



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**FACULTA DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

Seminario de Graduación para optar al

Título de Ingeniero Ambiental

Tema:

**ESCENARIO DE RIESGO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO MASAYA CON  
POBLACIÓN EXPUESTA A 5 Y 10 KILÓMETROS EN EL 1er SEMESTRE DE 2019**

**Integrantes:**

*Silvio José González Díaz*

*Xiomara Sánchez Umaña*

*Bernardino Antonio Bermúdez*

**Tutor:**

*Msc. Gerardo Mendoza Jiménez*

Managua, Nicaragua, 2019.

## Contenido

Agradecimientos .....	6
Introducción .....	7
Justificación.....	8
Objetivos .....	9
3.2. Específicos .....	9
Aspectos Geográficos.....	10
Flujos de lava, .....	12
Los lahares .....	13
La sismicidad .....	13
Las oleadas piroclásticas.....	14
Caída de ceniza o tefra.....	14
Las personas vulnerables .....	15
Vulnerabilidad física, .....	15
Vulnerabilidad ambiental .....	16
Exposición.....	17
Susceptibilidad .....	17
Vulnerabilidad económica .....	18
Vulnerabilidad Social.....	18
Vulnerabilidad Ideológica.....	18
Vulnerabilidad organizativa. ....	19
Marco Legal.....	20
Constitución política de Nicaragua .....	20
Capitulo III derechos sociales .....	20
Alerta Verde:.....	20
Alerta Amarilla .....	20
Alerta Roja: .....	21
Áreas Especialmente Vulnerables.....	21
Administración de los Desastres:.....	21

Amenaza Secundaria:.....	21
Desastre:.....	21
Fenómeno Natural.....	22
Estado de Desastre: .....	22
Estado de Alerta.....	22
Planificación para el Desastre .....	22
Prevención de Desastres.....	22
Preparación: .....	23
Proceso de Alertas: .....	23
Mitigación:.....	23
Nivel de Desastre: .....	23
Reducción y Manejo de Desastres: .....	23
Riesgo: .....	23
Repuesta al Desastre: .....	23
Tiempo Normal:.....	23
Tipo de Desastre .....	24
Vulnerabilidad: .....	24
Ley 217 (áreas protegidas).....	24
Capítulo III. Administración del sistema nacional de áreas protegidas. Capítulo IV. Categorías de manejo de las áreas protegidas del SINAP. ....	24
Criterios para la designación de la categoría.....	25
<b>PREGUNTAS DIRECTRICES DERIVADAS DE LOS OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
 Matriz de Descriptores .....	 27
 Diseño Metodológico.....	 30
8.2 Recopilación y análisis de la amenaza .....	30
8.3 Identificación de las principales vulnerabilidades. ....	30
8.3 Descripción de la población en riesgo .....	30
8.4 Determinación de los posibles escenarios de riesgo .....	31
8.6 Diseñar el plan de respuesta integral .....	31
8.7 Métodos y técnica.....	31
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>33</b>

Descripción de la amenaza .....	33
1.1 Flujos de lava.....	34
1.2 Los lahares. ....	35
1.3 La sismicidad. ....	36
1.4 Las oleadas piroclásticas.....	39
1.5 Caída de ceniza .....	40
1.6 Balísticos.....	41
1.7 Gases y lluvia acida .....	42
CAPITULO II .....	44
Población Expuesta.....	44
2.1 Población expuesta en el rango de los 5 kilómetros .....	44
2.2 Población expuesta en el rango de los 10 kilómetros .....	45
CAPITULO III .....	47
3.1.1. Las personas vulnerables. ....	47
3.1.2. Vulnerabilidad física. ....	47
3.1.3. Vulnerabilidad ambiental. ....	48
3.1.4. Vulnerabilidad económica. ....	48
3.1.5. Vulnerabilidad social. ....	49
3.1.5.1. Vulnerabilidad Ideológica.....	49
3.1.5.2. Vulnerabilidad organizativa.....	49
3.2. Escenarios de riesgo ante una posible erupción del Complejo Volcánico Masaya.....	50
CAPÍTULO IV .....	52
Plan de respuesta Complejo Volcánico Masaya .....	52
4.1. Activación de los mecanismos de respuesta. ....	52
Alerta .....	54
4.3 Alerta Verde:.....	54
4.4Alerta Amarilla:.....	55
4.5 Alerta Roja: .....	56
4.6 Rutas de evacuación.....	58
4.7 Puestos de atención médica y abastecimiento.....	61
4.8. Municipios receptores y centros de albergues. ....	63

4.9 Ruta de abastecimiento alterna .....	68
Conclusiones .....	70
Recomendaciones.....	71
BIBLIOGRAFÍAS CITADAS .....	72
ANEXOS.....	73
Protocolo de actuación .....	74
Medios de transporte.....	80
Índice de explosividad volcánica .....	81
Mapa de Escenario de Riesgo Complejo Volcanico Masaya .....	82

## **Agradecimientos**

En primer lugar, queremos dar gracias a dios por permitirnos respirar cada día y llegar a culminar esta carrera, que cual dará un significado más a nuestra existencia.

Así mismo agradecer a nuestros profesores que siempre estuvieron apoyándonos en todo momento y en especial al Msc. Gerardo Giménez, que desde que estuvo brindado su asesoría desde que iniciamos las primeras clases hasta finalizar.

A cada uno de nuestros familiares, padres hijos, esposa hermanos que de una u otra forma contribuyeron a que nunca falláramos en nuestras clases y nos brindaron ánimos para lograr completar esta carrera.

A las autoridades municipales que nos propusieron para lograr salir adelante y formarnos en esta carrera tan necesaria para el futuro de nuestro país.

A la SINACAM, que nos brindó la oportunidad de formarnos como profesionales y de esta manera contribuir al desarrollo de nuestro país.

Es importante destacar el apoyo de cada uno de los compañeros que estuvieron siempre apoyando en cada una de las clases.

## **Introducción**

Nicaragua tierra de lagos y volcanes, donde los y las habitantes nos acostumbramos a vivir cerca de las estructuras volcánicas que hasta nos olvidamos de su poder destructivo y el peligro que representa para las personas que habitan en el entorno.

Es por ello que se ha elaborado este documento que contiene la descripción de la amenaza, las principales vulnerabilidades, la población expuesta y la respuesta durante una crisis volcánica en este complejo, con el objetivo de salvaguardar la vida de las personas durante una posible erupción.

Como una acción preventiva ante un proceso eruptivo del Complejo Volcánico Masaya, se ha previsto la atención a la población en un radio de 5 y 10 kilómetros con el fin de priorizar la seguridad y el bienestar de las familias que habitan en el área de mayor riesgo.

En el presente documento se designa de forma operativa la realización de la evacuación, sus rutas, puestos de abastecimientos de agua, médico y centros de albergues a utilizar, así como los requerimientos necesarios.

Este plan de respuesta del Complejo Volcánico Masaya fue elaborado gracias a la información obtenida de los resultados de un estudio de campo realizado con los Técnicos de las Unidades Municipales de Gestión Integral de Riesgo, de los municipios afectados y receptores con el asesoramiento técnico y científico de la Codirección CD- SINAPRED y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

## **Justificación**

Existen los antecedentes geológicos e históricos para esperar la ocurrencia de erupciones volcánicas. El Complejo Volcán Masaya ha tenido actividad eruptiva pliniana durante los últimos 7 mil años y actividad eruptiva de diferentes magnitudes en 21 ocasiones desde 1524 al 2001.

El último evento en particular, fue del carácter vulcaniano y mostró la vulnerabilidad de los visitantes al Parque Nacional Volcán Masaya (PNVM). Algunos de los depósitos del Complejo volcán Masaya se pueden reconocer en los cortes de carretera y en excavaciones hechas en Managua, lo que indica que la capital del país puede ser afectada por una erupción o alcanzada por derrames de lava provenientes del volcán o sus fisuras asociadas, como sucedió en el pasado.

El posible impacto de una erupción mayor en la infraestructura, en la población de Managua y en los visitantes del Parque Nacional Volcán Masaya puede ser prevenido mediante el análisis de las amenazas volcánicas, mientras que la mitigación de fenómenos eruptivos puede hacerse mediante la vigilancia cercana del volcán y establecimiento de planes de emergencia basados en el análisis de las amenazas.

Para la construcción del mapa de amenaza volcánica se ha hecho necesario llevar a cabo una extensa labor de recopilación bibliográfica y cartográfica, para posteriormente integrarla, procesarla y extraer la información útil para conformarlo. La primera parte de este trabajo muestra esta compilación.

## **Objetivos**

### **3.1. General**

Analizar el escenario de riesgo del Complejo Volcánico Masaya en un rango de afectación de 0 a 5 y de 5 a 10 kilómetros en su entorno.

### **3.2. Específicos**

1. Describir las diferentes amenazas del que puede generar un proceso eruptivo del complejo volcánico Masaya.
2. Identificar la población que se encuentra expuesta en el rango de los 0.5 y de 5 a 10 kilómetros de distancia del cráter.
3. Analizar las diferentes vulnerabilidades que existen en el rango de 0 a 5 y de 5 a 10 kilómetros de los cráteres del complejo Volcánico Masaya.
4. Diseñar el plan de respuesta que permita salvaguardar la vida de la población en el rango de 0 a 5 y 5 a 10 kilómetros de los cráteres del complejo volcánico.

## Aspectos Geográficos

### 4.1. Localización



El Complejo Volcánico Masaya es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico de Nicaragua localizado cerca de ciudades pobladas y con grandes reseñas históricas de cada uno de sus procesos eruptivos.

Es uno de los 7 volcanes activos del país. Su cráter "Santiago" tiene una altitud de 635 msnm y emite continuamente grandes cantidades de gas de

dióxido de azufre; también mantiene una incandescencia en su interior debido a un lago de lava persistente.

El volcán es considerado Parque Nacional desde 1985. Alrededor de este volcán, vive la mayor parte de la población de Nicaragua. No obstante, en una circunferencia de 25 Km de diámetro (tomando como centro el volcán) viven millón y medio de habitantes. Adicionalmente, la región aledaña a este volcán es la que posee el mayor desarrollo de infraestructura y por tanto es la zona de mayor desarrollo económico. Por ello, se hace necesaria la evaluación de las amenazas asociadas con eventuales eventos eruptivos en este volcán.

### 4.2. Descripción de la caldera

El volcán forma el centro del Parque nacional Volcán Masaya y a sus pies se ubica la laguna volcánica del mismo nombre. El parque comprende un área de 54 km<sup>2</sup> que incluye dos volcanes y cinco cráteres y tiene más de 20 km de caminos pudiendo llegar en coche hasta el borde mismo

de uno de los cráteres; fue creado por decreto ejecutivo el 24 de mayo de 1979. Entre sus instalaciones destaca el museo vulcanológico.



Figura 2. Complejo Volcanico Masaya

En esta caldera existen 5 cráteres llamados, San Fernando, San Juan, Nindiri San Pedro y Santiago, este último es el que se mantiene activo y que ha presentado procesos eruptivos actualmente.

Dentro de la caldera existen otras estructuras más pequeñas tales como el Comalito, Arenoso y Mntoso.

El volcán Masaya está ubicado en la porción occidental de la Depresión de Nicaragua, en la esquina suroeste del graben de Managua (McBirney y Williams, 1965). Al suroeste de la depresión, se encuentra el Anticlinal

La estratigrafía refleja una serie de eventos y procesos geológicos que abarcan una larga historia desde el Cretácico Tardío, como resultado de cambios en la configuración de las placas tectónicas en la vecindad de la región pueden tener una influencia en el comportamiento de los volcanes. Por ello, se presenta una revisión de los aspectos geológicos, con el fin de reconocer a este volcán desde el basamento mismo donde se encuentra.

Así, a lo largo de la Falla Cofradía, se han llevado a cabo erupciones fisúales con producción de flujos de lava, conos de material soldado y dos anillos de toba de composición basáltica similar a los productos de Masaya (Williams, 1983). Sólo en las cercanías de Cofradía, se observa un desnivel de 20 mts. Asociado con la falla y el trazo puede seguirse muy bien en los modernos modelos digitales de elevación.

### **4.3. Amenaza**

El volcán Masaya ubicado en las coordenadas (11.984°N; 86.161°W), es uno de los volcanes más activos de la Cadena Volcánica de Nicaragua. Se ubica a 25 km al Sur de la ciudad de Managua, con una altura de 635 mts, se trata de un volcán de composición basáltica a basalto-andesita, con datos de erupciones históricas desde el tiempo de la conquista (1670-1772), con actividad eruptiva pliniana durante los últimos siete mil años y otros tipos de actividad que han contribuido a la formación del mismo.

Las paredes internas de los cráteres revelan la predominancia de material piroclásticos (escoria gruesa o capas de material soldado) las laderas norte y oriental son más suaves y están cubiertas por materiales lávicos, los cráteres en su interior confirman la predominancia de material efusivo en los flancos. El cráter Masaya, es un cráter compuesto de lavas y tefras basálticas. El cráter Santiago ha sido el principal sitio de actividad del complejo volcánico, particularmente de una alta desgasificación, con un cráter principal de 150 mts de profundidad y un cráter interno de 50 mts de profundidad, donde la boca actual se encuentra localizada en las paredes Este y Norte, quedando expuestas capas de lavas que cubren un cono cinerítico hacia el Sureste.

Las paredes viejas del cráter (Suroeste y Noreste) están compuestas de capas de ceniza fina y escoria, en la pared occidental se muestra el relleno del cráter Nindirí, también exponiendo fallas concéntricas en forma radial y se extienden hacia zonas altamente fracturadas. Flujos lávicos históricos emplazados dentro y fuera de la caldera, y caída de cenizas.

**Flujos de lava**, es el producto más familiar de la actividad volcánica en Masaya y consiste de corrientes de roca fundida a temperaturas mayores a los 1000°C y sale a través de los conductos de los volcanes o bien por fisuras o grietas cercanas a los cráteres.

Los flujos de lava históricos cubren gran parte del piso de la caldera de Masaya y han confinado un lago al extremo oriental de la caldera. Las características de algunos flujos de lava históricos en el volcán Masaya son: flujo de lava de la erupción de 1670 que cubre 2.12 km<sup>2</sup> y sobrepaso el borde Norte de la Caldera, mientras que el de 1772 cubre 7.51 km<sup>2</sup>. Los flujos de lava más recientes indican que éstos pueden llegar hasta 10 km de distancia, aunque algunos flujos, extraordinariamente grandes, pueden llegar hasta 25 km del cráter.

**Los lahares**, es una mezcla de escombros rocosos movilizados por agua, que fluyen rápidamente y se origina en las pendientes de los volcanes debido al derretimiento de la nieve o del glaciar por contacto con lava o por un flujo piroclástico. Debido a su alta densidad y velocidad, pueden destruir vegetación y estructuras, tales como puentes y caminos.

En la región del volcán Masaya, pareciera ser que este tipo de procesos volcánicos no tienen lugar, debido a su bajo relieve y a la ausencia de estudios detallados al respecto. Sin embargo, las secuencias laháricas que pueden observarse en zonas cercanas a Managua, contradicen esta apreciación. El caso más notorio se puede observar en las huellas de Acahualinca en la ciudad de Managua, muy cerca del Lago de Managua, en una zona que, hace 6500 años fue la ribera del lago y donde huellas humanas se preservaron en depósitos laháricos previos a la erupción de la Capa Triple de la Formación San Judas. Por esta razón, se consideró la posibilidad de que se generen lahares después de una erupción subpliniana a pliniana.

**La sismicidad.** La generación de sismos se produce por movimiento de magma y la formación de fracturas asociadas, explosiones volcánicas, movimientos de masas a gran escala y esfuerzos tectónicos.

Por la actividad volcánica, fallamiento local y regional, puede afectar a los Municipios y los Departamentos de Masaya, Managua, Carazo y Granada. En la ciudad de Masaya podría

presentarse la mayor afectación debido al tipo de construcción (adobe y talquezal) presentándose mayormente en el centro histórico de la ciudad, sin embargo, pueden producirse daños en otros municipios y Departamentos aledaños.

**Las oleadas piroclásticas** son masas secas y calientes (de 300° a más de 800° C) de escombros piroclásticos y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo. El gran volumen de su masa y velocidad les permite a estos flujos sobrepasar barreras topográficas (ONEMI, 2006). Los peligros asociados con los flujos piroclásticos incluyen asfixia, entierro, incineración y lesiones por impacto y daños (OEA, 1993). Estos flujos piroclásticos turbulentos, con baja concentración de partículas que fluyen sobre la superficie del terreno a altas velocidades, se distingue dos tipos de estas, las oleadas calientes y frías, estas últimas se originan por explosiones freatomagmáticas en las cuales el agua subterránea somera o agua superficial interactúa con el magma. Generalmente, estas oleadas contienen agua y/o vapor de agua y se encuentran a temperaturas inferiores al punto de ebullición del agua.

**Caída de ceniza o tefra** está constituida por fragmentos de rocas y lavas (piroclastos) que han sido expulsados hacia la atmósfera y que luego caen nuevamente sobre la superficie. La tefra varía de tamaño desde ceniza (menores a 2 mm), a lapilli (2–64 mm) (ONEMI, 2006). La acumulación de tefra puede causar el colapso de construcciones, destrucción de líneas de energía y comunicación, perturbación del tráfico vehicular y daños a la 11 vegetación. La tefra suspendida en el aire puede causar problemas respiratorios, daños a motores y cortocircuitos (OEA, 1993).

#### **4.4. Vulnerabilidad**

La Ley 337 creadora del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) la define como la susceptibilidad a pérdidas o daños de los elementos expuestos al impacto de un fenómeno natural o de cualquier otra naturaleza.

**Las personas vulnerables** se caracterizan por ser frágiles e incapaces de soportar algún acto. En un principio, se relaciona el término de vulnerabilidad con niños, mujeres y ancianos ya que poseen mayor fragilidad con respecto a otros grupos de personas, por ejemplo: un niño es vulnerable frente al maltrato de un adulto.

**Vulnerabilidad física**, La vulnerabilidad física está directamente relacionada con la capacidad que tiene la estructura para soportar las sollicitaciones a las que se ve sometida en el momento de un sismo, es decir, la forma con la cual responde ante los desplazamientos y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante toda la vida útil de la edificación.

Por otra parte, la **vulnerabilidad funcional**, está relacionada no solamente con la confiabilidad de la estructura, sino que además tiene en cuenta el comportamiento de los elementos no estructurales como, por ejemplo, muros, equipos, instalaciones, divisiones, etc., lo cual es de suma importancia para el continuo funcionamiento de las edificaciones ante eventos de una magnitud importante. Es de especial interés el recalcar la importancia que tiene la vulnerabilidad funcional en las edificaciones que la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, NSR-98 clasifica como edificaciones indispensables, ya que éstas tienen que seguir cumpliendo con su función después de ocurrido el sismo y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente de un lugar a otro.

En este tipo de edificaciones no basta con un buen comportamiento estructural, además se debe garantizar que elementos no-estructurales tengan un buen comportamiento ante movimientos

sísmicos severos, debido a que el costo de la estructura apenas varía entre un 12% y un 18% del costo total de los equipos según Cardona para el caso de un hospital, por ejemplo.

Sin embargo y a pesar de la importancia expuesta, este documento sólo abarcará la vulnerabilidad física de las edificaciones del barrio Cuarto de Legua por ser todas ellas viviendas de 1 y 2 pisos, para las cuales los elementos no-estructurales no son un parámetro tan importante como lo pueden ser para el caso del hospital.

**Vulnerabilidad ambiental**, Todos somos vulnerables en mayor o menor medida a algún tipo de amenaza ambiental, pero lo que diferencia a cada individuo es el grado de exposición, la susceptibilidad a los efectos de dichas amenazas y la capacidad para enfrentar los riesgos químicos y mitigarlos. Es bien sabido que son muchos los factores que influyen —directa o indirectamente— en la susceptibilidad de un individuo a las amenazas ambientales. Es decir, algunas personas pueden ser más susceptibles a un cierto factor de presión ambiental, lo que las hace más vulnerables a los riesgos que éste representa; lo mismo ocurre con poblaciones o grupos de personas. Los factores que pueden influir en la vulnerabilidad de un individuo son, por ejemplo: estructura genética, raza u origen étnico, edad, comportamiento, ubicación geográfica y el grado de control que pueda ejercer sobre el medio ambiente (que puede estar relacionado con la situación socioeconómica, entre otros elementos).

Conocer la propia vulnerabilidad diferenciada permite, a las comunidades, identificar opciones eficaces para aminorar la exposición a sustancias químicas.

Documento marco: caracterización de la vulnerabilidad a la contaminación en América del Norte, 9 individuos dentro de una comunidad, por ejemplo, enfrentan la barrera del idioma, su capacidad para leer y entender los posibles efectos en la salud de la pintura con plomo o las alertas de pesca se ve mermada, por lo que el acceso a materiales informativos adecuadamente

orientados y adaptados a la comunidad en cuestión puede resultar esencial en la reducción de riesgos. El presente documento procura identificar los factores que provocan que un individuo, grupo de individuos o comunidad sea más (o menos) vulnerable, dadas sus capacidades y recursos, mecanismos de adaptación y apoyos institucionales disponibles. A este efecto, y para identificar aquellos factores que son más integrales, el enfoque se caracteriza por las cuatro propiedades o características principales de la vulnerabilidad:

**Exposición.** Se refiere a la magnitud, duración, frecuencia o momento en el que ocurre el contacto con una o más sustancias químicas. Los individuos pueden ser más vulnerables a la exposición por diversas razones; una de las más comunes es que vivan o trabajen cerca de una fuente de contaminación y, en consecuencia, estén expuestas a un nivel más alto del contaminante o los contaminantes en cuestión que el resto de la población (EPA, 2003).

**Susceptibilidad.** Se refiere a una mayor probabilidad de que un individuo padezca un efecto negativo por razones entre las que se incluyen: etapa de la vida en la que se encuentra (rango de edad), predisposición genética, sistema inmunitario debilitado o alguna condición de salud preexistente, como asma. Plomo, cadmio, dioxinas y mercurio son ejemplos bien conocidos de sustancias químicas tóxicas a cuyos efectos son más susceptibles fetos, recién nacidos, bebés e infantes puesto que sus sistemas biológicos no han alcanzado un pleno desarrollo (Faustman et al., 2000; CCA, 2006a y 2006b). Ésta se refiere a las especies endémicas, por ejemplo, son vulnerables a los cambios en las condiciones naturales de su hábitat, por lo tanto, corren el riesgo de extinción.

Así mismo durante una erupción volcánica, muchas especies que habitan en la cercanía o dentro de la caldera morirán o tendrán que emigrar hacia otros lugares ejemplo, venados, chocoyos y la misma vegetación desaparecería.

**Vulnerabilidad económica.** En este contexto, la vulnerabilidad puede definirse como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. Es un concepto relativo y dinámico. La vulnerabilidad casi siempre se asocia con la pobreza, pero también son vulnerables las personas que viven en aislamiento, inseguridad e indefensión ante riesgos, traumas o presiones.

La exposición de las personas a riesgos varía en función de su grupo social, sexo, origen étnico u otra identidad, edad y otros factores. Por otra parte, la vulnerabilidad puede adoptar diferentes formas: la pobreza, p. ej., puede resultar en que las viviendas no puedan resistir la cantidad de ceniza y colapsar o por un terremoto o huracán, y la falta de preparación puede dar lugar a una respuesta más lenta al desastre, y con ello a más muertes o a un sufrimiento más prolongado.

La otra cara de la moneda es la capacidad que puede describirse como los recursos de que disponen las personas, familias y comunidades para hacer frente a una amenaza o resistir a los efectos de un peligro. Estos recursos pueden ser físicos o materiales, pero también pueden encontrarse en la forma en que está organizada una comunidad o en las aptitudes o atributos de las personas y/o las organizaciones de la misma.

**Vulnerabilidad Social.** Esta se refiere indefensión ante amenazas, riesgos, traumas y presiones debido a las condiciones sociales que presenta la persona o grupo.

**Vulnerabilidad Ideológica.** Aunque la población conoce el riesgo al que se encuentra expuesto consideran que una erupción del volcán Masaya no volverá a ocurrir y que si esta ocurre no les afectara, aunque teniendo en cuenta que se encuentra ubicado sobre la colada de lava ocurrida en años anteriores.

**Vulnerabilidad organizativa.** Esto ocurre principalmente en los municipios de Nindirí y Masatepe. En el sector de Venecia existe población sobre los flujos de lava y que no todos conocen el que hacer durante una crisis volcánica, así mismo la organización es débil. Como parte del trabajo realizado en conjunto con las Unidades Municipales de Gestión Integral del Riesgo de cada uno de los municipios afectados, en conjunto con los Científicos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER, tomando como referencia cada una de las amenazas, se logró conciliar la población vulnerable ante una erupción del Complejo Volcánico Masaya.

## Marco Legal

### *Constitución política de Nicaragua*

#### Capítulo III derechos sociales

Arto. 61. El Estado garantiza a los nicaragüenses el derecho a la seguridad social para su protección integral frente a las contingencias sociales de la vida y el trabajo, en la forma y condiciones que determine la ley.

Desastres (SINAPRED), Aprobada el 8 de marzo del 2000.). Definiciones básicas de la Ley 337.

Para los fines y efectos de la presente Ley, se tendrán en cuenta los conceptos básicos siguientes:

**Alerta Verde:** Es la que se declara una vez identificada y localizada la presencia de un fenómeno natural o provocado, y que por su peligrosidad puede afectar o no en todo o en parte del territorio nacional y de la cual deben de tener conocimiento las Instituciones del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres y el público en general. Esta alerta debe de ser informada de manera pública por la Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres a partir de las primeras informaciones del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, de conformidad a lo establecido en su Ley Orgánica.

**Alerta Amarilla:** Es la que se declara a partir del momento en que se evalúa el fenómeno identificado y que éste presente tendencia a su crecimiento de forma peligrosa para todo o una parte del territorio nacional. La declaratoria de esta alerta implica que las instituciones y los órganos encargados de operar en la respuesta deben de definir y establecer las responsabilidades y

funciones de todos los organismos, sean estos públicos o privados, en las diferentes fases; así como la integración de los esfuerzos públicos y privados requeridos en la materia y el uso oportuno y eficiente de todos los recursos requeridos para tal fin.

**Alerta Roja:** Es la que se determina cuando se produce un fenómeno de forma súbita y que de forma intempestiva causa impacto en parte o en todo el territorio nacional y de inmediato se deben de determinar las medidas de búsqueda, salvamento y rescate de la población afectada, creación de refugios, asistencia médica, evaluación de daños y la determinación de necesidades y la aplicación de los planes de asistencia independientemente de la magnitud del desastre, así como las demás medidas que resultasen necesarias para la preservación de la vida de los ciudadanos y del resguardo de los bienes de estos y del Estado.

**Áreas Especialmente Vulnerables:** Son las zonas o partes del territorio o territorios donde existen elementos altamente susceptibles de sufrir severos daños en gran escala, ocasionados por uno o varios fenómenos de origen natural o antropogénico y que requieren una atención especial en la esfera de la cooperación entre las partes.

**Administración de los Desastres:** Es el planeamiento, la organización, la dirección y el control de las actividades relacionadas con el manejo de desastres en cualquiera de sus fases: antes, durante y después, por parte de los órganos especializados.

**Amenaza Secundaria:** Es la resultante de un peligro primario, generalmente de mayor magnitud que el anterior.

**Desastre:** Es toda situación que causa alteraciones intensas en los componentes sociales, físicos, ecológicos, económicos y culturales de una sociedad, poniendo en inminente peligro la vida humana y los bienes ciudadanos y de la nación, sobrepasando la capacidad de respuesta local

para atender eficazmente sus consecuencias, pueden ser de origen natural o provocado por el hombre.

**Fenómeno Natural:** Es todo daño causado por cualquier fenómeno natural, sea este huracán, tornado, tormenta, pleamar, inundación, maremoto o tsunami, terremoto, erupción volcánica, deslizamiento de tierra, incendio forestal, epizootia, plagas agrícolas, sequías entre otros y cuyos resultados afectan a la población, a la infraestructura y a los sectores productivos de las diferentes actividades económicas, con tal severidad y magnitud que supere la capacidad de respuesta local y que requiere el auxilio regional, a solicitud de una o varias de las partes afectadas, para complementar los esfuerzos y los recursos disponibles en ellas, a fin de mitigar los daños y las pérdidas.

**Estado de Desastre:** Es el estado excepcional colectivo provocado por un evento que pondría en peligro a las personas, afectándoles la vida, la salud y el patrimonio, sus obras o sus ambientes y que requiere de mecanismos administrativos, toma de decisiones y recursos extraordinarios para mitigar y controlar los efectos de un desastre.

**Estado de Alerta:** Es el que se determina considerando el tipo de alerta y se decreta según sea el caso y la necesidad, atendiendo a la gravedad e intensidad del desastre.

**Planificación para el Desastre:** Es una de las partes del proceso de preparación para enfrentar un desastre futuro. Esta planificación prevé actividades de prevención, mitigación, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

**Prevención de Desastres:** Se le denomina al conjunto de actividades y medidas de carácter técnico y legal que deben de realizarse durante el proceso de planificación del desarrollo socio-económico, con el fin de evitar pérdidas de vidas humanas y daño a la economía como consecuencias de los desastres naturales.

**Preparación:** Son las actividades de carácter organizativo que permitan que los sistemas, procedimientos y recursos requeridos para enfrentar un desastre y estén disponibles para prestar ayuda oportuna a los afectados, utilizando los mecanismos existentes donde sea posible.

**Proceso de Alertas:** Secuencia de eventos, a partir de la inminencia de un desastre, que activan los diferentes componentes de respuesta, mitigación y atención del Sistema Nacional de Defensa Civil.

**Mitigación:** Es toda acción orientada a disminuir el impacto de los desastres naturales en la población y en la economía.

**Nivel de Desastre:** Para fines de calificar el alcance de los desastres, éstos se clasifican como nacionales, departamentales, regionales y municipales, de acuerdo a la ubicación del fenómeno que da origen al desastre.

**Reducción y Manejo de Desastres:** Es el conjunto de acciones preventivas y de respuesta para garantizar una adecuada protección de la población y las economías, frente a las ocurrencias de un evento determinado.

**Riesgo:** Es la relación entre la frecuencia y las consecuencias de la ocurrencia de un evento determinado.

**Repuesta al Desastre:** Es el conjunto de actividades que se efectúan de manera inmediata después de ocurrido el desastre y se incluyen las acciones de salvamento y rescate, el suministro de servicios de salud, comida, abrigo, agua, medidas sanitarias y otras necesidades básicas para la sobrevivencia.

**Tiempo Normal:** Es aquel en que el estado de las cosas instituidas en la nación, así como el desenvolvimiento de las actividades del país y el quehacer ciudadano, se desarrollan sin ninguna alteración.

**Tipo de Desastre:** Para fines de calificar los desastres, éstos se clasificarán como naturales, sanitarios, ambientales y antropogénicos, de acuerdo al fenómeno que da origen al desastre.

**Vulnerabilidad:** Es la susceptibilidad a pérdidas o daños de los elementos expuestos al impacto de un fenómeno natural o de cualquier otra naturaleza.

## **Ley 217 (áreas protegidas)**

### *Capítulo III. Administración del sistema nacional de áreas protegidas. Capítulo IV.*

#### *Categorías de manejo de las áreas protegidas del SINAP.*

Parque Nacional: Área terrestre y /o acuática, poco intervenida e idónea para proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas y hábitat singulares y representativos y sitios y rasgos de interés histórico cultural.

Objetivos de manejo.

- Conservar áreas naturales y escénicas de importancia nacional o internacional con fines espirituales, científicos, educativos, recreativos y turísticos
- Mantener en el estado más natural posible, áreas representativas de las regiones fisiogeográficas, comunidades bióticas, recursos genéticos y especies del país, para conservar la estabilidad y la diversidad ecológica nacional.
- Brindar oportunidades y promover la investigación, la educación, la interpelación y la apreciación del público, en un grado compatible con el objetivo principal, que permita mantener el área en su estado natural o casi natural.
- Promover el respeto por los atributos ecológicos, geomorfológicos religiosos o estéticos que han justificado la designación.

**Criterios para la designación de la categoría.**

Contener ecosistemas representativos de importantes regiones, características o escenarios naturales o culturales asociados, en los cuales las especies de animales y plantas, los hábitats y los sitios geomorfológicos revisten especial importancia de carácter espiritual, científica, educativa, recreativa y turística.

Ser un área lo suficientemente amplia como para contener uno o más ecosistemas completos que no hayan sido materialmente alterados por la explotación o la ocupación del ser humano.

### **PREGUNTAS DIRECTRICES DERIVADAS DE LOS OBJETIVOS**

1. ¿Cuáles serían las amenazas durante una erupción del complejo volcánico Masaya?
2. ¿Qué municipios y población se encuentra expuesta ante una erupción?
3. ¿Conoces las principales vulnerabilidades principales que existen en su entorno?
4. ¿Existe algún plan integral de respuesta para la población afectada?

## Matriz de Descriptores

### Matriz de Operacionalización de Variables (MOVI)

Objetivos específicos	Variabl e concept ual	Sub variables, o dimensiones	Variabl e operativa indicador	Técnicas de recolección de datos e información y actores participantes					
				Encuesta	Entrevista	Observaci	Experimen	Grupos	Análisis
1. <b>Describir las diferentes amenazas del que puede generar un proceso eruptivo del complejo volcánico Masaya.</b>	Amenazas del complejo volcánico Masaya	Educación de las personas sobre las diferentes amenazas del complejo volcánico Masaya	Talleres de sensibilización a la población		X	X			X
2. <b>Analizar las diferentes vulnerabilidades que existen en el rango de 5 y 10 kilómetros de los cráteres</b>	Describir las debilidades antes y durante una	Vulnerabilidades del Complejo Volcánico Masaya	Describir el escenario de riesgo del Complejo Volcánico			X			X

	erupción del complejo Volcánico Masaya.		Masaya		
	Volcánico Masaya				
<b>3. Identificar la población que se encuentra expuesta en el rango de los 5 y de 5 a 10 kilómetros de distancia del cráter.</b>	Población expuesta ante erupción Volcánica	Afectación geográfica entre los 5 y 10 kilómetros de distancia del volcán Masaya	Escenarios de riesgo del Volcán Masaya	X	X
<b>4. Diseñar el plan de respuesta que permita salvaguardar la vida de la población en el rango de 5 y 20 kilómetros de los</b>	Plan de respuesta	Contar con un documento que describa el escenario de riesgo y plan de respuesta del	Existe una guía para una respuesta efectiva ante una erupción del complejo Masaya	X	

**cráteres  
del  
complejo  
volcánico  
.**

complejo  
Volcánico  
Masaya

---

## ***Diseño Metodológico.***

### **8.1. Trabajo de gabinete**

Estando claro del tema y del proceso que se tiene elaborar, se diseñó un esquema de trabajo que permitiera desarrollar los cuatro objetivos específicos propuestos en este trabajo, iniciando por recopilar toda la información necesaria que se detalla a continuación.

### **8.2 Recopilación y análisis de la amenaza**

Tomando en cuenta que el Complejo Volcánico Masaya ha sido uno de los más estudiados en cuanto a la amenaza, sin embargo estos estudios nos son conocidos por la población, se solicitó a la dirección de geología del INETER, un grupo focal donde se analizara toda la información registrada en cuanto a la amenaza de este complejo, lo que nos permitirá definir la amenaza en alta media y baja para cada una de las poblaciones que se encuentran en el rango de los 5 y 10 kilómetros de los cráteres del volcán y se elaboraran los mapas necesarios en ARCGIS 10.5.

### **8.3 Identificación de las principales vulnerabilidades.**

Tomando como referencia los planes de cada uno de los municipios afectados y receptores se realizará la sistematización de cada territorio y luego se visitará ínsito en trabajo de campo para poder comprobar que estas son las principales en cada comunidad ubicada a los 5 y 10 kilómetros y se detallaran en tablas Word.

### **8.3 Descripción de la población en riesgo**

Tomando en cuenta las tablas Multiamenazas que utiliza el Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención a Desastres, por medio de la Unidades Municipales de Gestión Integral de Riesgo, se conjugara la amenaza y la población expuesta más las condiciones

de vulnerabilidad, para determinar los municipios más mayor riesgo en Excel 2016 y se convertirán en Word.

#### **8.4 Determinación de los posibles escenarios de riesgo**

En el grupo focal científico ayudara a determinar los dos escenarios de riesgo propuestos en este trabajo, tomando en cuenta la frecuencia y persistencia de la distancia del cráter del Complejo Volcánico Masaya, se trabajará en conjunto con el INETER para la definición de los escenarios principales el que generara una tabla de población expuesta y amenaza en Word.

#### **8.6 Diseñar el plan de respuesta integral**

Tomando en cuenta los planes, de cada uno de los municipios afectados, en grupos focales con los técnicos municipales de respuesta, se seleccionaron los municipios receptores, tomando en cuenta que estuvieran fuera del área de afectación y que tuvieran las condiciones mínimas para ser centros de albergues, en esta se utilizara un formato general para que cada territorio brindara la información necesaria para elaborar y se realizara una sistematización de la información que brinde cada territorio.

#### **8.7 Métodos y técnica**

El método histórico: Está vinculado al conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación se hace necesario revelar su historia, las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales, él nos ayudó en conjunto con los científicos a describir los dos escenarios principales durante un proceso eruptivo del Complejo Volcánico Masaya.

Para describir la amenaza se realizaron entrevistas con científicos del Instituto

Nicaragüense de estudios Territoriales INETER.

Para este proceso se desarrolló por método cualitativo, ya que se realizaron, grupos focales con los técnicos de gestión integral de riesgo de los municipios afectados y receptores para definir la población en riesgo ante cada una de las amenazas.

## CAPÍTULO I

### ***Descripción de la amenaza***

El volcán Masaya ubicado en las coordenadas (11.984°N; 86.161°W), es uno de los volcanes más activos de la Cadena volcánica de Nicaragua. Se ubica a 25 km al Sur de la ciudad de Managua, con una altura de 635 mts, se trata de un volcán de composición basáltica a basalto-andesita, con datos de erupciones históricas desde el tiempo de la conquista, 1670 a 1772, con actividad eruptiva pliniana durante los últimos siete mil años y otros tipos de actividad que han contribuido a la formación del mismo.

Las paredes internas de los cráteres revelan la predominancia de material piroclásticos (escoria gruesa o capas de material soldado) las laderas norte y oriental son más suaves y están cubiertas por materiales lávicos, los cráteres en su interior confirman la predominancia de material efusivo en los flancos. El cráter Masaya, es un cráter compuesto de lavas y tefras basálticas. El cráter Santiago ha sido el principal sitio de actividad del Complejo Volcánico Masaya, particularmente de una alta desgasificación, con un cráter principal de 150 mts de profundidad y un cráter interno de 50 mts de profundidad, donde la boca actual se encuentra localizada en las paredes Este y Norte quedando expuestas capas de lavas que cubren un cono cinerítico hacia el Sureste.

Las paredes viejas del cráter (Suroeste y Noreste) están compuestas de capas de ceniza fina y escoria, en la pared occidental se muestra el relleno del cráter Nindirí, también exponiendo fallas concéntricas en forma radial y se extienden hacia zonas altamente fracturadas. Flujos lávicos históricos emplazados dentro y fuera de la caldera, y caída de cenizas.

### 1.1 Flujos de lava.

Es el producto más familiar de la actividad volcánica en Masaya y consiste de corrientes de roca fundida a temperaturas mayores a los 1000°C y sale a través de los conductos de los volcanes o bien por fisuras o grietas cercanas a los cráteres.

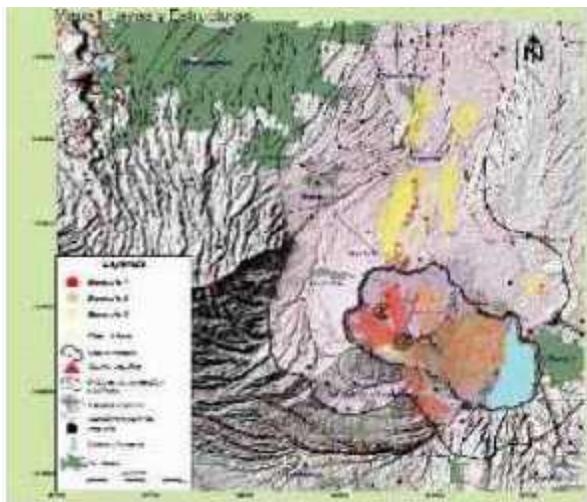


Figura 3. Mapa de amenaza por lava fuente INETER

Los flujos de lava históricos cubren gran parte del piso de la caldera de Masaya y han confinado un lago al extremo oriental de la caldera. Las características de algunos flujos de lava históricos en el volcán Masaya son: flujo de lava de 1670 que cubre 2.12 km<sup>2</sup> y sobrepasa el borde Norte de la Caldera, mientras que el de 1772 cubre 7.51 km<sup>2</sup>. Los flujos de lava más recientes indican que éstos pueden llegar hasta 10 km de distancia, aunque algunos flujos, extraordinariamente grandes pueden llegar hasta 25 km del cráter.

Las lavas y material piroclástico (basáltico abasáltico-andesítico) del Complejo de la Caldera de Masaya posee numerosas características geoquímicas distintivas: una relativa homogeneidad composicional, contenidos bajos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y altos de FeO, un patrón de diferenciación toleítica (baja presión) y elevadas concentraciones de elementos litófilos de radio iónico grande (por ejemplo: el contenido de Ba de 800 ppm aproximadamente). Sus composiciones siempre caen en o cerca de bajas presiones cotécticas. Adicionalmente, los basaltos de Masaya tienen inusualmente altas relaciones <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr y <sup>10</sup>Be.

Los flujos de lava históricos cubren gran parte del piso de la caldera de Masaya y han confinado un lago al extremo oriental de la caldera. Las características de algunos flujos de lava históricos en el volcán Masaya son: flujo de lava de 1670 que cubre 2.12 km<sup>2</sup> y sobrepasa el borde Norte de la Caldera, mientras que el de

Los diversos rasgos geoquímicos de Masaya, conjuntamente con las observaciones volcanológicas, indican que este volcán es subyacente por una cámara magmática grande (de 10 km<sup>3</sup>) y somera que constituye un sistema abierto. Aunque la cristalización fraccionada es un proceso significativo en la cámara de sistema abierto de Masaya, la mezcla de magmas y contaminación magmática también son importantes. Las mezclas de magma son importantes para explicar los cambios estratigráficos discontinuos en composición de magmas observados en el Masaya. También, la contaminación cortical es necesaria para explicar las concentraciones generalmente elevadas de <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr y elementos litófilos de radio iónico grande.

### ***1.2 Los lahares.***

Es una mezcla de escombros rocosos movilizados por agua, que fluyen rápidamente y se origina en las pendientes de los volcanes debido al contacto con lava o por un flujo piroclástico. Debido a su alta densidad y velocidad, pueden destruir vegetación y estructuras, tales como puentes y caminos.

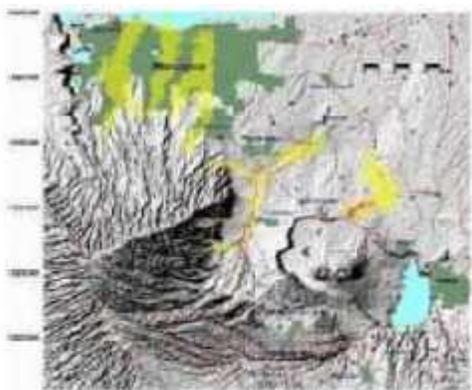


Figura 4 fuente INETER. Arenas por Flujos Laháricos (Flujos de Escombros)

En la región del volcán Masaya, pareciera ser que este tipo de procesos volcánicos no tienen lugar, debido a su bajo relieve y a la ausencia de estudios detallados al respecto. Sin embargo, las secuencias laháricas que pueden observarse en zonas cercanas a Managua, contradicen esta apreciación. El caso más notorio se puede observar en las huellas de Acahualinca en la

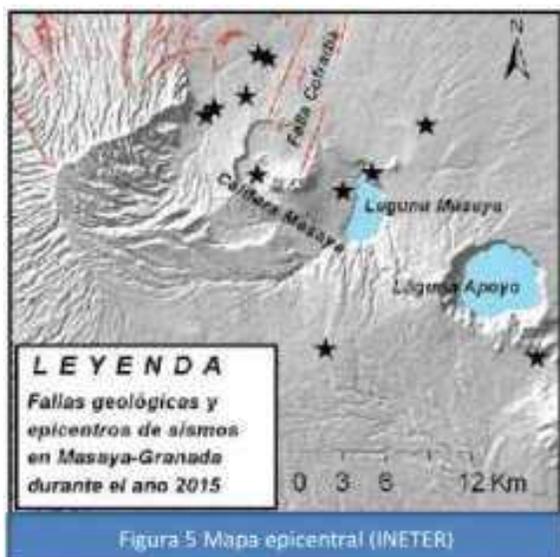
ciudad de Managua, muy cerca del Lago de Managua,

en una zona que, hace 6500 años fue la ribera del lago y donde huellas humanas se preservaron en depósitos laháricos previos a la erupción de la Capa Triple de la Formación San

Judas. Por esta razón, se consideró la posibilidad de que se generen lahares después de una erupción subpliniana a pliniana.

### 1.3 La sismicidad.

La generación de sismos se produce por movimiento de magma y la formación de fracturas asociadas, explosiones volcánicas, movimientos de masas a gran escala y esfuerzos tectónicos.



La sismicidad por la actividad volcánica, fallamiento local y regional, puede afectar a los municipios y departamentos de Masaya, Managua, Carazo y Granada, en la ciudad de Masaya podría presentarse la mayor afectación debido al tipo de construcción (adobe y taquezal) presentándose mayormente en el centro histórico de la ciudad, sin embargo, pueden producirse daños en otros municipios y departamentos aledaños. Existen

registros de la actividad sísmica ocurrida en la caldera Masaya y alrededores. En el año 2015 se analizó la sismicidad del país para mostrar los sitios de relevancia por su liberación de energía sísmica; cabe señalar que todos estos sismos fueron de baja magnitud, pero tienen importancia por indicar que las fallas donde ocurrieron están activas. Al noroeste de la caldera Masaya, en su interior y al NE ocurrieron sismos, al norte de la ciudad de Ticuantepe y en las proximidades del promontorio del Coyotepe, Figura 2 y Figura 5.

Mapa epicentral donde se aprecia actividad sísmica al NO, NE y dentro del complejo volcánico Masaya. Tres sismos dentro de la misma caldera y dos dispersos uno al Sur de la caldera Masaya y uno al SO de la Laguna cratérica Apoyo.

Entre los meses de enero y agosto de 2016, ocurrió actividad sísmica que conmovió a la caldera Masaya y sectores aledaños. Se destacan: el NO de la caldera, sector que rodea el cráter activo del volcán Santiago y una parte de la Falla

Cofradía, figura 4, A, B y C. Además, se muestran cortes sísmicos AB, en los tres sectores.

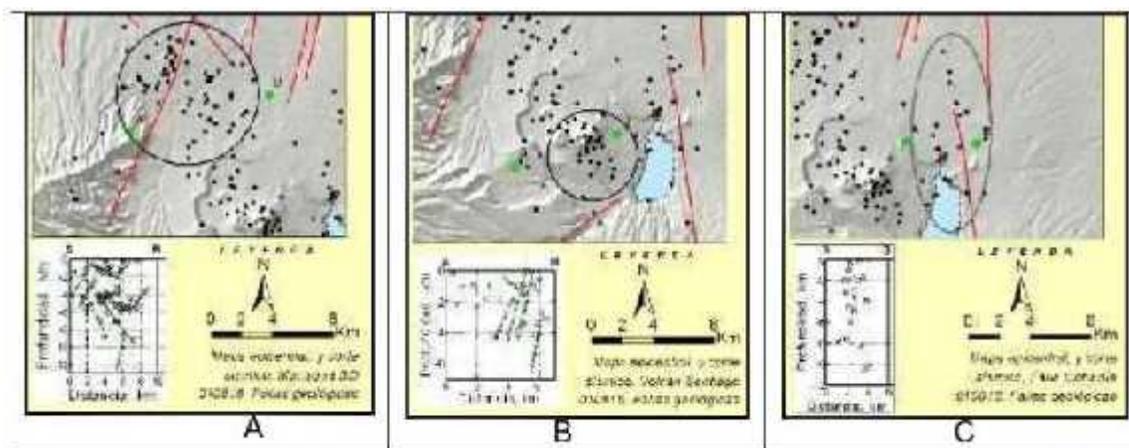


Figura 6. Fuente INETER Boletín anual, 2012

Los epicentros de la parte A se localizaron al norte de Ticuantepe bordeando el cauce que pasa en el extremo Oeste de esa ciudad. Se advierte, en el corte sísmico inserto, alto fallamiento en profundidad, responsable de crisis sísmicas en el pasado reciente. La parte B presenta los sismos ocurridos dentro de la caldera Masaya, rodeando el Volcán Santiago; aparentemente las fallas al interior del conjunto volcánico tienen tendencia NO-SE y fuerte buzamiento al Oeste, como se aprecia en el corte sísmico. La parte C muestra actividad en la parte sur del sistema de Falla Cofradía, como sugiere el perfil sísmico. Se evaluaron los mecanismos focales del grupo de sismos con información suficiente de polaridades de primeros arribos del sector NE de la ciudad de Ticuantepe y con ellos se evaluó el estado de esfuerzo local, figura 6.

La aplicación de metodología estándar (Michael, 1987) para invertir los mecanismos focales y derivar de ellos la dirección de los esfuerzos principales permitió la determinación del régimen predominante de esfuerzos; el tipo de fallamiento que estos favorecen es fallamiento de rumbo.

La inversión de una gran cantidad de mecanismos focales con epicentro en las calderas anidadas, área Managua-Masaya permitió en estudio anterior establecer esto con mayor cantidad de datos (Segura, 2013).

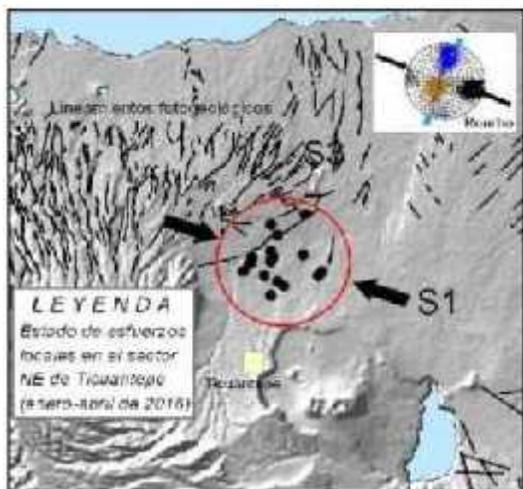


Figura 7. Sismicidad cercana a la caldera

Boletín INETER 2015.

Es de mucha utilidad dar seguimiento a la actividad sísmica que ocurre en nuestro país con la finalidad de identificar las áreas del territorio en proceso de liberación de energía de deformación y por ende el peligro el potencial que tales sitios representan. Especialmente áreas como esta que se encuentran rodeadas de ciudades con alta densidad Sismicidad de población como: Managua, Masaya, Pueblos

Blancos, etc.

Los procesos de colapso esperados en el volcán Masaya tienen que ver con el régimen tectónico regional y local. En el mapa se muestran los rasgos estructurales del Graben de Managua, los cuales tienen influencia sobre la disposición de la caldera. La caldera Masaya coincide con la intersección de rasgos tectónicos regionales (Falla Cofradía, Sistema de Falla Nejapa-Miraflores y la continuación Sureste de la Falla Mateare).

Por la actividad volcánica, fallamiento local y regional, puede afectar a los Municipios y los Departamentos de Masaya, Managua, Carazo y Granada. En la ciudad de Masaya podría presentarse la mayor afectación debido al tipo de construcción (adobe y taquezal) presentándose mayormente en el centro histórico de la ciudad, sin embargo, pueden producirse daños en otros municipios y Departamentos aledaños.

#### 1.4 Las oleadas piroclásticas.

Son masas secas y calientes (de 300° a más de 800° C) de escombros piroclásticos y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo. El gran volumen de su masa y velocidad les permite a estos flujos sobrepasar barreras topográficas (ONEMI, 2006). Los peligros asociados con los flujos piroclásticos incluyen asfixia, entierro, incineración y lesiones por impacto y daños (OEA, 1993). Estos flujos piroclásticos turbulentos, con baja concentración de partículas que fluyen sobre la superficie del terreno a altas velocidades, se distinguen dos tipos de estas, las oleadas calientes y frías, estas últimas se originan por explosiones freatomagmáticas en las cuales el agua subterránea somera o agua superficial interactúa con el magma. Generalmente, estas oleadas contienen agua y/o vapor de agua y se encuentran a temperaturas inferiores al punto de ebullición del agua. Es típico que las oleadas piroclásticas frías se encuentren restringidas a radios menores a 10 km de sus centros de emisión.

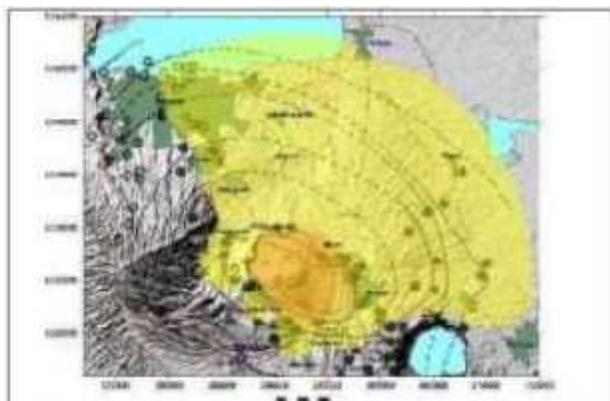


Figura 8. Oleadas Piroclásticas INETER 2010.

Las oleadas piroclásticas calientes tienen una movilidad más alta y pueden afectar áreas más alejadas localizadas a varias decenas de kilómetros de los centros de emisión.

La información geológica disponible indica que la producción de flujos piroclásticos en el volcán Masaya es posible. La existencia de

depósitos asociados a erupciones explosivas de tipo pliniano y subpliniano (Escorias Fontana, San Judas, Superior y Última) (Williams, 1983b; Hradecky y colaboradores, 1998) debieron

generar flujos piroclásticos correspondientes con estas magnitudes eruptivas. Por esta razón, para la generación de pronósticos eruptivos se consideraron dos escenarios de magnitud.

Es típico que las oleadas piroclásticas frías se encuentren restringidas a radios menores a 10 km de sus centros de emisión.

### ***1.5 Caída de ceniza***

Está constituida por fragmentos de rocas y lavas (piroclastos) que han sido expulsados hacia la atmósfera y que luego caen nuevamente sobre la superficie. La tefra varía de tamaño desde ceniza (menores a 2 mm), a lapilli (2–64 mm) (ONEMI, 2006). La acumulación de tefra puede causar el colapso de construcciones, destrucción de líneas de energía y comunicación, perturbación del tráfico vehicular y daños a la 11 vegetación. La tefra suspendida en el aire puede causar problemas respiratorios, daños a motores y cortocircuitos (OEA, 1993).

Los depósitos de caída de ceniza producidos en el volcán Masaya (por ejemplo, Lapilli Fontana, San Judas) representan eventos explosivos de gran magnitud (tipo pliniano).

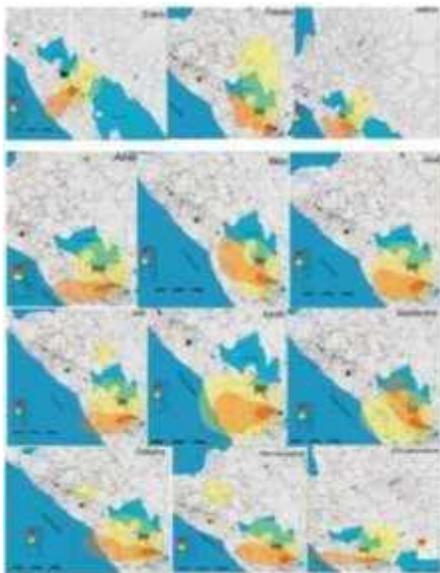


Figura 9. Caída de Ceniza INETER 2010

Los valores obtenidos mediante diferentes escenarios de probabilidad para los doce meses del año, indican que en época seca (diciembre a mayo) el espesor de la ceniza seria hasta de 40mm y en época lluviosa (junio a noviembre) de 30 mm. Con estos espesores se podrían generar problemas tales como el colapso de techo y problemas de salud.

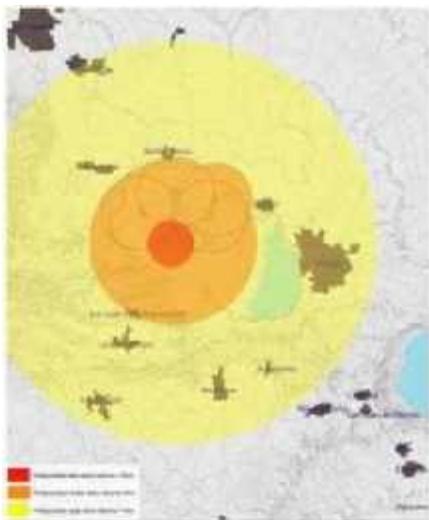
En caso de este Complejo Volcánico no tiene una dirección definida permanentemente, si no que

varía de acuerdo al mes que se presente la actividad, tomando en cuenta que tiene un proceso de rotación.

### ***1.6 Balísticos***

Durante las erupciones explosivas los fragmentos más grandes y densos son expulsados siguiendo trayectorias parabólicas. Estos fragmentos abandonan el centro de emisión a grandes velocidades que varían de decenas a centenas de metros por segundo. Este tipo de amenaza representa un peligro para la vida y las propiedades por la fuerza de impacto y elevadas temperaturas.

Para el volcán Masaya se han considerado áreas máximas aproximadas, que pueden ser alcanzadas por proyectiles balísticos, de acuerdo a diferentes escenarios explosivos, en el caso más probable y considerado de mayor peligro, aunque de menor magnitud el alcance máximo es de 1.5km desde el cráter del volcán, como la explosión ocurrida en abril del 2001. El caso menos probable y de menor peligro, corresponden a eventos explosivos esperados con mayor magnitud, con un alcance de 5 km afectando a diversas poblaciones dentro de este radio. La zona de



*Figura 10. Amenaza por Balístico INETER 2010*

peligrosidad baja tiene un alcance superior a los 10 km.

Las velocidades típicas de impacto van de 300 hasta 500 km/hr. Esto implica que las personas puedan sobrevivir la caída de proyectiles, pequeños (menores a 3 cm) en refugio especiales, pero no a balísticos grandes ya que pueden afectar incluso construcciones sólidas.

Debido a que las temperaturas de los balísticos suelen ser superiores al punto de ignición de la vegetación al momento del impacto, estos representan una amenaza de puede provocar incendios en regiones cercanas del volcán.

Además de los peligros mencionados, se encuentra la amenaza para la aeronavegación pues las altas velocidades de los proyectiles hacen que alcance grandes alturas en muy pocos segundos y su impacto puede traer consecuencias fatales.

### 1.7 Gases y lluvia acida

Las explosiones volcánicas resultan del aumento súbito del contenido de gases, los cuales se separan de los magmas cuando éstos ascienden a través de los conductos de un sistema volcánico. Las erupciones volcánicas explosivas son controladas principalmente por los gases disueltos en el magma y la forma en que estos gases son separados del magma y liberados desde grandes profundidades. Entre los gases más abundantes están el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Cuando los gases volcánicos se mezclan con agua, ocasionan la lluvia acida, que causa riesgos a la salud y a los cultivos.

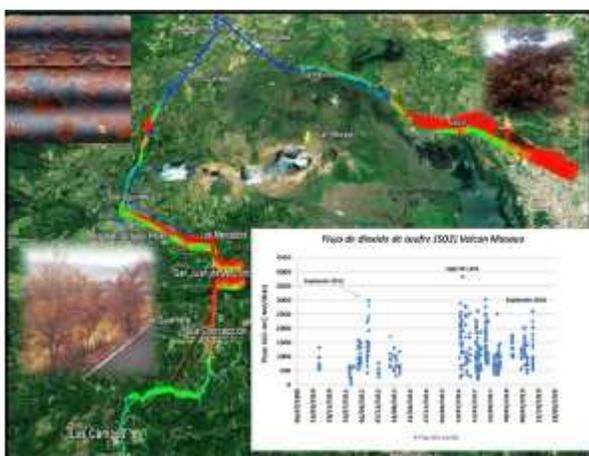


Figura 11. Monitoreo de gases INETER 2019

La emisión de gases volcánicos es una de las principales amenazas en el volcán Masaya, la cual ha persistido desde 1993, experimentado un importante proceso de desgasificación caracterizado por una pluma volcánica que emite unas 2,000 toneladas de

dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) por día (Delmelle et al., 1999). La zona de máxima afectación se localiza al Este-Suroeste del volcán, afectando el

Municipio de Ticuantepe, El Crucero, La Concepción y Diriamba.

Esta amenaza es permanente en el Complejo Volcánico Masaya, afectando los cultivos en caso de la lluvia acida y corriendo metales en las construcciones de hierro, aunque no existen estudios que confirmen el daño a la salud humana, las personas que habitan en las comunidades que permanente conviven con este fenómeno, padecen mucho de infecciones renales los que lo asocian con el volcán.

## CAPITULO II

### *Población Expuesta*

#### **2.1 Población expuesta en el rango de los 5 kilómetros**

La población de 11 municipios de Masaya, Managua y Carazo son los que se encuentra mayormente expuesto ante una erupción del Complejo Volcánico Masaya, donde se encuentran 186 comunidades y barrios.

Por otra parte, a diario el Complejo Volcánico Masaya, es visitado por unos 200 turistas entre nacionales e internacionales que durante un proceso eruptivo pueden resultar afectados.

El mayor escenario que se puede presentar durante un proceso eruptivo del complejo volcánico Masaya, es a los 5 km del cráter principal, por su frecuencia e intensidad de evento que se pueda generar donde existe una población en riesgo de 47,848 personas que puede ser afectada por las siguientes amenazas, lava, balístico, flujos piroclástico, gases, cenizas y sismicidad. (Ver Tabla No.1)

Tabla 1  
Población expuesta a los 5 kilómetros

Municipio	Comunidades	Familias	Población	Población Vulnerable
Nindirí	6	2,025	8,966	781
La Concepción	8	4,083	16,141	935
Ticuantepé	9	3,903	17,515	1,022
Masatepe	7	1,105	5,226	89
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>11,071</b>	<b>47,848</b>	<b>2,827</b>

Fuente: tablas multiamenaza del SINARED 2018

## 2.2 Población expuesta en el rango de los 10 kilómetros

Tomando en cuenta la recurrencia, el índice de explosividad y la posible afectación media, se definió en conjunto con el INETER, en un segundo escenario con rango a los 10 kilómetros, en el entorno del cráter, donde habita la siguiente población.

Tabla 2  
Población en riesgo de 5 a 10 kilómetros

Municipio	Comunidades o barrios	Familias	Población	Rutas de Evacuación
Nindirí	19	7,470	31,999	2
Masaya	109	26,169	157,071	6
Sn Juan Oriente	2	112	454	1
Niquinohomo	3	500	2,550	1
La Concepción	12	6,436	25,854	1

<b>Nandasmo</b>	2	346	1,711	1
<b>San Marcos</b>	3	1,929	13177	1
<b>Catarina</b>	6	227	1,012	1
<b>Ticuantepe</b>	16	7542	28430	2
<b>El Crucero</b>	4	568	2595	2
<b>Masatepe</b>	5	3,340	17,377	1
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>54,639</b>	<b>282,230</b>	

Fuente: tablas multiamenaza del SINARED 2018

## CAPITULO III

### **3.1. Principales vulnerabilidades que existen en el rango de 5 y 10 kilómetros de los cráteres del Complejo Volcánico Masaya.**

La Ley 337 creadora del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres SINAPRED la define como, Es la susceptibilidad a pérdidas o daños de los elementos expuestos al impacto de un fenómeno natural o de cualquier otra naturaleza.

#### **3.1.1. Las personas vulnerables.**

Se caracterizan por ser frágiles e incapaces de soportar algún acto. En un principio, se relaciona el término de vulnerabilidad con niños, mujeres y ancianos ya que poseen mayor fragilidad con respecto a otros grupos de personas, por ejemplo: un niño es vulnerable frente al maltrato de un adulto.

#### **3.1.2. Vulnerabilidad física.**

Esta se presenta en todos los Departamentos (Masaya, Granada, Managua, y en menor escala el Departamento de Jinotepe, por los tipos de construcción siendo estos mayormente de adobe y talquezal las que se pueden ver en los centros históricos de Masaya y Granada, los que podrían resultar afectados por la sismicidad.

Por otra parte, las construcciones de mampostería en vez de llevar hierro estas son construidas con madera, no son compatible en de construcción, realizan este tipo de construcción ya que todos los metálicos son afectados rápidamente por los gases principalmente en las zonas de afectación por los gases, así mismo es afectado el zinc por lo que las viviendas son construidas de nicalit.

En el Municipio de Nindirí se ha venido expandiendo hacia el sector de piedra quemada en donde actualmente existen la comunidad de Buena Vista sobre el flujo de lava de

1670 que cubre 2.12 km<sup>2</sup>.

Así mismo existe población que se encuentra dentro de la caldera del Complejo Volcánico pertenecientes a los municipios de Nindirí y Ticuantepe.

### **3.1.3. Vulnerabilidad ambiental.**

Esta se refiere a las especies endémicas, por ejemplo, son vulnerables a los cambios en las condiciones naturales o que tienen que ver con la sociedad, de su hábitat, por lo tanto, corren el riesgo de extinción.

Durante una erupción volcánica, muchas especies que habitan en la cercanía o dentro de la caldera morirán o tendrán que emigrar hacia otros lugares ejemplo, venados, chocoyos entre otros.

### **3.1.4. Vulnerabilidad económica.**

En este contexto, la vulnerabilidad puede definirse como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. Es un concepto relativo y dinámico. La vulnerabilidad casi siempre se asocia con la pobreza, pero también son vulnerables las personas que viven en aislamiento, inseguridad e indefensión ante riesgos, traumas o presiones.

La exposición de las personas a riesgos varía en función de su grupo social, sexo, origen étnico u otra identidad, edad y otros factores. Por otra parte, la vulnerabilidad puede adoptar diferentes formas: la pobreza, p. ej., puede resultar en que las viviendas no puedan resistir la

cantidad de ceniza y colapsar o por un terremoto o huracán, y la falta de preparación puede dar lugar a una respuesta más lenta al desastre, y con ello a más muertes o a un sufrimiento más prolongado.

La otra cara de la moneda es la capacidad, que puede describirse como los recursos de que disponen las personas, familias y comunidades para hacer frente a una amenaza o resistir a los efectos de un peligro. Estos recursos pueden ser físicos o materiales, pero también pueden encontrarse en la forma en que está organizada una comunidad o en las aptitudes o atributos de las personas y/o las organizaciones de la misma.

La población que se encuentra en el rango de los 5 y de 5 a 10 kilómetros del entorno del complejo volcánico Masaya en índice de pobreza es considerada media y baja, lo que significa que sería muy difícil de tener resiliencia por sus propios medios.

### **3.1.5. Vulnerabilidad social.**

Esta se refiere indefensión ante amenazas, riesgos, traumas y presiones debido a las condiciones sociales que presenta la persona o grupo, dentro de estas se destacan en el entorno del Complejo Volcánico Masaya las siguientes.

#### **3.1.5.1. Vulnerabilidad Ideológica.**

Aunque la población conoce el riesgo al que se encuentra expuesto consideran que una erupción del volcán Masaya no volverá a ocurrir y que si esta ocurre no les afectara, aunque teniendo en cuenta que se encuentra ubicado sobre la colada de lava ocurrida en años anteriores.

#### **3.1.5.2. Vulnerabilidad organizativa.**

Esto ocurre principalmente en los municipios de Nindirí y Masatepe en el sector de Venecia existe población sobre los flujos de lava y que no todos conocen el que hacer durante una crisis

volcánica, así mismo la organización es débil. Como parte del trabajo realizado en conjunto con las Unidades Municipales de Gestión Integral del Riesgo de cada uno de los municipios afectados, en conjunto con los Científicos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER, tomando como referencia cada una de las amenazas se logró conciliar la población vulnerable ante una erupción del Complejo Volcánico Masaya.

### ***3.2. Escenarios de riesgo ante una posible erupción del Complejo Volcánico Masaya.***

Riesgo es considerado de acuerdo a la Ley 337, es la relación entre la frecuencia y las consecuencias de la ocurrencia de un evento determinado.

Para determinar los escenarios de riesgo se utilizó la siguiente fórmula

$$A \leftrightarrow V = R \begin{cases} D \\ G.R \end{cases}$$

Esto significa que la Amenaza interactuando con la vulnerabilidad nos conlleva al riesgo, si no se toman medidas de prevención y mitigación, nos llevara a unos desastres, sin embargo, si se previene nos podría llevarnos a un desarrollo sostenible, o únicamente a emergencias.

Para poder definir el riesgo del Complejo Volcánico Masaya, se interpuso la amenaza con la vulnerabilidad y esto nos indica los posibles escenarios de riesgo que se pueden presentar durante una erupción volcánica.

Tomando en cuenta los colores de las alertas que están definidas en la Ley 337 creadora del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención a Desastres (SINAPRED), se colocó a la cantidad de población expuesta y las diferentes amenazas los que nos permitió idéntica la población en mayor riesgo encontrando a 11 municipios expuestos a riesgos altos, medios y bajos,

los que se trabajaron de acuerdo a las tablas Multiamenaza que tiene la Codirección del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención a desastres SINAPRED.

Tabla 3  
*Escenario de riesgo*

Municipio	Nivel de Amenaza y Población Expuesta					
	Flujo de lava	Flujo de piroclás tico	Caída de ceniza	Sismos	Balístic os	Gase s
<b>Nindirí</b>	8,963	8,963	58,452	58,452	8,963	8,963
<b>Masaya</b>	6,258	175,572	175,572	175,572	175,572	6,258
<b>San Juan de Oriente</b>			454	7,456	454	454
<b>Niquinohom</b>			2,500	2500	2500	2300
<b>La Concepción</b>			23,904	41,995	25,854	38,247
<b>Nandasmo</b>	2,446	2,446	8,755	15,281	2,446	2,446
<b>San Marcos</b>		13,177	13,177	13,177	13,177	13,17
<b>Catarina</b>		155	1,012	10,050	1,012	1,012
<b>Ticuantepe</b>	28,430	28,430	28,430	28,430	28,430	28,43
<b>El Crucero</b>		2,695	7,500	22,903	2,695	2,695
<b>Masatepe</b>	2,785	5,241	14,276	43,649	2,758	5,241
<b>Total</b>	<b>48,85</b>	<b>236,679</b>	<b>334,032</b>	<b>419,165</b>	<b>263,86</b>	<b>108,2</b>

*Fuente: Dr. Armando Saballos, MsC. Eveling Espinoza, Dr. William Martínez y Bernardino Bermúdez.*

## CAPÍTULO IV

### *Plan de respuesta Complejo Volcánico Masaya*

#### 4.1. Activación de los mecanismos de respuesta.

Parámetros para definición de las alertas del complejo volcánico Masaya

Tomando en cuenta que es necesario identificar los diferentes parámetros que se deben de tomar para declarar las alertas ante una erupción volcánica, del complejo Masaya, se definieron los siguientes.

Tabla 4

#### *4.2 Parámetros para declaratorias de alertas*

<b>Nivel de alerta</b>	<b>Estado de actividad</b>	<b>Periodo de ocurrencia</b>	<b>Indicios para escenarios potenciales</b>	<b>Acciones</b>
0	Volcán activo, comportamiento estable (sin riesgo inmediato)	Años Años Años, meses	Sin señal de actividad sísmica y fumarólica menor. Actividad sísmica moderada con fuertes y pequeñas explosiones, ruido,	Vigilancia Vigilancia (INETER) Informar a la población. Revisar planes

2	Cambios en el comportamiento	Horas/Días/ Semanas/Meses	Variación en los niveles de vigilancia que indican proximidad a la inestabilidad (aumento o disminución). Enjambre sísmico, temperatura, emisión de gases y cenizas (señales cualitativamente importantes). Incremento en la temperatura en el	Prepararse para la evacuación (actualizar medios y fuerzas). Coordinar con municipios receptores. Definir funciones a los funcionarios.
---	------------------------------	------------------------------	--	---

			subsuelo, en la caldera y área circundante.	Evacuación en el radio de acción de los 5 kilómetros.
3	Erupción en proceso	Erupción en proceso	Efusiva (generación de flujos de lava con Explosiva (abundante salida de gases, cenizas, arenas de diferentes tamaños)	Evacuación de personas que Evacuación de personas en riesgo de 10 km o más en dependencia del índice de explosividad volcánica.

*Fuente: Dr. Armando Saballos, MsC. Eveling Espinoza, Dr. William Martínez y Bernardino Bermúdez.*

## ***Alerta***

### **4.3 Alerta Verde:**

Se declara por disposición del Presidente de la República una vez que el volcán entre en un proceso eruptivo que implica la preparación de condiciones para la protección a la población. Las principales acciones están dirigidas puntualizar los planes de respuestas, rutas de evacuación

centros de albergues y reuniones con los líderes comunitarios para el conocimiento y dominio de los eventos que están ocurriendo.

Disposiciones para el estado de alerta verde:

- Se informa al nivel departamental de la situación existente.
- Se informa a todos los miembros de los COMUPRED.
- Se da a conocer la situación a los coordinadores de Comisiones y Equipos de trabajo.
- Se analiza la situación existente, se proponen y aprueban acciones de Emergencia.
- Se da a conocer la situación a los Comité y líderes comarcales de las posibles comunidades afectadas.
- Se informa a la ciudadanía en general de la situación y se dan recomendaciones.
- Se continúa el monitoreo del fenómeno, evaluando su situación a fin de que sirva de base para las decisiones que tomará la autoridad superior.

#### **4.4Alerta Amarilla:**

Se declara por el Presidente de la República a partir del momento en que el comportamiento del volcán pone en riesgo la vida de los pobladores y se requiere la evacuación a las zonas de seguridad que se han previsto. Implica una serie de acciones de cara a la preservación de la vida y la atención en centros de albergues.

Disposiciones para el estado de alerta amarilla:

- A c t i v a c i ó n del plan de aviso de los CODEPRED y COMUPRED.
- T o d o s los delegados institucionales deberán presentarse obligatoriamente al CODE municipal y a la mayor brevedad posible.
- S e activan los planes de respuesta institucional y sectorial.

- Se activan los centros de albergue temporales de los municipios receptores para la población.
- Se inician los procesos de evacuación de las áreas críticas hacia los albergues temporales ya determinados.
- Se garantiza la instalación de los puestos de abastecimiento y atención médica por los municipios receptores.
- Se activa el plan de regulación vial en las rutas de evacuación prevista.
- Se emiten recomendaciones generales a la población, sobre las normas de conducta a seguir.
- Se continúa el monitoreo del evento, por las autoridades técnicas y científicas.

#### **4.5 Alerta Roja:**

Es declarado por el Presidente de la República cuando el evento ha impacto en el territorio o cuando de manera súbita afecte a las poblaciones circundantes al Complejo Volcánico Masaya.

Esta alerta puede declararse sin haber pasado las anteriores alertas, en caso de no haber sido posible la detección y monitoreo previo de un fenómeno, volviéndose más compleja la situación en cuando a la atención.

Las medidas para esta situación, van encaminadas a preservar la vida de las personas sus bienes y la vitalidad de las instituciones productivas y de servicio, que se prevé sean afectados por el impacto de un fenómeno.

Entre las acciones principales a ejecutarse estando bajo la influencia del fenómeno, están las siguientes:

- Se apoyará la evacuación de las familias o comunidades que no se hayan evacuado durante la alerta amarilla, con recursos humanos, técnicos y materiales de los Organismos de Socorro.

□ Pasado el impacto del fenómeno, la Comisión de Operaciones Especiales, con personal y medios de las instituciones públicas y organismos que integran esta comisión y de común acuerdo, realizarán las operaciones de búsqueda, salvamento, rescate y evacuación a solicitud de las localidades afectadas o por decisión de los CODEPRED o COMUPRED.

□ Se garantizará la atención médica a la población tanto en los centros de albergue y centros asistenciales de los Municipios receptores.

□ Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades por el equipo EDAN. El equipo EDAN, elaborará y enviará el informe preliminar antes de las 08 horas post- impacto al CODE nacional, cada 12 horas, enviará informe complementario al preliminar a los niveles superiores previa autorización del Comité en pleno.

□ La Comisión de Suministros garantizará alimentación, agua y vestuario a las personas evacuadas en los albergues temporales según las normas nacionales, así como el control de su distribución.

□ El Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de desastres, siguiendo orientaciones de la Presidencia de la República y en coordinación con los CODEPRED y los COMUPRED en pleno, analizará las condiciones de los Municipio de acuerdo a los daños causados por el evento y determinará las actividades y acciones para la rehabilitación y reconstrucción del municipio.

El vocero oficial nombrado por el COMUPRED informará a la población sobre la situación en el territorio por los efectos del fenómeno y organizará entrevistas de los miembros del COMUPRED con los medios de difusión hablados y escritos.

#### 4.6 Rutas de evacuación

La evacuación dependerá del índice de explosividad o indicios de una posible erupción del Complejo Volcánico Masaya, teniendo en cuenta que se presente con flujo de lava, sismos, cenizas y gases, deformación en el terreno y asenso de las temperaturas, previa del presidente de la republica actuaran los comités Departamental, Municipales y locales para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres.

Tabla 5  
Rutas de evacuación

Municipio afectado	Municipio receptor	Rutas de evacuación	Población	Responsable
Área núcleo	Nindirí	Entrada los Chocoyos, los Cedros de los	100	
	Masatepe	Chocoyos, entrada de la Cuevas, El Pochote.		Guarda
Nindirí	Tipitapa	Carretera Masaya-Tipitapa.	11,139	Rosa Ruíz
Masaya	Tisma	Maxi Palí, Las	20,100	
	Tisma	INCASA-Tisma	40,009	Katheri
	Granada	Tanque de MEBASA / Museo Camilo Ortega	17,023	Jeanina
	Granada	Rotonda Las Flores, sobre carretera principal hasta Granada	60,239	Aroldo Pichard
				o

	Nandaime	Empalme Las Monimbó, Catarina,	17,773	Maurici
		Guanacaste hasta		o
	Niquinoho	Vuelta El Chivo,		
	mo/	Camino viejo hasta el		
	Nandaime	Cementerio de	1,927	Nadir
		Niquinohomo, luego		López
		hacia Catarina para tomar		
<b>San Juan de</b>		Tempisque, La		Hermini
<b>Oriente</b>	Nandaime	Garnacha a salir a Diriá,	454	o Potosme,
		carretera Nandaime.		Tomás
<b>Niquinohomo</b>	Nandaime	Carretera Catarina,		Carlos
		luego hacia el Municipio		Mendiet
		de Nandaime.	2,550	a, Javier
<b>La</b>	Dolores-	Carretera la	25,854	Jardiel
<b>Concepció</b>	Diriamba	Concepción, San Marcos		Sánchez
<b>Nandasmo</b>		Ruta de evacuación que	1,711	Chamba
	Jinotepe	es la vía principal del		r
		urbano llegando a la		Manzanare
		parada de Pio XII, se		s
		dobla a mano izquierda		
		en Farmacia Guadalupana		
		hasta llegar al campo		

<b>San Marcos</b>	Las comunidades de Fátima y Concepción de María hacia el camino de Campos Azules saliendo hacia el Barrio La parte Este del centro del Municipio de San Marcos (Manuel Moya, Hermanos Calderón, Brúcelas, El Calvario, Covisama. Masatepe dirigiéndonos 6 km al Oeste hasta llegar a Jinotepe	2,112	William Méndez
	Jinotepe	993	Javier Ugarte

*Datos Obtenidos en Campo (fuente propia)*

#### 4.7 Puestos de atención médica y abastecimiento.

Los puestos de atención médica y abastecimiento de agua fueron considerados cada 5 kilómetros tomando en cuenta que no toda la población se podrá trasladar en vehículos, yendo a pie, en carreta etc. Estos puestos deben de estar fuera de la zona afectada lo que permita a la población rehidratarse y recibir atención pre hospitalaria.

Tabla 6  
*Puestos de abastecimiento*

<b>Municipio afectado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Rutas de evacuación</b>	<b>Puesto de abastecimiento</b>
<b>Nindirí</b>		Masaya-Tipitapa	4
	Tipitapa	Nindirí-Corrales Verdes-Tipitapa	4
	Tisma	INCASA-Tisma	3
<b>Masaya</b>		Maxi Palí (cruces las hamacas) Tisma	2
	Granada	Rotonda Las Flores.	2
		MEBASA-Quebrada onda, Granada.	2
<b>San Juan de Oriente</b>	Nandaim	Empalme Las Flores.	3
	Nandaim	San Juan de Oriente.	Mismo de
<b>Niquinohomo</b>	e	Nandaime.	Masaya
	Nandaim	Catarina. Nandaime.	Mismo de
	Diriamba	Carretera La	3

<b>La Concepción</b>		Comarca de Pío XII, se	Mismo de
		trasladarán por el camino de	Masatepe
<b>Nandasmo</b>	Jinotepe	tierra a la comunidad de San	
		José, Masatepe, seguimos recto	
		hasta llegar a Jinotepe.	
<b>San Marcos</b>	Jinotepe	Carretera San Marcos.	0
<b>Catarina</b>		Carretera	Utiliza los
	Nandaim	Panamericana, empalme	mismos de
	e	Guanacaste, Nandaime.	Masaya
<b>Ticuantepe</b>	Tipitapa		Mismo de
<b>El Crucero</b>		El Crucero, las 4	
	Diriamba	esquinas, Diriamba.	0
	Villa El		
<b>Masatepe</b>	Jinotepe	Masatepe, San Marcos,	1
		Jinotepe.	
		Zona urbana, San José,	
	El	El	1
	Rosario	Rosario.	

*Datos Obtenidos en Campo (fuente propia)*

#### 4.8. Municipios receptores y centros de albergues.

Tomando en cuenta que un proceso eruptivo es impredecible en cuanto al índice de explosividad volcánica por lo que se definieron municipios receptores que se encuentren fueran del rango de afectación de los 20 kilómetros, con el objetivo de salvaguardar la vida de la población.

Tabla 7  
*Municipios afectados y receptores*

municipio afectado	municipio receptor	centro de albergue	capacidad	tipo de infraestructura	servicio		
					agua	energía	higiénico
<b>Nindirí</b>	Tipitapa	Hacienda La División (Frank Guadamuz)	90,000 personas	Campo abierto	si	no	no
<b>Ticuantepé</b>		El Líbano. Hermanos Sogay (Juan			si	no	no

<b>Masaya</b>	Tisma	Finca	60,000					
<b>Barrios de Zona Norte</b>	El Rito	San Miguel	personas	Campo abierto	si	no	no	
		Pancasá	1,830					
		Miralagos	6,820	Edificio y espacio abierto	si	si	35 unidades	
		(INTECNA)	s				s	
		Carlos	5,885					
		Manuel	personas	Espacio abierto	si	si	4 unidades	
		Marencos	(verificar)					
	Granada	Villa	5,950					
<b>Masaya Centro</b>		Sultana	persona	Espacio abierto	si	si	2 unidades	
		(Finca Arturo)	s				s	
		Villa	(verificar)					
		5,875						
		Tepetate	personas	Colegio y espacio abierto	si	si	6 unidades	
		Norte	(verificar)					
		(Instituto Nacional)					s	
			14,865					

---

	Nanda	ITA	30,000	Espacio	s	si	si
		Centro					
	Diria	de	6,000	Cerrado	s	si	si
	mba	Convenció	personas		i		
<b>Crucero</b>	Villa	Campo	5,000				
	Villa	La	50,000				
<b>Crucero</b>	El	Chinanpa	persona		s	si	si
	Carm	(verific	s		i		
	en	ar)	(verific				
<b>San</b>		Estadio	1,000				
<b>Juan de</b>	Nanda	infantil	personas	Espacio	s	si	no
<b>Oriente</b>	ime	Roger		abierto	i		
		Acevedo					

---

Municipio afectado	Municipio o receptor	Centro de Albergue	Capacidad	Tipo Infraestructura	Servicio		
					Agua	Energía	Higiénico
<b>Niquinohomo</b>	Nandaime	Campo Deportivo José Dolores	5,000 personas	Espacio abierto	Si	Si	Si
<b>San Juan de Oriente</b>	Nandaime	Estadio Municipal Santa Ana	5,000 personas	Espacio abierto	Si	Si	Si
<b>La Concepción</b>	Dolores	Campo Deportivo Estadio	8,000 personas	Espacio abierto	Si	Si	Si
<b>Nandasmo</b>	Dirijino	Estadio	8,000	Espacio	Si	Si	Si
	tepe	de beisbol Campo	personas 10,000	abierto	Si	Si	Si
<b>San</b>		Escuela	2,112	Edificio y	Si	Si	Si

<b>Marcos</b>	Jino	Museo	993	Edificio y			
	tepe	Bellas Artes y Casa de los 6 casas	personas	espacio abierto	Si	Si	Si
<b>Catarina</b>	Diri	comunale	5,966	Edificio y	Si	Si	Si
	amba	Centro	3,005	Edificio y	Si	Si	Si
	Nan	Estadio		Espacio			
<b>Crucero</b>	daime	Municipal	1,500	abierto	Si	Si	Si
	Diri	Centro					
<b>Masatepe</b>	amba	de	6,000	Campo	Si	Si	Si
		Conve	personas	abierto			
<b>e</b>	Vill	Estadio					
	a El	Los	20,208	Campo	Si	Si	Si
<b>e</b>	Jino	5	2,018	Edificio y	Si	Si	Si
	tepe	centros	personas	espacio abierto			

---

Datos obtenidos en campo (fuente propia)

Tabla 8  
Necesidades por centro de albergues

<b>Municipio afectado</b>	<b>Municipio</b>	<b>Casa de</b>	<b>Rollos</b>
<b>Nindirí</b>	Tipitapa	2,321	527
<b>Masaya</b>	Tísma	3,005	683
	Granada	3,863	877
	Nandaime	985	223
<b>San Juan de Oriente</b>	Nandaime	23	5
<b>Niquinohomo</b>	Nandaime	127	28
<b>La Concepción</b>	Dolores	1,292	294
<b>Nandasmo</b>	Jinotepe	86	19
<b>San Marcos</b>	Jinotepe	150	34
<b>Catarina</b>	Nandaime	50	12
<b>Ticuantepe</b>	Tipitapa	1,421	323
<b>El Crucero</b>	Diriamba	150	37.5
<b>Masatepe</b>	Jinotepe	1,130	257

Datos obtenidos en campo (fuente propia)

#### 4.9 Ruta de abastecimiento alterna

Tomando en cuenta que será necesario abastecer a los centros de albergues ubicados en los municipios receptores, se definió una ruta de abastecimiento, la cual esta fuera del radio de afectación de los 10 kilómetros, con una distancia de 93 kilómetros iniciando en Managua y finalizando en Diriamba

La ruta inicia en el aeropuerto Internacional Augusto C Sandino, tomando la carretera viaje a Tipitapa, luego carreta Masaya, hasta la entrada a sambrano hasta Tísma, luego carretera a Masaya las cuatro esquinas, Comunidad Las Cortezas, Comunidad Las Flores, Comunidad El Capulín, Granada, Nandaime y Diriamba.

## Conclusiones

El complejo volcánico Masaya es uno de los más activos de Centroamérica, donde a diario es visitado por una gran cantidad de turistas nacionales e internacionales, por ser una de las estructuras más accesibles para llegar y poder disfrutar en muchas ocasiones de su lago de lava, que se puede observar en su intercrater.

Así mismo más de 500,000 personas habitan en un radio de 25 kilómetros en su entorno, esto incluye a la ciudad capital, de nuestro país.

Por otra parte el crecimiento no ordenado de la población de los municipios que se encuentran en el entorno del Complejo Volcánico Masaya, donde gran cantidad de familias se han venido asentando dentro de la caldera y algunas comunidades como Buena Vista y Venecia están asentadas sobre flojos de lava, así mismo el crecimiento de la población hacia la zona de amortiguamiento de Nindirí, Ticuantepe, La Concepción y Masatepe, donde hay evidencias de erupciones anteriores que han generado grandes daños al medio ambiente.

Considerando los procesos eruptivos y los materiales que ha expulsado el Complejo Volcánico Masaya históricamente, más la población que se encuentra en su entorno es considerada uno de los más peligrosos de nuestro país, si entra en un proceso eruptivo.

Tomando en cuenta que la población se ha acostumbrado a convivir con el riesgo y que nunca más sucederá una erupción, o que todo se lo dejan a dios, es una de las vulnerabilidades más representativas de la zona.

## **Recomendaciones**

Tomando en cuenta las diferentes amenazas y vulnerabilidades existentes en el Complejo Volcánico Masaya, es importante que toda la población conozca el plan de respuesta integral y que se familiarice. Para esto deberá de trabajarse una campaña estratégica de divulgación principalmente en las comunidades que se encuentran en el rango de los 5 y 10 kilómetros del cráter activo.

Es importante que la población participe en los diferentes ejercicios Multiamenaza, que realiza permanentemente nuestro gobierno.

Cada nuevo estudio que se realice por parte del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER, debería de darse a conocer a la población, para que esta tome conciencia del riesgo al que se encuentra expuesto.

Actualizar cada año por lo menos el plan de respuesta y que este sea presentado a la población de cara a que conozca la estrategia de respuesta.

## BIBLIOGRAFÍAS CITADAS

- Plan de respuesta Multiamenazas departamento de Masaya 2019. (SINAPRED 2019)
- Ley 337 Creadora del sistema Nacional de prevención Mitigación y atención a Desastres SINAPRED.
- Tablas Multiamenazas Nacionales (Codirección de SINAPRED 2019).
- Mapa de Amenaza Volcánica Volcán Masaya (Dr. Hugo Delgado Granados, Ing. Martha Navarro)
- Collado Ing. Isaac A. Farraz Montes.
- Boletín Sismos y Volcanes de Nicaragua. Enero, 2016 (Dirección General de Geología y Geofísica INETER).
- Datos Doctor: Fabio Segura 2013
- <https://webserver2.ineter.gob.ni/amenazas/libro-amenazas.html>
- [https://www.researchgate.net/publication/320175621\\_Desastres\\_naturales\\_en\\_Nicaragua](https://www.researchgate.net/publication/320175621_Desastres_naturales_en_Nicaragua)

**ANEXOS**

***Protocolo de actuación***

	PROTOCOLO DE ACTUACIÓN ANTE ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCANICO	
Elaborado octubre de 2019	DENOMINACIÓN Actuación Nacional ante erupción del Complejo	Protocolo No. 01
Nivel de	5 y 10 kilómetros	
Área	11 municipios	
Responsable	Comité Nacional	
	Ejecutar acciones operativas para salvaguardar la vida de la población	

Pasos:

1. Una vez el INETER haya detectado anomalías en el índice de explosividad volcánica del complejo volcán Masaya, la entidad científica recomendara, a la CD SINAPRED la declaratoria de alerta de acuerdo a los parámetros establecidos para este complejo.  
  
2. La CD SINAPRED, solicitara a Presidencia la declaratoria de alerta para los municipios de acuerdo a los parámetros establecidos para el Complejo Volcánico Masaya.
3. Una vez Presidencia haya autorizado la declaratoria de la alerta, se convoca al Comité Nacional y se da a conocer por los diferentes medios de comunicación social, igual a los CODEPRED Y COMUPRED afectados.
4. Se deberá convocar a conferencia de prensa, para brindar las recomendaciones a la población.
5. Se debe de recomendar el cierre al complejo volcánico Masaya.
6. En la alerta verde deberá instalarse un puesto de mando por parte del complejo volcánico Masaya, el que debe de estar fuera del rango de afectación de los 5 kilómetros.
7. En dependencia del tipo de erupción si es explosiva, deberá de notificarse a Aeronáutica Civil.
8. Se deberá de verificar y apoyar a los COMUPRED afectados y receptores la capacidad de medios para la evacuación centros de albergues, avituallamientos, alimentos y atención médica.
9. El comité Nacional deberá de mantenerse en sesión permanente hasta que la población regrese a su municipio.

	PROTOCOLO DE ACTUACIÓN ANTE ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO MASAYA	
Elaborado octubre de 2019	DENOMINACIÓN Actuación Municipal ante erupción del	
Nivel de afectación	5 y 10 kilómetros	
Área	Municipal	
Responsable	COMUPRED Municipio afectado	
Misión	Ejecutar acciones operativas para salvaguardar la vida de la población ante una eminente erupción del Complejo Volcánico Masaya.	
<p>Pasos:</p> <p>Una vez que se reciba la alerta verde.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Convocar a lo inmediato al COMUPRED.</li> <li>2. Revisar el plan de respuesta ante erupción volcánica.</li> <li>3. Reunirse con los líderes de las comunidades más cercanas y explicarles como informar a la población sobre donde deben de evacuarse en caso fuera necesario.</li> <li>4. Puntualizar plan de aviso.</li> <li>5. Tabla de medios y fuerzas.</li> <li>6. Rutas de evacuación.</li> <li>7. La comisión debe de establecer cuáles serían los puestos de regulación de tránsito.</li> <li>8. Se debe de revisar las personas encargadas por cada ruta de evacuación.</li> <li>9. Establecer comunicación con el municipio receptor para verificar centro de albergue.</li> </ol>		
Alerta		

1. Reunir al CUMUPRED líderes locales.
2. Establecer comunicación con el municipio receptor.
3. Proceder a la evacuación de acuerdo a las recomendaciones de SINAPRED.
4. Verificar con el municipio receptor los puestos de abastecimiento.
5. Informar de los procesos al comité departamental (Nacional).

#### Alerta Roja

1. Asegurarse que toda la población se haya evacuado.
1. Coordinar la atención de la población evacuada con el municipio receptor, tomando en cuenta, techo, abrigo y alimentación.

	PROTOCOLO DE ACTUACIÓN ANTE ERUPCIÓN DEL COMPLEJO VOLCANICO	
Elaborado octubre de 2019	DENOMINACIÓN Actuación departamental ante erupción del	Protocolo N 03
Nivel de Área	5 y 10 kilómetros Nivel Municipal	
Responsable	COMUPRED Municipio Receptor	
	Ejecutar acciones operativas para salvaguardar la vida de la población	
<p>Pasos:</p> <p>SINAPRED declara la alerta verde ante erupción volcánica del Complejo Masaya, el COMUPRED deberá de reunirse inmediatamente y revisar su plan de recepción puntualizando las siguientes condiciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Población a evacuar si fuera necesario.</li> <li>2. Ruta de evacuación.</li> <li>3. Centro de albergue.</li> <li>4. Instalaciones para centros de albergue. (en caso de contar son suficiente capacidad Informar al CODEPRED y CD SINAPRED).</li> <li>5. Puestos de abastecimiento y atención médica.</li> <li>6. Capacidad de logística (en caso de contar son suficiente capacidad Informar al CODEPRED y</li> <li>1. CD SINAPRED).</li> <li>7. Definir quien atenderá directamente el centro de albergue</li> </ol>		

**Alerta****Amarilla**

El COMUPRED en pleno debe de disponerse a recibir la población del municipio afectado desarrollando los siguientes pasos.

1. Establecer comunicación permanente con sus homólogos del municipio afectado.
2. Instalar los centros de abastecimiento (atención pre hospitalaria y agua).
3. Instalar los centros de albergue. (estableciendo las diferentes áreas que debe crearse)
4. Regulación de tránsito, (se debe establecer puntos estratégicos para que ningún medio o personas puedan ingresar al área de riesgo, solamente lo vehículo de evacuación.

**Alerta Roja**

1. Continuar en la recepción de los afectados, en los centros de albergues como en los hospitales.
2. Brindar atención permanente en los centros de albergues.
3. Garantizar los suministros en los centros de albergues.
4. Mantener en COMUPRED en sesión permanente.
5. Comunicación permanente con el CODE Departamental y Nacional.

**Medios de transporte**

MUNICIPIO	BUSES	MICRO BUSES	CAMIONES	CAMIONETAS	CARROS	MOTO TAXI
<b>Nindiri</b>	0		03	06		
<b>Masaya</b>						
<b>Sn Juan de Oriente</b>			02	01	01	
<b>Niquinohomo</b>	06		04	03	06	
<b>La Concepción</b>	05	20	03	02		
<b>Nandasmo</b>	06		05	06		100
<b>San Marcos</b>		01	04	03	06	
<b>Catarina</b>			01	03		
<b>Ticuantepe</b>						
<b>El Crucero</b>	06		10			
<b>Masatepe</b>	13	0	07	08		30
<b>Tisma</b>	11		08	25	16	
<b>Granada</b>	40	70				
<b>Nandaime</b>			06	08		
<b>Jinotepe</b>			05	08		
<b>Diriamba</b>	03	03	05	04		
<b>Villa el Carmen Tipitapa</b>						

## Índice de explosividad volcánica

IE	Clasificación	Descripción	Altura	Volume n	Periodicidad
V		n	a	material arrojado	
0	<u>Erupción Hawaiana</u>	no- explosiva	< 100 m	> 1000 m <sup>3</sup>	Continua
1	<u>Erupción Estromboliana</u>	ligera	<1 km	> 10 000 m <sup>3</sup>	Diaria
2	<u>Erupción Estromboliana/Vulcaniana</u>	explosiva	1-5 km	> 1 000 000 m <sup>3</sup>	Quincenal
3	<u>Erupción Vulcaniana</u>	violenta	5-15 km	> 10 000 000 m <sup>3</sup>	Cada 3 meses
4	<u>Erupción Vulcaniana/Pliniana</u>	cataclísmica	10-25 km	> 0,1 km <sup>3</sup>	Cada 18 meses
5	<u>Pliniana</u>	paroxística	> 25 km	> 1 km <sup>3</sup>	Cada 12 años
6	<u>Pliniana/Ultrapliniana</u>	colosal	> 25 km	> 10 km <sup>3</sup>	Cada 100 años
7	<u>Ultrapliniana</u>	mega- colosal	> 25 km	> 100 km <sup>3</sup>	Cada 1000 años

---

8	<u>Erupción Súper volcánica</u>	apocalíptica	> 25 km	> 1000 km <sup>3</sup>	Cada 100 000 años
---	---------------------------------	--------------	------------	---------------------------	----------------------

---

### Mapa de Escenario de Riesgo Complejo Volcanico Masaya

