha sido el motivo del daño del techo de su vivienda?

Ceniza:

Sismo:

Lluvia:

Tornado:

4 ¿De qué material es el techo de su vivienda?

Lamina Zinc:

Teja:

Nicalit:

5 ¿cuál es el grado de inclinación del techo?

Anexo 2. Escenario de caída de ceniza en el volcán Momotombo.

Nombre Comarcas		Geo-Referenciarían		N° Casa	N° Familias	N° Personas
Momotombo	Barrio	X	Y			
	Martin roque	541629	1371540	231	301	652
	Miralago	540730	1371952	395	398	1540
	Solidaridad	541540	1371938	47	49	208
	Patricio arguello	541986	1371427	59	62	236
	Julio Fernando	541993	1370731	132	166	529
(GRUPO A) ESCENARIO DE CAÍDA DE CENIZAS POR UNA EXPLOSIÓN DE 15 KM MÁS DE ALTURA Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS HACIA EL OESTE						

TABLA 14.2. ESCENARIO DE CAÍDA DE CENIZA POR EXPLOSIÓN A 15 KM DE ALTURA

ANEXO 3. COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA VOLCANICA

Sílice (SiO ₂)	Óxido de sodio y de potasio (ONa ₂ -OK ₂)	Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅)	Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	Óxido de hierro (OFe ₂)
Óxido de magnesio (OMg)	Óxido de manganeso (OMn)	Óxido de calcio (OCa),	Óxido de titanio (O ₂ Ti).	

TABLA 14.3. composición química de la ceniza.

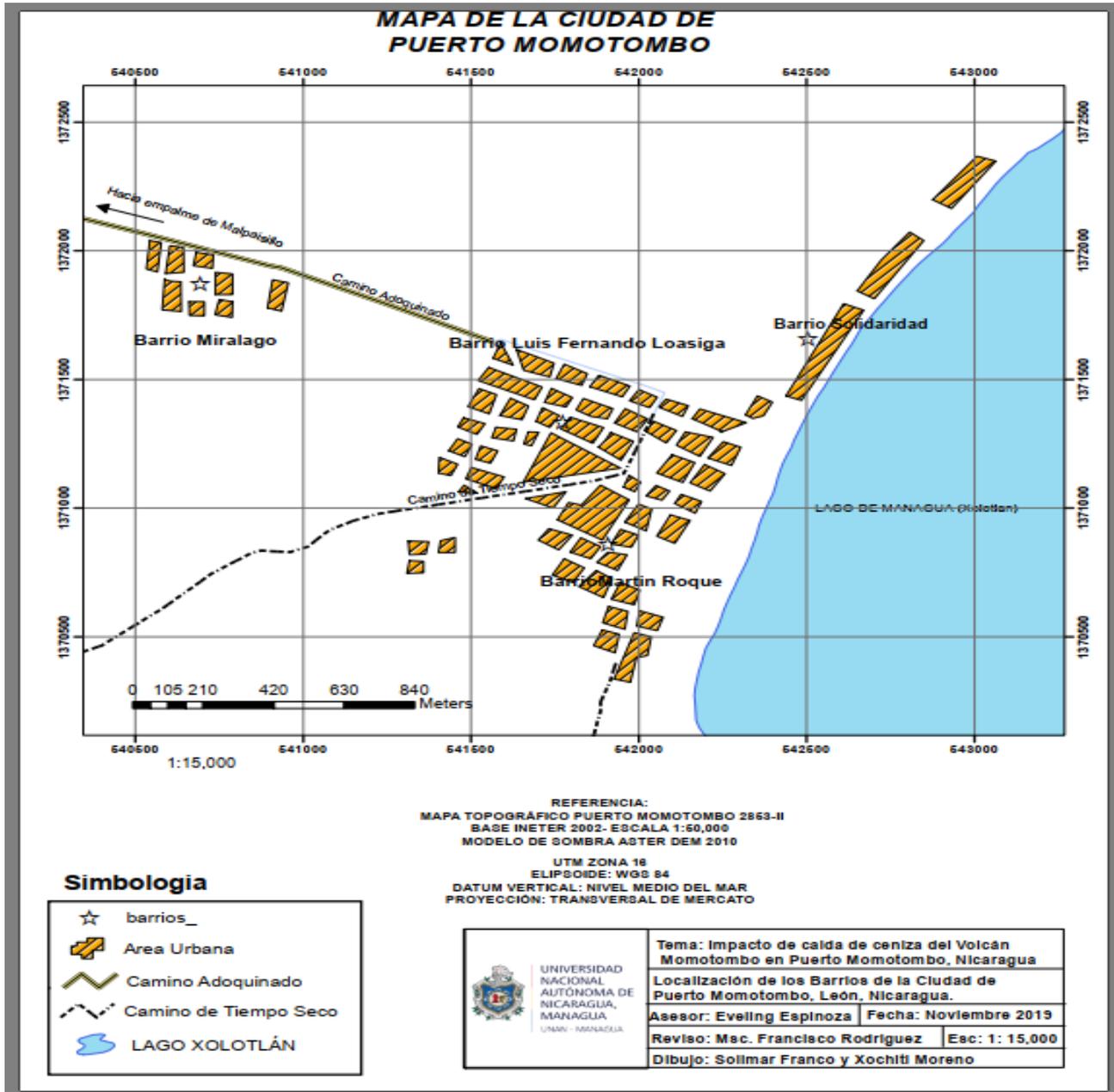


Fig. 6 mapa de barrios de puerto Momotomb

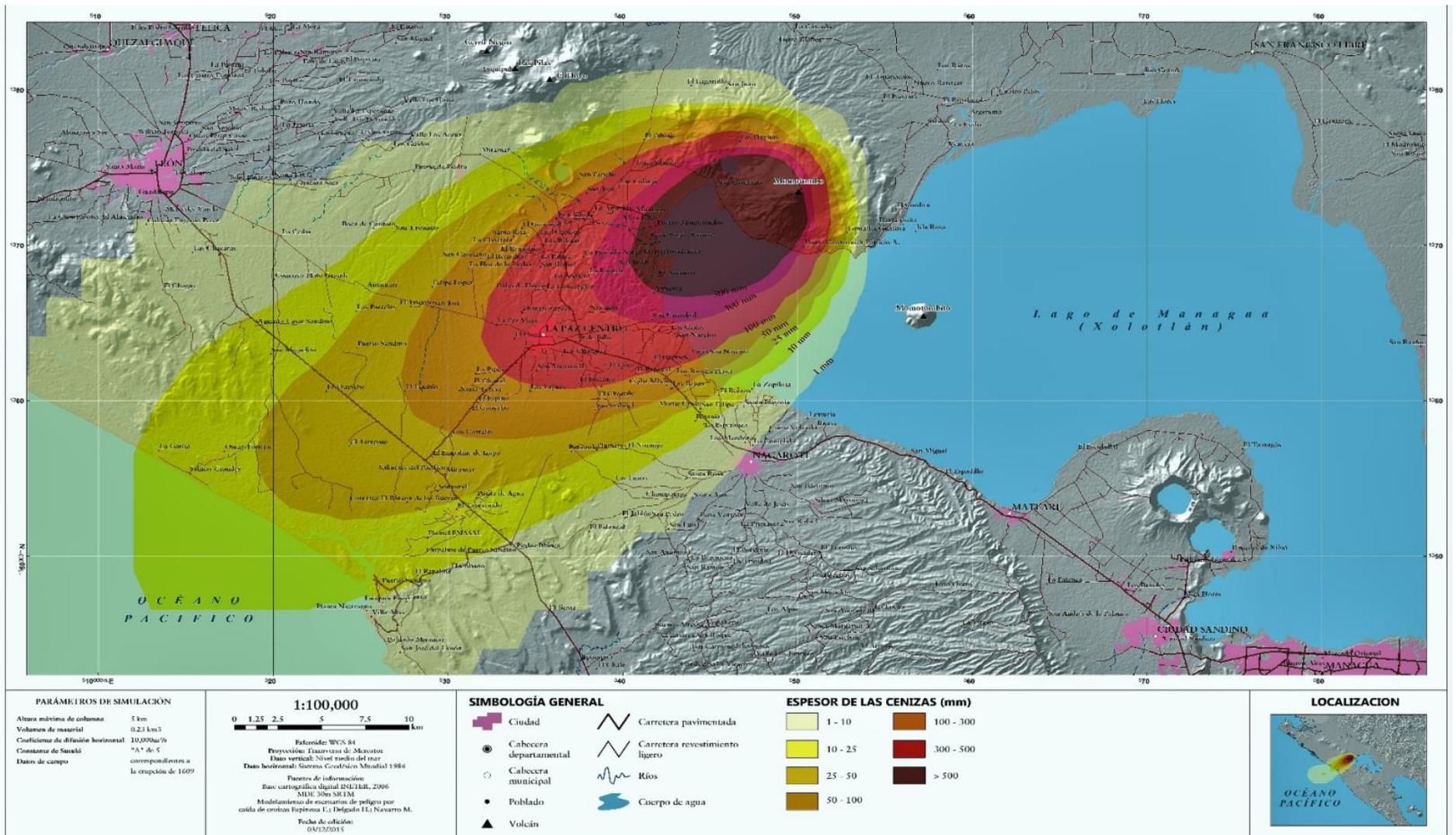


Fig.7 Mapa de Caída de Ceniza de INETER del 12 de Diciembre del 2015.

MAPA DE AFECTACION POR CAIDA DE CENIZA

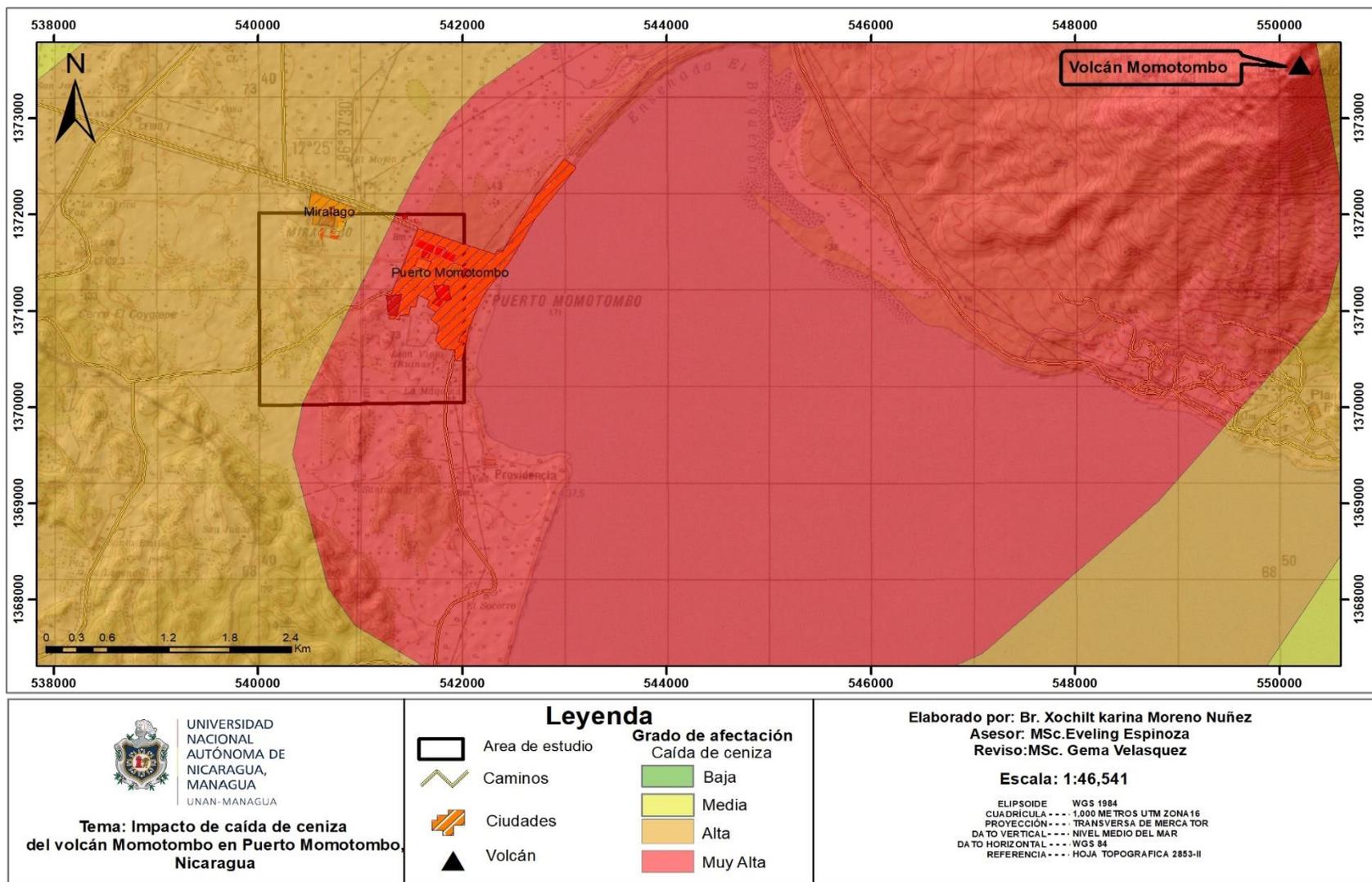
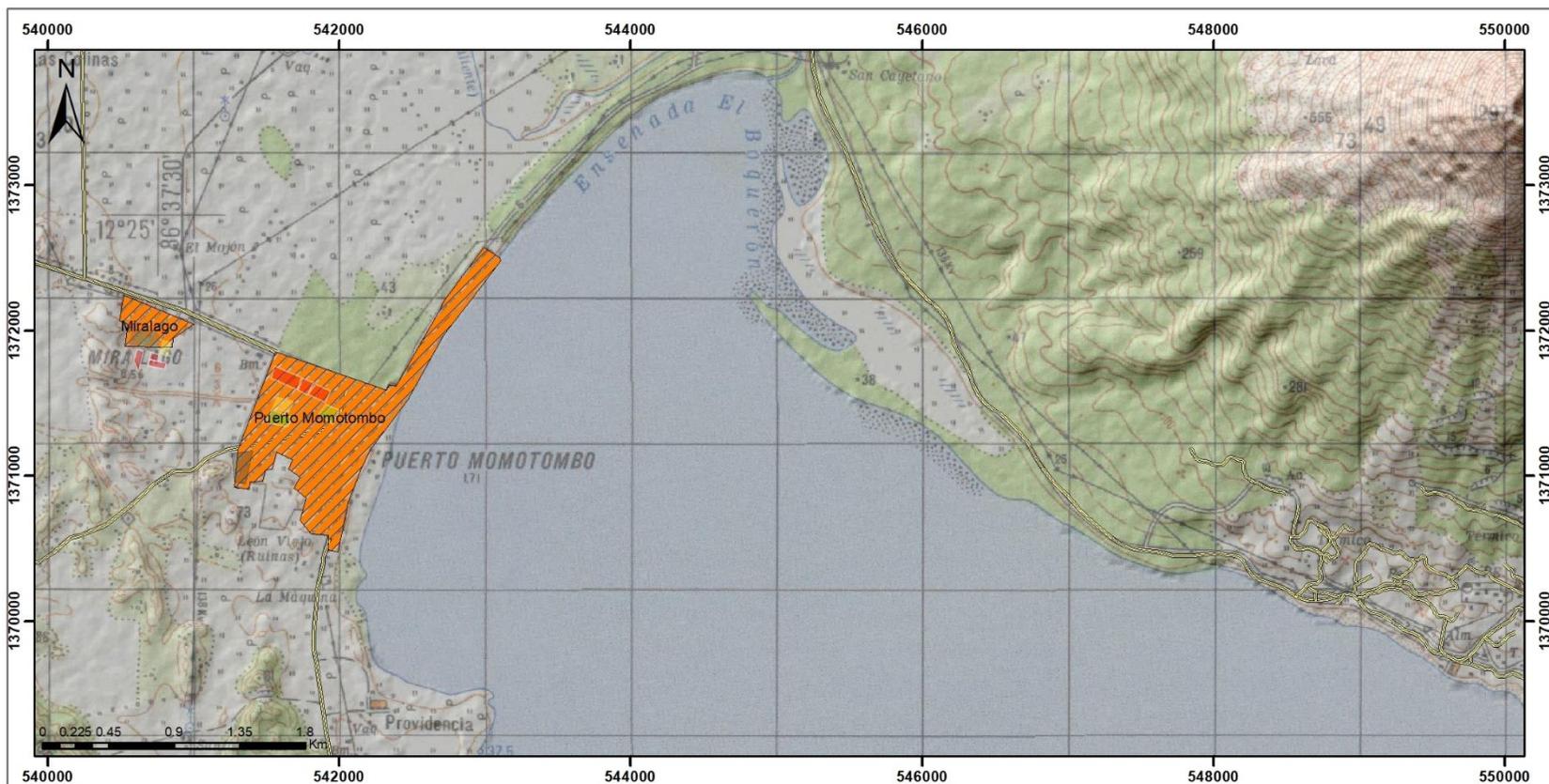


Fig 8 Mapa de Amenaza de Caída de Ceniza del Volcán Momotombo en Puerto Momotombo (tomado de Ineter 2015.)

MAPA DE MUESTREO DEL AREA DE ESTUDIO



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN-MANAGUA</p> <p>Tema: Impacto de caída de ceniza del volcán Momotombo en Puerto Momotombo, Nicaragua</p>	<h3 style="text-align: center;">Leyenda</h3> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Area de estudio</td> <td>Tipo de techos</td> <td></td> <td>Nicalit</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caminos</td> <td></td> <td></td> <td>Teja</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ciudades</td> <td></td> <td></td> <td>zinc</td> </tr> </table>		Area de estudio	Tipo de techos		Nicalit		Caminos			Teja		Ciudades			zinc	<p>Elaborado por: Br. Xochilt karina Moreno Nuñez Asesor: MSc.Eveling Espinoza Reviso: MSc. Gema Velasquez</p> <p>Escala: 1:41,082</p> <p><small>ELIPSOIDE --- WGS 1984 CUADRÍCULA --- 1,000 METROS UTM ZONA 16 PROYECCIÓN --- TRANSVERSA DE MERCATOR DATO VERTICAL --- NIVEL MEDIO DEL MAR DATO HORIZONTAL --- WGS 84 REFERENCIA --- HOJA TOPOGRAFICA 2853-II</small></p>
	Area de estudio	Tipo de techos		Nicalit													
	Caminos			Teja													
	Ciudades			zinc													

Fig. 10.7. 5 Mapa de Tipología de los techos de Puerto Momotombo.



Foto 1. Levantamiento de encuesta casa a casa.



Foto 2. Realización de la encuesta a pobladora de la comarca de Puerto Momotombo.