



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA
POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL
VOLCÁN DE FUEGO**

Ronald Josué Way Monterroso

Asesorado por el Ing. Sergio Roberto Barrios Sandoval

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA
POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL
VOLCÁN DE FUEGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONALD JOSUÉ WAY MONTERROSO

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ROBERTO BARRIOS SANDOVAL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Miltón de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

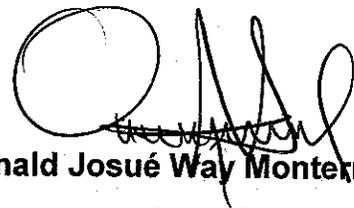
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE FUEGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha de septiembre de 2015.



Ronald Josué Way Monterroso

Guatemala 17 de julio de 2017

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Gómez

Por este medio me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de Graduación del estudiante **RONALD JOSUÉ WAY MONTERROSO**, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo se titula: **EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE FUEGO**; el cual he asesorado, revisado y considerando que cumple con las normas y requisitos académicos, recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente y sin otro particular, me suscribo.


Sergio Roberto Barrios Sandoval
Ingeniero Industrial
ASESOR

Sergio Roberto Barrios S.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 10002



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE FUEGO**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Josué Way Monterroso**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Alex Suntecún Castellanos
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

ING. ALEX SUNTECUN CASTELLANOS
COLEGIADO No. 3,662

Guatemala, julio de 2017.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE FUEGO**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Josué Way Monterroso**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

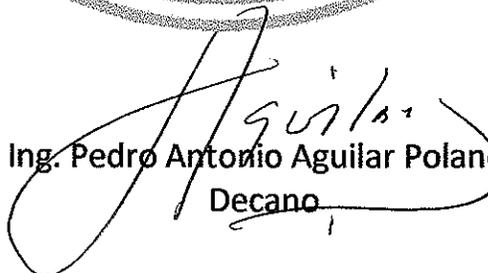


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 345.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN PARA LA POBLACIÓN DE SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ POR ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE FUEGO**, presentado por el estudiante universitario: **Ronald Josué Way Monterroso** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el que me da la sabiduría y diligencia necesaria para alcanzar mis metas.
- Mi esposa** Sharon Isabel, por ser un importante bastión en mi vida y mano derecha en mis proyectos.
- Mis hijos** Matías Josué y Pavel André, por ser la razón de mis metas y sueños.
- Mis padres** Carolina y Ronald, por su comprensión y apoyo incondicional; gracias a ellos soy lo que soy.
- Mi hermana** Carol Mariela, por brindarme su apoyo incondicional cada vez que lo necesito.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por abrirme sus puertas para que me formara como persona.

Facultad de Ingeniería Por ser la facultad que me formó académicamente, dándome las herramientas necesarias para ser alguien en la vida.

Mis amigos de la facultad Edy Ruíz, Luis Pedro Ortíz, Sergio Barrios, Selvin Pérez, Gustavo Ortíz, y muchos otros.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ	1
1.1. Ubicación geográfica	1
1.1.1. Mapa de San Juan Alotenango.....	1
1.2. Población.....	2
1.2.1. Censo de la población	3
1.2.2. Etnia predominante.....	3
1.3. Cultura	4
1.3.1. Religión.....	4
1.3.2. Tradiciones y costumbres	4
1.3.3. Tipos de vestimenta.....	5
1.4. Infraestructura	5
1.4.1. Tipos de vivienda.....	6
1.4.2. Servicios públicos	7
1.4.2.1. Vías de acceso	7
1.4.2.2. Centros de salud.....	7

2.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Riesgo volcánico	9
2.1.1.	Conceptos básicos	9
2.1.1.1.	Riesgo	9
2.1.1.2.	Peligrosidad.....	10
2.1.1.3.	Exposición	10
2.1.1.4.	Vulnerabilidad.....	11
2.1.2.	Períodos de retorno.....	11
2.2.	Sistemas de alerta temprana, SAT	12
2.2.1.	Tipos de sistemas de alerta temprana	13
2.2.1.1.	Sistemas de alerta temprana por inundaciones	13
2.2.1.2.	Sistemas de alerta temprana para erupciones volcánicas	13
2.2.2.	¿Qué elementos son indispensables para implementar un sistema de alerta temprana?	14
2.2.2.1.	Existencia y conocimiento del riesgo....	14
2.2.2.2.	Respaldo técnico e institucional	15
2.2.2.3.	Difusión y comunicación.....	15
2.2.2.4.	Capacidad de respuesta.....	15
2.2.3.	¿Cómo funciona un sistema de alerta temprana? ...	16
2.2.3.1.	Lectura y registro.....	17
2.2.3.2.	Transmisión de datos	17
2.2.3.3.	Procesamiento y análisis de datos	18
2.2.3.4.	Evaluación de la situación y definición de la alerta	18
2.2.3.4.1.	Alerta verde.....	18
2.2.3.4.2.	Alerta amarilla	19
2.2.3.4.3.	Alerta roja.....	19

	2.2.3.4.4.	Alerta anaranjada	19
	2.2.3.5.	Difusión de alerta	20
2.3.		Vigilancia de volcanes	20
	2.3.1.	Precursores de una erupción.....	21
	2.3.2.	Sistemas vigilancia volcánica	22
	2.3.2.1.	Observación directa.....	22
	2.3.2.2.	Vigilancia sísmica	22
	2.3.2.3.	Deformación	23
	2.3.2.4.	Gases	23
	2.3.3.	Predicción de erupciones	24
3.		EVALUACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA	25
	3.1.	Plan de emergencia de San Juan Alotenango.....	25
	3.1.1.	Identificación de participantes.....	25
	3.1.2.	Identificación de coordinadoras locales y municipal.....	27
	3.1.3.	Responsables de monitoreo y vigilancia volcánica.....	29
	3.1.4.	Criterios de alerta	31
	3.1.5.	Difusión de plan de emergencia	36
	3.1.5.1.	Responsables de difusión.....	37
	3.1.5.2.	Medios de difusión.....	37
	3.1.6.	Procedimiento de evacuación.....	38
	3.1.6.1.	Puntos de reunión.....	39
	3.1.6.2.	Vías de evacuación	40
	3.1.6.3.	Medios de evacuación	41
	3.2.	Evaluación del plan de emergencia por medio de simulacros	43
	3.2.1.	Respuesta de las personas involucradas	44

3.2.2.	Entidades gubernamentales.....	45
4.	EVALUACIÓN DE EMISIÓN DE ALERTA.....	47
4.1.	Procedimiento de emisión de alerta	47
4.1.1.	Responsables de la emisión de la alerta.....	49
4.1.2.	Instrumentos de emisión	51
4.1.3.	Ubicación de equipos y responsables de su funcionamiento.....	51
4.2.	Evaluación de la respuesta de la población de San Juan Alotenango	53
4.2.1.	En simulacro.....	53
4.2.2.	En incidencia real	54
5.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	59
5.1.	Plan de emergencia	60
5.1.1.	Identificación de los participantes.....	60
5.1.2.	Identificación de las coordinadoras locales y municipal	62
5.1.3.	Equipos y responsables de monitoreo y vigilancia volcánica.....	64
5.1.4.	Criterios de alerta	65
5.1.5.	Difusión del plan de emergencia	66
5.1.6.	Procedimiento de evacuación	68
5.2.	Plan de emergencia por medio de simulacros	70
5.3.	Emisión de alerta	72
5.3.1.	Instrumentos de emisión	72
5.3.2.	Ubicación de equipos de emisión.....	73
5.4.	Respuesta de la población de San Juan Alotenango.....	73
5.4.1.	Respuesta en incidencia real	73

5.5. Costos asociados	76
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85
APÉNDICE.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.....	2
2.	Fases que integran los sistemas de alerta temprana, SAT	12
3.	Estructura organizativa de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres	16
4.	Croquis del caserío El Porvenir, San Juan Alotenango	27
5.	Actividad del volcán de Fuego, 15 de noviembre de 2015	30
6.	Protocolo de ejemplo de activación de planes de respuesta.....	34
7.	Sectorización y puntos de reunión en el caserío El Porvenir, San Juan Alotenango	40
8.	Vías de evacuación del caserío El Porvenir, San Juan Alotenango	41
9.	Equipo utilizado para búsqueda y rescate en simulacro	43
10.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de determinación del grado de alerta y su difusión	48
11.	Ubicación de sirenas en el caserío El Porvenir	53
12.	¿Qué haría en caso de una erupción volcánica?	61
13.	¿Tiene conocimiento de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio?	62
14.	¿Conoce la función de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio?	63
15.	¿Por qué medio se avocaría con los responsables del plan de respuesta?.....	66
16.	¿Por qué medios se anuncian las erupciones volcánicas?	67

17.	¿Conoce los puntos de reunión?	68
18.	¿Conoce las rutas de evacuación?	69
19.	¿Ha participado en simulacros por erupción volcánica en el municipio?	71
20.	¿Ha tenido alguna pérdida humana en la familia por las erupciones volcánicas?	74
21.	¿Ha tenido daños en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas?	77
22.	¿Qué tipo de daños se le han presentado en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas?	77

TABLAS

I.	Equipamiento de infraestructura	5
II.	Materiales de construcción utilizados en vivienda, San Juan Alotenango, Sacatepéquez	6
III.	Plan de desarrollo municipal (PDM): necesidades en la infraestructura de San Juan Alotenango, Sacatepéquez	8
IV.	Resumen de participantes	26
V.	Coordinadora Municipal, San Juan Alotenango	28
VI.	Coordinadora Local, caserío El Porvenir.....	28
VII.	Personal de la Unidad de Prevención de Volcanes de la Delegación de Sacatepéquez	29
VIII.	Criterios de alerta y su implicación.....	32

IX.	Utilización de los medios de comunicación para la emisión del plan de emergencia.....	38
X.	Recursos del caserío El Porvenir	42
XI.	Registros presentados en el Simulacro por actividad volcánica.....	44
XII.	Instituciones participantes en el simulacro por actividad volcánica en San Juan Alotenango	45
XIII.	Responsables y equipo utilizado para la emisión de alerta en el caserío El Porvenir	52
XIV.	Bitácora de Incidente por actividad volcánica, 19 de mayo de 2012	54
XV.	Incidentes ocurridos entre los años 2012 y 2015 en el municipio de San Juan Alotenango	74
XVI.	Instituciones participantes en los incidentes del municipio de San Juan Alotenango entre los años 2012 al 2015	75
XVII.	Gastos necesarios para el funcionamiento del sistema de alerta temprana por erupción volcánica en San Juan Alotenango	79

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
SO₂	Dióxido de azufre
CO₂	Dióxido de carbono
°	Grados
km/h	Kilómetros por hora
m	Metro
mm	milímetros
“	Minutos
%	Porcentaje
Q	Quetzal
‘	Segundos

GLOSARIO

Alerta temprana	Provisión de información oportuna y eficaz a través de instituciones identificadas que permiten a individuos expuestos a una amenaza, la toma de acciones para evitar o reducir su riesgo y su preparación para una respuesta efectiva.
CODRED	Coordinadora Departamental para la Reducción de Desastres.
COLRED	Coordinadora Local para la Reducción de Desastres.
COMRED	Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres.
ECORED	Equipos comunitarios de reducción de desastres.
Lahar	Corresponde a coladas de barro originadas en las pendientes de los volcanes cuando capas inestables de cenizas se saturan de agua y fluyen pendientes abajo siguiendo los cursos de los ríos. Los lahares también se producen como consecuencia de la interacción de los volcanes con los glaciares como en Islandia que se los

conoce como okulhlaups.

Sistema de alerta temprana, SAT

Comprende la suma de las políticas, estrategias, instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación y monitoreo de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos, el diseño e implementación de alertas o alarmas relacionadas con el desarrollo inminente de eventos peligrosos y los preparativos para la respuesta ante emergencias.

Plan de desarrollo municipal, PDM

Sientan las bases para resolver los asuntos sociales, económicos y culturales que sucedan en cada municipio. El plan de desarrollo municipal explicita los lineamientos, objetivos y acciones que en forma conjunta constituyen la estrategia a desarrollar por los municipios en un período de tiempo.

Elementos antrópicos

Son los elementos que transforman al medio exclusivamente por el hombre para satisfacer sus necesidades.

Oficina de Asistencia para Desastres, OFDA

Es parte de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) y su función principal es proporcionar asistencia técnica, entregar suministros de primera respuesta y financiar programas de respuesta de emergencia para los países de la región afectados por desastres.

Simulacro

Acción que se realiza imitando un suceso real para tomar las medidas necesarias de seguridad en caso de que ocurra realmente.

**Plan local de
respuesta,
PLR**

Este plan tiene como objetivo contar con un plan de respuesta local, donde establezca acciones que permitan la coordinación de los integrantes de la COLRED en la prevención, mitigación y preparación para la respuesta ante posibles emergencias o desastres que puedan afectar a la comunidad.

RESUMEN

La vulnerabilidad es un tema que afecta a todo el territorio guatemalteco debido a que Guatemala es una zona multiclimática, sumado al poco desarrollo económico y social de la población y las malas políticas de estado; el país entero se encuentra en una alta vulnerabilidad ante los riesgos climáticos y accidentes provocados por el ser humano.

En la siguiente investigación se evaluaron los procedimientos del plan de emergencia y del plan de emisión de alerta que la población de San Juan Alotenango tiene actualmente por medio de encuestas electrónicas y entrevistas al personal de la Delegación de Sacatepéquez de la CONRED; sin embargo, al momento de visitar el lugar y realizar las investigaciones necesarias, se determinó que el municipio no cuenta con ninguno de estos planes, lo cual es razonable ya que la distancia entre la zona de riesgo y la población es alejada; por tal razón, la investigación se centró en el caserío El Porvenir del mismo municipio, ubicado en las faldas del Volcán de Fuego.

Al realizar las investigaciones y evaluaciones necesarias, se determinó que los habitantes del Caserío El Porvenir cuentan con los conocimientos necesarios para cumplir a cabalidad los planes de emergencia y emisión de alerta; además, la CODRED de Sacatepéquez cuenta con las técnicas y habilidades necesarias para responder de manera eficiente y coordinar los planes evaluados, sin embargo, no está de más que la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED invierta más recursos en realizar trabajos de mitigación y preparación para disminuir los índices de vulnerabilidad

y riesgo en que se encuentran los habitantes del caserío por medio de simulacros volcánicos.

OBJETIVOS

General

Evaluar en el período correspondiente a los años 2012 al 2015 el sistema de alerta temprana que utiliza la población de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, por la actividad del volcán de Fuego para mejorar los planes de emergencia y procedimientos de evacuación.

Específicos

1. Identificar el plan de emergencia de la población de San Juan Alotenango para la evaluación de la respuesta ante la actividad del volcán de Fuego.
2. Evaluar los planes de emergencia por medio de simulacros realizados en el período a estudiar para determinar el cumplimiento de los objetivos y la reacción de las personas al plan establecido.
3. Determinar el procedimiento de emisión de alerta para identificar y establecer los canales de comunicación.
4. Analizar la respuesta de la población ante la emisión de la alerta por parte de la CONRED en simulacro y en situaciones reales.

INTRODUCCIÓN

Guatemala se encuentra en una zona de actividad volcánica, uno de los principales volcanes activos es el volcán de Fuego, El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) no cuentan con los medios suficientes y necesarios para la predicción ante los desastres naturales, por tal razón, es necesario un análisis de vulnerabilidad para las poblaciones que se encuentran en un riesgo permanente.

San Juan Alotenango, en el departamento de Sacatepéquez, es un municipio afectado por la actividad del volcán de Fuego. Con el fin de minimizar la vulnerabilidad de la población se necesita la evaluación de un conjunto de sistemas capaces de alertar en un período adecuado a los habitantes del municipio.

Al hablar de vulnerabilidad, se refiere a puntos de riesgo donde están expuestos los pobladores por el hecho de vivir en una zona de actividad volcánica alta; a este riesgo se agrega la mala o poca gestión en cuanto a los planes de acción necesarios al momento de una erupción.

Debido al riesgo permanente que presenta la población de San Juan Alotenango por la actividad del volcán de Fuego, combinado con la falta de sistemas adecuados y métodos o técnicas de predicción necesarios para una alerta temprana hacia la población, la mayoría de los habitantes del municipio se encuentran en un alto grado de vulnerabilidad. Puede causar pérdida de

cultivos, un estancamiento económico, daños a la infraestructura del municipio y, peor aún, pérdidas humanas.

1. SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

1.1. Ubicación geográfica

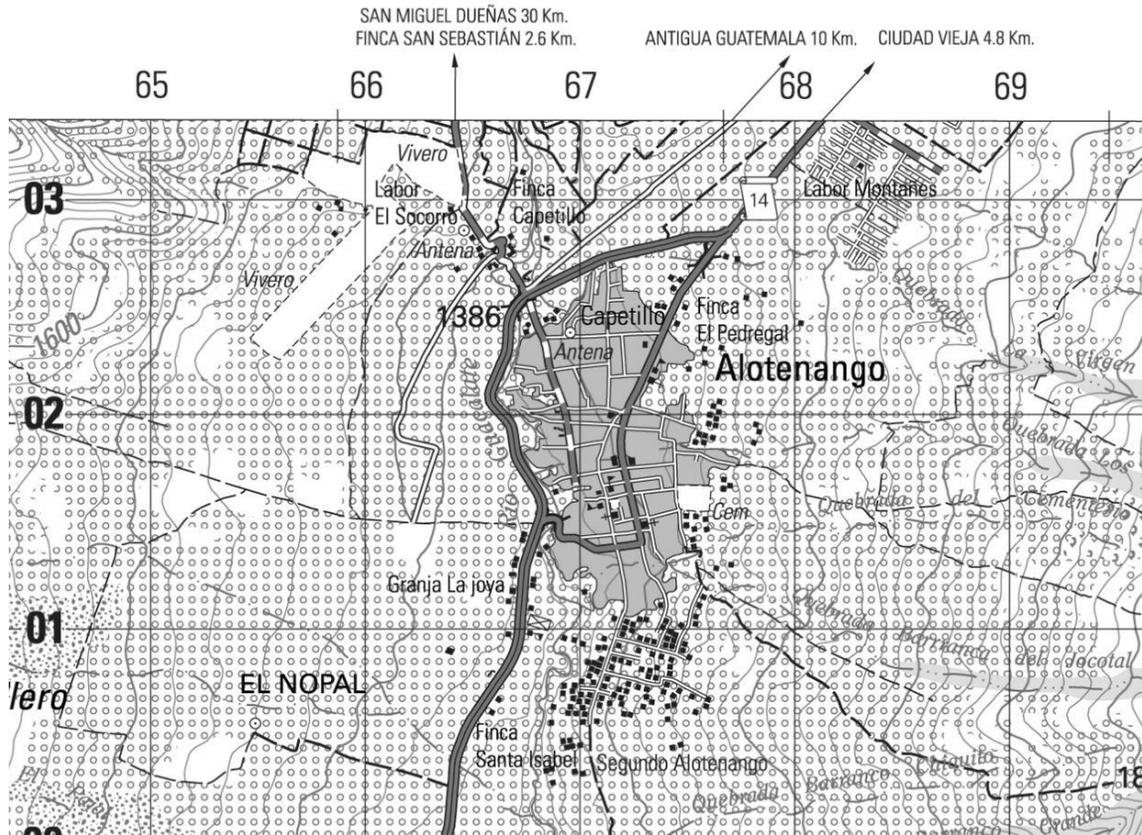
San Juan Alotenango está ubicado aproximadamente a 52 kilómetros de la ciudad capital, colinda al norte con San Miguel Dueñas y Ciudad Vieja; al este con Palín y Escuintla; al sur con Escuintla; al oeste con Yepocapa, Chimaltenango y Escuintla.

Tiene ubicado al frente de la iglesia católica, el monumento de elevación (BM) del IGN que refiere 1 388,42 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°29'00" y una longitud de 90°48'17".

1.1.1. Mapa de San Juan Alotenango

A continuación, se presenta el mapa de ubicación de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.

Figura 1. **Ubicación de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, IGN. *Mapa 1:50,000 municipio de San Juan Alotenango.*

Guatemala: IGN, 2005.

1.2. Población

Los datos presentados están regidos según el plan de desarrollo municipal (PDM) del municipio de San Juan Alotenango del departamento de Sacatepéquez.

Esta población se caracteriza por tener un clima templado, alcanza temperaturas máximas de 31,3 grados y temperaturas mínimas de 16,1 grados, lo cual favorece a sus tierras que son fértiles.

El municipio de San Juan Alotenango cuenta con varios centros de monitoreo y con una estación meteorológica del Instituto de Sismología, Vulcanología, Metrología e Hidrología (INSIVUMEH) a 5 kilómetros sobre la autopista Palín-Escuintla en la finca experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Sabana Grande.

Además, cuenta con un sistema de video-vigilancia del Volcán de Fuego por parte de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, que se encuentra ubicado en el Palacio Municipal de San Juan Alotenango.

1.2.1. Censo de la población

La población de Alotenango asciende a 25 107 habitantes, de los cuales 12 804 son hombres y 12 303 mujeres; de acuerdo a las publicaciones de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), estos números representan un porcentaje del 51 % y 49 % respectivamente. El crecimiento demográfico a nivel municipal, tiene un promedio del 3,4 % anual.

1.2.2. Etnia predominante

La población según grupo étnico asciende a 18 127 que pertenece al grupo indígena que representa el 72,2 % y el restante 6 980 a grupos no indígenas representa al 27,8 % del total de la población. Los fundadores fueron de la etnia kaqchikel, característica que se conserva hasta la fecha. El idioma

hablado en el lugar es el kaqchikel; actualmente, los pobladores en su mayoría hablan, además, el español.

1.3. Cultura

Los habitantes del municipio de San Juan Alotenango pertenecen a dos culturas: la ladina y la maya kaqchikel, situación por la cual los idiomas dominantes son el español y el kaqchikel.

1.3.1. Religión

Las religiones de San Juan Alotenango están divididas principalmente entre la religión católica y la protestante. Tiene como templo principal la iglesia católica de Alotenango ubicada frente al parque central del municipio, su sacerdote titular es Tereso Chocoyo Rac y al sacerdote Norman Guevara.

1.3.2. Tradiciones y costumbres

San Juan Alotenango celebra su feria titular del 22 al 26 de junio su día principal es 24 de junio en honor a su patrono San Juan Bautista. Además, entre otras celebraciones tradicionales se encuentran los rezados, la semana santa, la cuaresma y el día de los santos, 01 de noviembre.

Además, el plato típico de San Juan Alotenango es el pepián, elaborado con carne de res, cerdo, pollo o incluso una mezcla de estas, bañado con un recado en el que la pepitoria junto a las especias tostadas aportan el sabor característico.

1.3.3. Tipos de vestimenta

El traje típico de San Juan Alotenango es un corte y güipil bordado en varios colores. Azul a rallas con verde. Por otro lado, hay vestimenta casual utilizada por los habitantes que no pertenecen a la etnia kaqchikel, la minoría.

1.4. Infraestructura

Es el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas. Se puede observar en la tabla I que San Juan Alotenango cuenta con el equipamiento de infraestructura necesario.

Tabla I. **Equipamiento de infraestructura**

Equipamiento de infraestructura	
Edificio municipal	Luz eléctrica domiciliar*
Salón municipal	Alumbrado público
Puesto de salud tipo A	Basurero municipal
Juzgado de Paz	Tren de aseo**
Escuelas	Cementerio
Plaza central	Estación de bomberos
Centros recreativos	Calles adoquinadas
Agencias bancarias	Polideportivos
Estación de Policía Nacional Civil	Campo de fútbol
Agua potable	Alcantarillado
*Según el índice de cobertura eléctrica 2015 del Ministerio de Energía y Minas, la luz eléctrica está presente en un 97,51 %.	
**Según el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, en el 2012 se contaba con un porcentaje del 81 % de la población que utilizaba el tren de aseo, el restante 19 % era debido a la falta de recursos para pagarlo.	

Fuente: elaboración propia.

1.4.1. Tipos de vivienda

Según el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2011-2025, el casco urbano del municipio de San Juan Alotenango está integrado por 3 124 viviendas: 2 458, 78,69 %, se encuentran en el área urbana y 666, 26,18 %, en el área periurbana. Las características de la vivienda en el municipio presentan un importante indicativo, por el tipo de material usado en su construcción. Los materiales predominantes de construcción se detallan en la tabla II.

Tabla II. **Materiales de construcción utilizados en vivienda, San Juan Alotenango, Sacatepéquez.**

Material	Total (%)	Urbana (%)	Periurbana (%)
Adobe	10,17	69,17	30,82
Ladrillo	2,99	66,19	33,81
Bajareque	0,5	18,33	81,66
Block	54,12	73,68	26,31
Lepa, palos	18,64	67,6	32,39
Madera	7,7	56,89	43,11
Concreto	1,64	70,44	21,55
Lámina metálica	2,7	66,7	33,29

Fuente: elaboración propia.

Existe un porcentaje importante de viviendas construidas con materiales altamente vulnerables y susceptibles a movimientos sísmicos e incendio, situación que indica condiciones de pobreza.

1.4.2. Servicios públicos

Los servicios públicos están a cargo de la Municipalidad de San Juan Alotenango.

1.4.2.1. Vías de acceso

San Juan Alotenango tiene dos vías de acceso: la Ruta Nacional 14 que lo comunica con Escuintla hacia el sur y hacia el norte con Chimaltenango; y la Ruta 10 que lo comunica con la cabecera departamental; las dos carreteras son asfaltadas y transitables durante todo el tiempo y época del año. Las vías de comunicación del municipio están construidas por calles pavimentadas y adoquinadas.

1.4.2.2. Centros de salud

“Existe un centro de salud que brinda servicio a la mayoría de las personas de escasos recursos; es atendido por un doctor, enfermeras profesionales y promotoras de salud.”¹

Con base en lo investigado sobre la infraestructura del municipio, según el plan de desarrollo municipal, son distintas las necesidades de obra gris que las aldeas y el casco urbano de San Juan Alotenango requieren (ver tabla III).

¹ Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. *Plan de Desarrollo Municipal (PDM). San Juan Alotenango, Sacatepéquez 2011-2025.* p. 88.

Tabla III. **Plan de desarrollo municipal (PDM): necesidades en la infraestructura de San Juan Alotenango, Sacatepéquez**

Necesidad	Descripción
Sistema de alcantarillado sanitario	En algunos callejones de la cabecera municipal aún no existe el sistema de alcantarillado, por lo que las aguas servidas corren a flor de tierra que ocasionan enfermedades y malos olores.
Sistema de distribución de agua potable	En San Juan Alotenango el sistema de distribución de agua potable no es lo suficientemente funcional, por lo tanto, es necesario ampliar y mejorar el servicio.
Adoquinado de calles	Varios callejones ubicados dentro del caso municipal son caminos de terracería; por consiguiente sufren bastante deterioro y hacen ineficiente la evacuación de los habitantes en estos sectores.
Sistema de recolección de basura	Actualmente, el municipio cuenta con un relleno sanitario; sin embargo, no existe un sistema adecuado en la recolección de desechos en el transporte utilizado y en la gestión en el trato de desechos.

Fuente: elaboración propia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Riesgo volcánico

El riesgo volcánico es un concepto que gradualmente se va teniendo en cuenta, especialmente, debido a las últimas erupciones catastróficas ocurridas con pérdida de vidas humanas y al impacto y difusión. En los medios de comunicación. Paralelamente, también, destaca la labor de concienciación y divulgación que se ha estado llevando a cabo por diversos organismos oficiales de todo el mundo mediante la puesta en marcha de diversas iniciativas.

2.1.1. Conceptos básicos

A continuación, se presentan los conceptos básicos referentes a los sistemas de alerta temprana.

2.1.1.1. Riesgo

Desde el punto de vista de la metodología actual, un error frecuente que se da en el análisis del riesgo volcánico es asociarlo al riesgo sísmico cuando solo tienen en común ser los desastres naturales más espectaculares pertenecientes a la actividad interna del planeta. Una diferencia esencial que se da entre ambos radica en que mientras que el riesgo sísmico representa un peligro único y casi instantáneo, la erupción volcánica puede prolongarse durante meses y los factores de peligro que posee son múltiples.

El riesgo podría definirse como la expectación de que ciertos eventos produzcan un impacto negativo sobre los elementos antrópicos expuestos de un área. De acuerdo con los conocimientos actuales, el problema del análisis del riesgo se enmarca en un ámbito probabilístico que debe unirse al estudio determinista del fenómeno. Así, el riesgo tendrá siempre un valor numérico que podrá calcularse a partir de las fórmulas empleadas según la metodología seguida y su cuantificación viene determinada por el cálculo previo de la peligrosidad, vulnerabilidad y exposición; el primero es resultado del producto de los tres finales:

$$\text{Riesgo} = \text{peligrosidad} * \text{vulnerabilidad} * \text{exposición}$$

2.1.1.2. Peligrosidad

La peligrosidad puede definirse como la probabilidad de que un lugar, en un intervalo de tiempo determinado, sea afectado por un evento peligroso. El concepto de peligrosidad volcánica engloba aquel conjunto de eventos que se producen en un volcán y pueden provocar daños a personas o bienes expuestos. Por este motivo, la historia eruptiva de un volcán es un factor importante a la hora de determinar su peligrosidad volcánica, al permitirse definir de forma aproximada su estado actual o más reciente y prever su comportamiento en el futuro.

2.1.1.3. Exposición

Representa el valor de los bienes sujetos a posibles pérdidas, siendo su valor cero cuando no hay ningún bien presente en el área afectada por un fenómeno natural.

2.1.1.4. Vulnerabilidad

Es el porcentaje esperado de daño (pérdida) que va a sufrir los bienes expuestos si ocurre el evento y se expresa en % del valor total del elemento en riesgo. Este valor, al ser un concepto estadístico, hay que calcularlo para todos los elementos similares, por tal razón, se prefiere definir una escala de daños de tres niveles: ligero (0 % - 20 %), moderado (10 % - 60 %) y grave (50 % - 100 %) que se superponen por la dificultad real de distinguir si un daño es del 45 % o 55 % del total.

2.1.2. Períodos de retorno

El período de retorno para un volcán es el tiempo estimado para que ocurra una nueva erupción. Este concepto probabilístico es similar a la esperanza de vida para el ser humano en una determinada sociedad.

Una erupción es la culminación de un largo proceso que se inicia con la generación de magmas, su ascenso, su posible almacenamiento en cámaras magmáticas y su salida a la superficie. Todo este mecanismo es claramente repetitivo, de tal forma que los tiempos entre erupciones se repiten de forma casi constante, pero con las lógicas fluctuaciones derivadas de su propia complejidad. Así, cuando en una región han ocurrido un número elevado de erupciones y están bien datadas, es posible calcular el periodo de retorno mediante métodos estadísticos.

“En general, las erupciones muy violentas tienen periodos de retorno de varios miles de años, mientras que las erupciones menos explosivas son más frecuentes con periodos de pocas decenas de años.”²

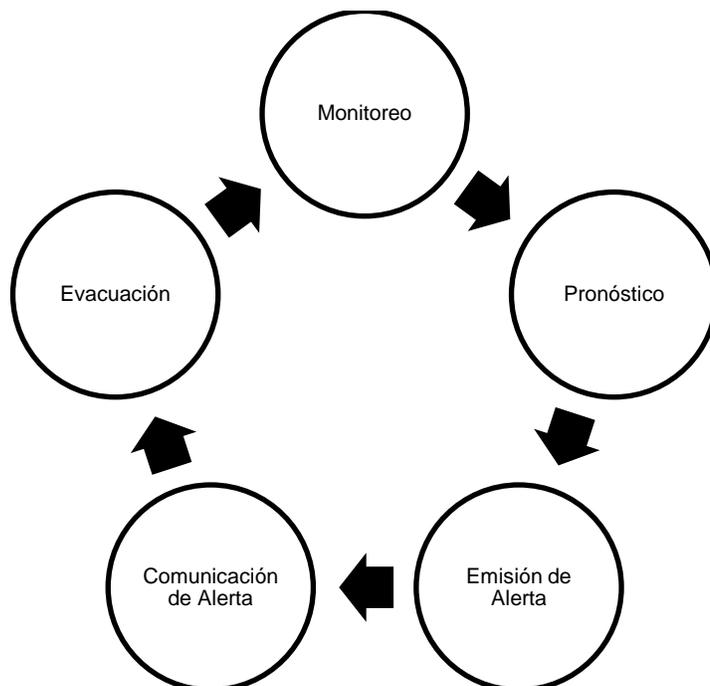
² LINARES, María de los Ángeles; ORTÍZ, Ramón; MARRERO, José Manuel. *Riesgo volcánico*. p 33-42.

2.2. Sistemas de alerta temprana, SAT

Los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT, son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (natural o antrópico) de carácter previsible, se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos. Millones de personas en todo el mundo salvan sus vidas y sus medios de subsistencia gracias a la implementación de estos sistemas.

Las fases que un sistema de alerta temprana debe contener las que se presentan a continuación:

Figura 2. Fases que integran los sistemas de alerta temprana, SAT



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Tipos de sistemas de alerta temprana

A continuación, se presentan los tipos de sistemas de alerta temprana.

2.2.1.1. Sistemas de alerta temprana por inundaciones

Las inundaciones son aquellas condiciones en las que los ríos debido al aumento excesivo de su caudal, se desbordan y salen de su cauce en forma temporal; afectan a las poblaciones y el entorno bajo sus zonas de influencia. Entre las posibles causas se tienen lluvias fuertes y constantes, obstrucción de los cauces, ruptura de presas y diques, entre otros. Los daños por consecuencia de las inundaciones producen elevados costos sociales, económicos y ambientales.

2.2.1.2. Sistemas de alerta temprana para erupciones volcánicas

Un volcán es un punto de la superficie terrestre por donde sale al exterior material generado en el interior de la Tierra; en una erupción volcánica se producen diferentes emisiones de sustancias: gases, cenizas, humo, flujos piroclásticos, flujos de lava, lahares y otros, que causan severos daños en las poblaciones bajo su zona de influencia.

Las zonas alrededor de los volcanes se consideran zonas de alto riesgo y requieren con urgencia la implementación y consolidación de sistemas de alerta temprana y planes de gestión para reducir el riesgo de la población y el potencial impacto de estos eventos.

Estos sistemas de alerta temprana cuentan con diferentes dispositivos que permiten el monitoreo y vigilancia de las diferentes elementos emitidos por un volcán; estos dispositivos ofrecen información importante que facilitan el establecimiento de alertas sobre su posible erupción.

2.2.2. ¿Qué elementos son indispensables para implementar un sistema de alerta temprana?

Para el diseño e implementación de un sistema de alerta temprana se debe tener en cuenta una serie de elementos y de estructuras multisectoriales y multiinstitucionales, además, otros componentes que determinan su aplicación y éxito.

Algunas organizaciones internacionales identifican cuatro elementos fundamentales que deben ser tomados en cuenta para la creación de un SAT.

2.2.2.1. Existencia y conocimiento del riesgo

Se deben identificar las amenazas y tener conocimiento de los riesgos o eventos potencialmente peligrosos que puedan afectar a las poblaciones, infraestructuras y recursos expuestos al impacto de dichos fenómenos.

Esto debe estar plasmado en un mapa de riesgo ya que conociendo las amenazas, vulnerabilidades y los elementos expuestos a dichos fenómenos; se puede estimar la potencialidad del peligro y los daños que se puedan generar, para tomar medidas de gestión de riesgo como los sistemas de alerta temprana.

2.2.2.2. Respaldo técnico e institucional

Se debe contar con el respaldo de instituciones científico-técnicas y las responsables de la gestión del riesgo a desastres para que el estudio, vigilancia, seguimiento y evaluación de una amenaza o evento adverso contenga una base científica.

Es necesaria la participación de las autoridades locales e instituciones nacionales que componen el sistema nacional de protección civil que tienen la responsabilidad de establecer operaciones y acciones relacionadas con la preparación y la respuesta en caso de materializarse dichos eventos.

2.2.2.3. Difusión y comunicación

Es clave la comunicación y la difusión de información para motivar y concienciar a los habitantes de las comunidades y a sus autoridades locales sobre la importancia del conocimiento de los riesgos, amenazas, vulnerabilidades, planes de emergencias y medidas de prevención y reducción de riesgos a desastres, como el sistema de alerta temprana que incluye la transmisión de datos, emisión de alertas, alarmas y la coordinación de comunicaciones en situaciones de emergencia.

2.2.2.4. Capacidad de respuesta

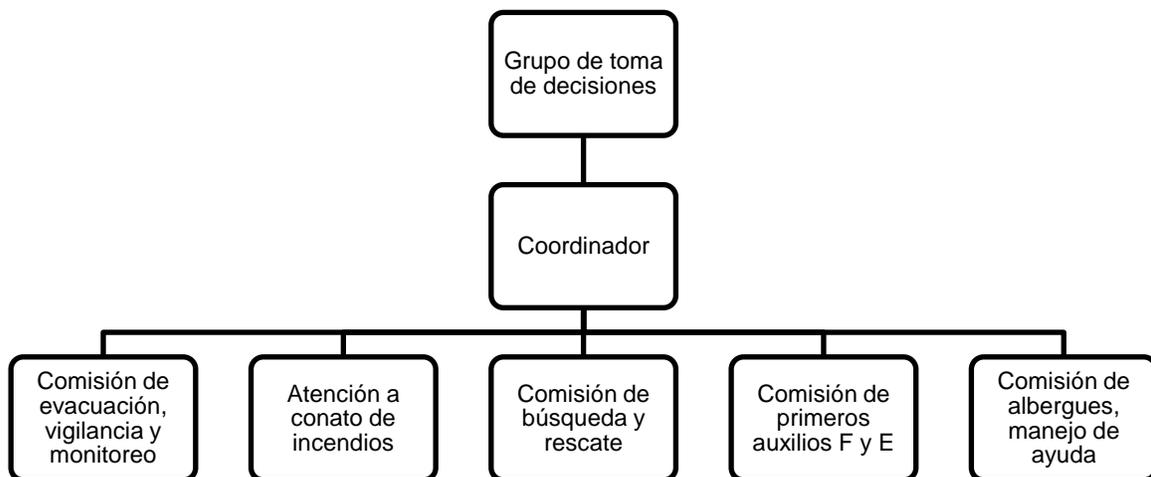
Es necesario contar con la participación directa de las comunidades que deben estar organizadas y preparadas con sus planes de respuesta debidamente actualizados para actuar en caso de emergencias.

2.2.3. ¿Cómo funciona un sistema de alerta temprana?

El funcionamiento de un sistema de alerta temprana consiste en los siguientes pasos: lectura y registro de la medición de los instrumentos sobre el evento monitoreado, transmisión de los datos registrados, procesamiento y análisis de los datos transmitidos, pronóstico de la situación, establecimiento del nivel y tipo de alerta, difusión del nivel de alerta, activación de un plan de emergencias o evacuación.

Además, la estructura local que debe contener el área donde se implementará el sistema de alerta temprana debe guardar los parámetros que a continuación se presentan:

Figura 3. **Estructura organizativa de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres**



Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Manual para la organización de coordinadoras para la reducción de desastres*. p. 19.

2.2.3.1. Lectura y registro

Cuando el fenómeno monitoreado produce alguna alteración, activación o manifestación de peligro, es registrado por los instrumentos y se procede a tomar las lecturas correspondientes en una vigilancia pormenorizada, continua y permanente para conocer sus cambios y evolución.

Estas lecturas pueden realizarse con equipos tecnológicos, simples o manuales, operados por instituciones especializadas, por las comunidades o entre ambos.

2.2.3.2. Transmisión de datos

Luego de que las lecturas han sido tomadas y registradas, son transmitidas inmediatamente para que los encargados o los equipos de medición y monitoreo ofrezcan los datos de las alteraciones o cambios en las amenazas y los especialistas efectúen los cálculos necesarios y se realicen los pronósticos respectivos sobre la posible ocurrencia de un evento adverso o destructivo.

Si se trata de una institución especializada, la transmisión puede hacerse automáticamente mediante equipos sofisticados o tecnológicos: satélites, teléfonos móviles, sistemas computarizados, entre otros; si es un sistema comunitario, se utilizarán los equipos que estén a su alcance y se ajusten a las condiciones, presupuesto o cultura.

En la mayoría de los casos se utilizan sistemas de radiocomunicación, radioemisoras, teléfonos o cualquier otro medio que permita en forma segura y rápida enviar los datos.

2.2.3.3. Procesamiento y análisis de datos

Los datos llegan a manos de expertos o encargados de procesarlos quienes realizan sus cálculos y establecen si indican la posibilidad o no de manifestarse un evento adverso o destructivo. Los datos pueden ser analizados automáticamente con la utilización de equipos tecnológicos como sistemas computarizados que realizan pronósticos.

Si estos son operados por la comunidad, deben llegar a las personas responsables de los comités locales, quienes procesarán la información para que las autoridades analicen la situación y definan el nivel y tipo de alerta a declarar.

2.2.3.4. Evaluación de la situación y definición de la alerta

Las instituciones encargadas o los miembros de los comités de emergencias de las comunidades evalúan la información o el resultado del análisis de los datos procesados y lo contrastan con un mapa de riesgo para determinar el daño potencial, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir.

Comúnmente, se utilizan tres colores de alertas, en algunos países se utilizan cuatro, incorporando el color anaranjado, cada uno con un significado y acciones definidas que se describen a continuación.

2.2.3.4.1. Alerta verde

Indica que se debe estar atento al comportamiento y evolución del fenómeno o evento monitoreado y de las alertas que se continúen emitiendo.

Esta alerta debe dirigirse a los especialistas de las instituciones, los encargados del plan de emergencia y los habitantes de las comunidades en peligro.

2.2.3.4.2. Alerta amarilla

Aumenta la alerta y los diferentes equipos e instituciones inician sus preparativos para ejecutar las acciones correspondientes, dirigidas a enfrentar el impacto del evento y sus consecuencias.

2.2.3.4.3. Alerta roja

Significa que es inminente la materialización del evento, esta alerta es emitida a través de las instituciones responsables o entidades autorizadas: nacionales y locales.

Se activa el plan de emergencias y, en la mayoría de los casos, se ordenará la evacuación de los pobladores a zonas seguras o albergues, además otras acciones, según las condiciones en que se presenta el evento.

2.2.3.4.4. Alerta anaranjada

Significa lo siguiente: se han concretado las condiciones necesarias para que se presente el fenómeno y sólo es cuestión de minutos y horas para que se manifieste el fenómeno.

2.2.3.5. Difusión de alerta

Al contar con la alerta oficial debidamente definida, emitida y comprobada, se procede a notificarla a la población. La alerta debe ser clara y oportuna para garantizar la confianza de las comunidades o beneficiarios.

“La alerta se podrá difundir utilizando radios de comunicación, radio emisoras, teléfonos, radio parlantes, bocinas, sirenas, banderas, sonando pailas, campanas y cualquier otro instrumento que se tenga al alcance que permita informar rápidamente a la comunidad.”³

2.3. Vigilancia de volcanes

Para que un volcán entre en erupción es necesaria una condición imprescindible: debe existir magma; si en el sistema no hay magma susceptible de salir es imposible que se produzca una erupción. Partiendo de este principio, si se es capaz de conocer cuáles son las propiedades físicas de este magma, se podrá establecer cuándo y cómo será la futura erupción del volcán.

El ascenso del magma está condicionado por su viscosidad, por lo tanto, es un proceso muy lento, incluso los magmas muy fluidos necesitan más de dos días para alcanzar la superficie desde las zonas de almacenamiento situadas en la base de la corteza. No se conoce ningún volcán que haya pasado de un estado de reposo al de erupción violenta de forma repentina. Aunque en muchos casos, la falta de vigilancia, la ignorancia asumida o la dejadez ante el evidente incremento de las manifestaciones externas, haya provocado un desastre.

³Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. *Sistemas de alerta temprana*. p. 59.

2.3.1. Precursores de una erupción

Hay algunos signos de la actividad volcánica que son apreciables a simple vista: aparición de nuevas fumarolas o cambios en las existentes, variaciones en las propiedades de las aguas termales, en la distribución y temperaturas de los suelos calientes o la apertura de fracturas. Otros fenómenos, como la actividad sísmica o la deformación, requieren el empleo de instrumentos muy sensibles, pues cuando son sentidos directamente por la población se podría estar en una fase ya muy avanzada del proceso.

El conocimiento que hoy se tiene de los volcanes hace prácticamente imposible que entren en erupción sin que sus signos premonitores hayan sido percibidos, aunque para ello, haya que contar con un mínimo de instrumentación situada sobre el volcán y, especialmente, con un equipo científico y técnico que analice periódicamente los datos y garantice su correcta interpretación.

La circulación de estos fluidos y especialmente los cambios de fase (líquido–vapor), provocan la aparición de pequeños eventos sísmicos característicos que se conocen como temblores volcánicos. Los cambios de presión, la inyección o el movimiento del magma generan series de eventos sísmicos, deformaciones en el edificio volcánico, aumento de la temperatura de los acuíferos y cambios en la composición química de los gases. La dificultad radica en poder detectar estos fenómenos, identificar sus causas, establecer los pronósticos de evolución y con toda esta información poder manejar el semáforo del volcán.

2.3.2. Sistemas vigilancia volcánica

Una erupción es un proceso en el cual se libera la energía contenida en el magma a la superficie de la Tierra ya sea en la atmósfera o en el mar. En un volcán activo, aún en fase de reposo, se producen múltiples procesos asociados al movimiento de los fluidos magmáticos en el sistema o al reajuste del edificio volcánico.

Muchos de estos procesos involucran niveles muy pequeños de energía, por lo tanto, es muy difícil detectarlos e identificar sus causas, establecer los pronósticos de evolución y con toda esta información poder gestionar el semáforo del volcán.

2.3.2.1. Observación directa

Los fenómenos fácilmente observables son: ruidos, leves movimientos sísmicos, aparición de fumarolas, contaminación de aguas con gases volcánicos (acidez y olor a huevos podridos), variación del nivel de los pozos de agua, entre otros.

2.3.2.2. Vigilancia sísmica

El seguimiento de la actividad sísmica es la más antigua de las técnicas de vigilancia de volcanes; se desarrollaron ya a finales del siglo XVIII los primeros instrumentos para el estudio de los temblores del Vesubio.

La instrumentación de cualquier volcán comienza con la instalación de un sismómetro, añadiéndose otras técnicas de vigilancia a medida que las posibilidades económicas lo permiten. Del centenar escaso de volcanes instrumentados en la actualidad, solo unos pocos cuentan con algo más que no

sea vigilancia sísmica; esto se debe al mayor desarrollo que presenta la sismología en todas las universidades y centros de investigación, al menor coste aparente de la instrumentación sísmica y a la mayor facilidad para realizar un análisis elemental de los datos obtenidos.

2.3.2.3. Deformación

El control de la deformación es otra de las técnicas de vigilancia de volcanes más extendidas y eficaces. Es especialmente útil en volcanes donde las características del magma pueden provocar grandes deformaciones del edificio. Un magma muy fluido puede moverse fácilmente por fracturas de pocos centímetros de anchura, produciendo una deformación mínima salvo en los casos donde interviene un gran volumen de magma que provocaría deformaciones apreciables. Por el contrario, un magma viscoso deberá abrir conductos muy amplios, incluso de cientos de metros para poder moverse y las deformaciones serán enormes. Hay que tener presente que la deformación varía con la distancia y solo muy cerca del centro de emisión alcanza valores importantes.

2.3.2.4. Gases

Las técnicas actuales de vigilancia geoquímica de los volcanes parten de considerar que las emisiones gaseosas están en equilibrio cuando el volcán se encuentra en reposo. Cuando el sistema volcánico evoluciona, se produce un desequilibrio más o menos fuerte en la composición de los gases que es el indicador de la actividad. Los gases procedentes del magma circulan por el sistema de fracturas, interaccionan con los distintos acuíferos y salen a la superficie en forma de fumarolas o de fuentes termales.

El SO₂ y el CO₂ se consideran los componentes más significativos de la presencia de magma. Para obtener información completa sobre la composición del gas volcánico, la única forma consiste en realizar un muestreo directo de las fumarolas, analizándose posteriormente en el laboratorio mediante las técnicas químicas habituales. Esto se debe, fundamentalmente, a que los gases se disipan rápidamente y son fácilmente contaminables, además de salir a elevada temperatura y ser corrosivos imposibilitan con ello la instalación de sensores de forma permanente.

2.3.3. Predicción de erupciones

El objetivo de la predicción es determinar con anticipación el lugar y el momento del inicio de una erupción y sus características. Su finalidad es prevenir a la población y tomar con anticipación las medidas tendentes a reducir la pérdida de vidas y a mitigar los daños.

“Es imprescindible que la población conozca el medio natural (volcánico) en el que vive, tenga percepción del riesgo y asuma las medidas de autoprotección necesarias.”⁴

⁴LINARES, María de los Ángeles; ORTÍZ, Ramón; MARRERO, José Manuel. *Riesgo volcánico*. p 43-56.

3. EVALUACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

3.1. Plan de emergencia de San Juan Alotenango

Según registros del Departamento de Sistemas de Alerta Temprana de la SECONRED, el municipio de San Juan Alotenango no tiene coordinadora municipal certificada, tampoco plan de emergencia y plan de emisión de alerta; es razonable su inexistencia, ya que el casco urbano se encuentra fuera de la zona de riesgo ante la actividad volcánica del Volcán de Fuego; sin embargo, existe un caserío que está ubicado en las faldas del coloso, en uno de los puntos más vulnerables y riesgosos de la región: el caserío El Porvenir que cuenta con su coordinadora local y un sistema de alerta temprana por actividad volcánica, conformado por el plan de emergencia y plan de emisión de alerta.

3.1.1. Identificación de participantes

Los participantes que integran el plan de acción municipal son los habitantes del casco urbano de San Juan Alotenango y las autoridades municipales, comandada por el alcalde y vicealcalde municipal en funciones.

Además del plan de acción municipal, existe el plan de emergencia local en el caserío El Porvenir, comandado por la Coordinadora Local para la Reducción de Desastres certificada en dicho lugar, presidida por el señor Jorge Vidal Hernández; este plan está enfocado especialmente en los eventos o incidentes vulcanológicos desarrollados por el volcán de Fuego.

Al sobrepasar la capacidad de respuesta ante un incidente, en este caso vulcanológico, de la coordinadora local y de las autoridades municipales, la coordinación pasa a ser responsabilidad de la Coordinadora Departamental para la Reducción de Desastres CODRED cuyo delegado departamental, María Andrea Gaytán Vielman de Barrios.

En caso de que el evento vulcanológico sea mayor a la coordinación que pueda ejercer la coordinadora departamental, pasa a ser jurisdicción de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED que activan el Centro de Operaciones de Emergencias COE, integrado por enlaces interinstitucionales con poder de toma de decisiones ante los recursos de su entidad, todo bajo la dirección y supervisión del jefe del COE, Juan Gabriel Samayoa.

Sin embargo, en los 14 incidentes (ver tabla XV) del periodo evaluado, el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional no requirió activación, ya que con la presencia de diferentes instituciones del sector (ver tabla XVI) y grupos de intervención enviados por la CONRED; cada incidente ha sido controlado de manera satisfactoria y apegados a los procedimientos y documentación que el plan de emergencia establece.

Tabla IV. **Resumen de participantes**

Nombre	Puesto	Entidad	Jurisdicción
Jorge Vidal Hernández	Presidente	COLRED	Caserío El Porvenir
José Luis Marroquín Pamal	Alcalde Municipal	Municipalidad de San Juan Alotenango	Municipio de San Juan Alotenango
María Andrea Gaytán Vielman de Barrios	Delegado Departamental	CODRED	Departamento de Sacatepéquez
Dr. Sergio Cabañas	Secretario Ejecutivo	CONRED	República de Guatemala
Juan Gabriel Samayoa	Jefe de COE	CONRED	República de Guatemala

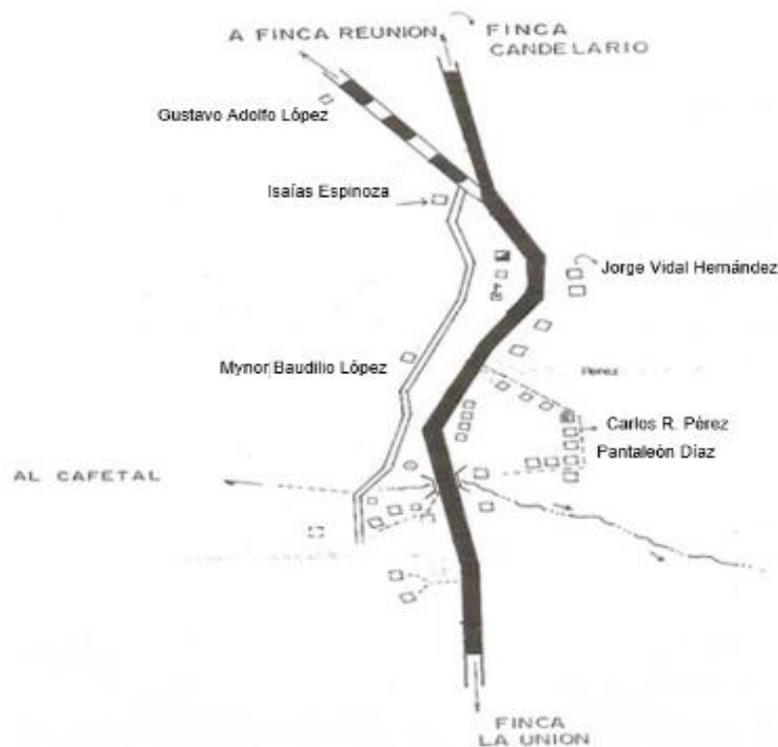
Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Identificación de coordinadoras locales y municipal

San Juan Alotenango carece de una coordinadora municipal; las autoridades municipales y la delegación de Sacatepéquez no han mostrado la diligencia necesaria para la conformación de tal figura que provocan un aumento en los índices de vulnerabilidad.

La Coordinadora Local para la Reducción de Desastres, COLRED, ubicada en el caserío El Porvenir del municipio de San Juan Alotenango está distribuida geográficamente de la siguiente manera:

Figura 4. Croquis del caserío El Porvenir, San Juan Alotenango



Fuente: Unidad de Sistemas de Alerta Temprana, SAT de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan local de respuesta del caserío El Porvenir*. p. 24.

Además en la tabla V se encuentran las personas que integran la COLRED del caserío, la comisión a la que pertenecen, el cargo que ostentan y su contacto.

Tabla V. **Coordinadora Municipal, San Juan Alotenango**

Nombre	Institución	Teléfono
José Luis Marroquín Pamal	Municipalidad	5041 6330
Rudy Maldonado Valle	MINEDUC	5690 2840
Esteban Rodríguez	Municipalidad	54151357
Martha Isabel Pérez García	Centro de Salud	41010782
Walter Adolfo Reyes	MAGA	5401 4046
Andrea González	SOSEP	5645 9153
José Domingo Pérez	MARN	5239 7280
Virginia Zuñiga	OMM	3016 2508
Jesús Gómez Argueta	PNC	4756 8604
Geovanni Godoy	MP	5830 3227
Rolando Yacx	Coordinador Policía Municipal	4930 8165

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Coordinadora Local, caserío El Porvenir**

Nombre	Comisión	Cargo	Teléfono
Jorge Vidal Hernández		Presidente	4509 5737
Carlos Rolando Pérez M		Suplente	5762 2671
Pantaleón Mitché Díaz	Evaluación	Coordinador	4873 2037
Isaías Espinoza	Búsqueda y rescate	Coordinador	5091 9006
Teodora Pérez Mich	Albergue	Coordinadora	5383 8555
Gustavo Adolfo López	Evacuación	Coordinador	5931 6243
Mynor Baudilio López	Recursos	Coordinador	4103 1036
María Andrea Gaytán Vielman		Delegada de Sacatepéquez	5208 8322

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Responsables de monitoreo y vigilancia volcánica

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, y el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH son los entes responsables para el monitoreo y la vigilancia de las actividades del Volcán de Fuego.

Según la Unidad de Prevención de Volcanes de la Secretaría de CONRED, la delegación del departamento de Sacatepéquez cuenta con las personas listadas en la tabla VII quienes tienen la responsabilidad de planificar y participar en reconocimientos de campo y recolección de información por actividades de origen natural que se genere en el área del Volcán de Fuego; además, realizar actividades de organización y capacitación comunitarias en gestión de riesgo y mantener contacto con las coordinadoras locales y municipales.

Tabla VII. **Personal de la Unidad de Prevención de Volcanes de la Delegación de Sacatepéquez**

Nombre	Puesto	Número de celular
Mario Efraín Ovalle Hernández	Técnico de campo	5877 4908
Héctor Ramiro Sicajau	Guardián del volcán	3176 5142
Pedro Sicajau Chávez	Guardián del volcán	4849 5626
Jerónimo Ramírez	Guardián del volcán	5042 8970
Armando Remberto Vásquez	Técnico de campo	4056 1013
Edy Juan José Maldonado	Técnico de campo	3036 6968

Fuente: elaboración propia.

Para que exista una adecuada vigilancia volcánica son necesarias dos herramientas: la vigilancia por medio de sismógrafos (SRAM) que miden la amplitud de los sismos en tiempo real alrededor del coloso: el muestreo de los

gases que emana el coloso, principalmente el gas radón que cuando está presente en cantidades mayores se establece que ocurrirá una erupción.

Cuando ya se determinó que habrá una actividad volcánica, la herramienta adecuada es el monitoreo vía satelital (Landsat - USGS) que permite determinar el movimiento de suelo que el volcán está presentando debido al flujo de lava hacia el cráter. Tanto los sismógrafos SRAM como el muestreo del gas radón que emana del volcán son realizados por el INSIVUMEH; por parte, la CONRED realiza la vigilancia satelital y el monitoreo por medio de cámaras de alta definición.

Figura 5. **Actividad del volcán de Fuego, 15 de noviembre de 2015**



Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/vulcanologia/Fuego.jpg>: Consulta: 15 de noviembre de 2015.

Esta responsabilidad es cubierta en su totalidad por el personal de la Unidad de Volcanes de la SECONRED; como lo muestra la tabla XIV, el guardia

de la estación radial notifica que el coloso comienza su actividad presentando retumbos prolongados; además, como sistema de alerta temprana funcionan adecuadamente, ya que diariamente en el centro de llamadas de la coordinadora nacional, todas las bases radiales en el territorio de Guatemala reportan las condiciones climáticas, meteorológicas y geofísicas de la región en la que se encuentran.

3.1.4. Criterios de alerta

Con base en la información proporcionada en el boletín vulcanológico, realizado por los entes responsables del monitoreo y la vigilancia, por ocurrencia súbita, cuando la actividad del volcán se manifieste de manera abrupta sin existir avisos previos, o por la alerta temprana por parte de los sistemas de monitoreo que emite llamado que indica una situación de riesgo, emergencia o desastre, se establecerá y oficializará el grado de alerta, por medio del alcalde municipal en funciones, y en su ausencia fungirá, el suplente nombrado por él mismo, tomando en consideración los criterios planteados en la tabla VIII.

El señor alcalde, con asesoría del delegado de Sacatepéquez, establecerá el color pertinente de la alerta municipal o local; puede establecer cuatro colores que medirán el impacto de la situación de riesgo, emergencia o desastres. Los colores determinarán los niveles de respuesta y disponibilidad de cada una de las instituciones o personas pertenecientes a la coordinadora municipal o local.

Además de los criterios de alerta, se encuentran los criterios para la activación del plan de respuesta, tanto a nivel local como municipal; la activación del plan de respuesta se dará con base en los mismos criterios de la

alerta con la única diferencia de que se deberá elaborar un protocolo con los aspectos enumerados en la figura 6.

Tabla VIII. **Criterios de alerta y su implicación**

Color de alerta	Interpretación	Implicación
Verde	Actividades normales.	<ul style="list-style-type: none"> • Situación normal. • Vigilancia permanente de la presencia de posibles amenazas. • Revisión, verificación y actualización de recursos locales. • Revisión, verificación y actualización de rutas de evacuación, señalización y albergues. • Capacitación a las personas de la estructura organizativa. • Socialización del plan de evacuación. • Socialización del plan de emergencia local. • Revisión y actualización del plan local de respuesta.
Amarillo	Cuando se tenga el conocimiento de la posible afectación por un fenómeno o situaciones especiales que requieran atención específica.	<ul style="list-style-type: none"> • Vigilancia y monitoreo minucioso de la evolución del evento. • Socialización del boletín informativo oficial relacionada al evento. • Verificación de la disponibilidad de personal para la respuesta. • Verificación de los recursos locales.
Anaranjado	Cuando exista notificación de que un fenómeno afectó o es inminente su afección y existe capacidad local para responder.	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo permanente. • Movilización de recurso humano. • Habilitación e implementación de albergues. • Activación de los recursos locales. • Determinar la necesidad de evacuar a la población.
Roja	Cuando por la afectación de un fenómeno no existan recursos propios para la atención, o a pesar de haber utilizado los existentes, es necesario solicitar apoyo a un nivel paralelo o superior.	<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta escalonada. • Atención a la población. • Continuidad de las acciones de evacuación de la población a los albergues establecidos en el procedimiento local de respuesta. • Permanencia de los encargados o líderes de las brigadas en el lugar del evento.

Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan de emergencia nacional*. p. 157.

Con base en la implicación de cada nivel de alerta presentado en la tabla VIII, se puede decir que los criterios de alerta que maneja la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, se apegan a las

actividades que el plan de emergencia nacional establece; un ejemplo claro es el que muestra la tabla XIV; la activación de la alerta amarilla se determina cuando el ente científico, INSIVUMEH, recomienda a la SECONRED la activación de la alerta mencionada. Esta actividad implica, según la tabla VIII, una activación de alerta color amarillo.

También, es el caso de la activación de la alerta anaranjada del mismo incidente presentado en la tabla XIV: cuando el director de respuesta de la SECONRED moviliza equipos de intervención para la coordinación de las actividades en el incidente según una de las implicaciones que establece el nivel de alerta color anaranjado, además, de la habilitación de albergues.

Figura 6. **Protocolo de ejemplo de activación de planes de respuesta**

A	PROTOCOLO
Denominación: Respuesta a nivel local	Fecha de Elaboración: Noviembre 2009
Propósito: Establecer procedimientos para la activación de la etapa de respuesta en el nivel local.	
Condiciones de regulación <ul style="list-style-type: none"> a) De acuerdo a la información proveniente del INSIVUMEH sobre evento con posibilidad de evolución. b) Información sobre un evento de súbita ocurrencia que impacte una comunidad. c) El Alcalde Auxiliar o el grupo de toma de decisiones analizan y divulga la información activando los sectores para dar respuesta local a la emergencia. d) De acuerdo al evento se activan las brigadas: <ul style="list-style-type: none"> 1. Verificación del sistema de evacuación 2. Brigada de Búsqueda y Localización 3. Brigada de Primeros Auxilios 4. Brigada de Incendios 5. Brigada de Seguridad 6. Brigada de Administración de Albergues e) Si la emergencia fue atendida en su totalidad y no amerita apoyo externo, se desactivan las brigadas en función. f) Si la emergencia sobrepaso la capacidad de respuesta local, se solicita el apoyo a un nivel superior. 	

Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan de respuesta local PLR*. p. 84.

Con base en la figura 6, todo protocolo de activación de plan de emergencia debe contemplar varios aspectos importantes para la activación eficiente en una incidencia, claro está, luego de haber identificado las amenazas y vulnerabilidades en que se encuentra la comunidad.

El protocolo debe de llevar una descripción del evento o amenaza, esta sección determina las características principales de las amenazas potenciales que pueden dañar a la comunidad.

Además, debe incluir la activación comunitaria en donde se incluirán las definiciones de alerta, alarma y activación del plan; los roles relacionados con el evento específico para que con base en estos conocimientos los habitantes de dicha comunidad puedan informar de manera eficiente la activación de la incidencia.

Posterior a que la comunidad haya realizado la activación de la incidencia, se procede a la asignación de acciones de la comunidad dentro de la emergencia; es importante que los conocimientos adquiridos en etapas de capacitación estén fomentados correctamente para saber qué hacer, de acuerdo a la organización del plan local de respuesta.

Luego de que los integrantes de la COLRED hayan realizado la primera respuesta hacia los vecinos, la asignación de comisiones, grupos de intervención, fuerzas de tarea y todo equipo humanitario que se requiera debe ser dirigido y coordinado por el comandante en funciones del incidente.

Al haber delegado las responsabilidades en los equipos de trabajo anteriormente descritos, se procede a evaluar si se cuenta con la capacidad de

responder al evento de una manera local, de lo contrario, se debe solicitar el apoyo al nivel superior que corresponda.

Por último, cuando la incidencia haya sido controlada en su totalidad, o en su defecto, no represente peligro alguno para los habitantes de la región, se procede a realizar una evaluación del impacto que el evento trajo consigo, para ello, es necesaria la intervención de entidades gubernamentales: Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda entre otros, las cuales determinarán el costo monetario del evento.

En los 14 incidentes (tabla XV) que han ocurrido en el volcán de Fuego, la documentación se ha realizado en su totalidad: desde el protocolo de activación del plan de emergencia, pasando por todas las actas de niveles de alerta emitidas por la coordinadora nacional, para culminar el incidente con el documento de movilización de operaciones de emergencia, MOE.

3.1.5. Difusión de plan de emergencia

Según el plan de emergencia, la alerta es difundida por medio de teléfonos celulares, canal de televisión local y, en caso de fallar estos instrumentos, códigos de sonido emitidos por sirenas. Sin embargo, en la figura 16, se conoció otro medio de comunicación: la radio FM.

Se indicó también, las campanas de la iglesia como medio de difusión; sin embargo, estas no figuran en la práctica real de la emisión de la emergencia; y el porcentaje de utilización y conocimiento del teléfono celular es mínimo.

El proceso de determinación del color de alerta y su difusión así como la activación del plan de respuesta, están representados según el diagrama de operaciones presentado en la figura 9.

3.1.5.1. Responsables de difusión

La activación del plan de respuesta es responsabilidad de todos los integrantes de la coordinadora; sin embargo, existen diferentes medios para su difusión; en el caserío El Porvenir, la emisión es responsabilidad de Jorge Vidal, Pantaleón Díaz y Mynor López, presidente, encargado de evaluación y encargado de recursos, respectivamente.

Esto se ve respaldado en la figura 16, el canal local de televisión ocupa el primer lugar con un 59 %, la radio FM, 55 % y los responsables de la activación de sirenas, ocupan un 55 % de la muestra de la población evaluada; posicionándose en el tercer lugar de los medios utilizados para la difusión de la emergencia.

3.1.5.2. Medios de difusión

Como se mencionó, el plan de emergencia determina que el medio principal de comunicación para la difusión de alerta es el teléfono celular; sin embargo, en la encuesta electrónica realizada (figura 16) este medio pasa a obtener el último lugar (ver tabla IX); si bien es el medio más utilizado dentro de los integrantes de la COLRED y la Delegación de Sacatepéquez de CONRED, no es un medio utilizado para la difusión del plan de emergencia.

Tabla IX. **Utilización de los medios de comunicación para la emisión del plan de emergencia**

Medio	Porcentaje
Canal local de televisión	59,34 %
Radio FM	55,49 %
Sirenas	55,22 %
Campanas de la iglesia	36,81 %
Celular	0,08 %

Fuente: elaboración propia.

3.1.6. Procedimiento de evacuación

El plan o procedimiento de evacuación establece actores, responsabilidades, procedimientos y normas que se deben seguir ante un evento adverso, con la ejecución de acciones dirigidas a trasladar a una o varias personas de un lugar de alto riesgo a un lugar menos riesgoso.

El procedimiento de evacuación se puede realizar por dos razones: por ocurrencia súbita o por declaración de alerta roja con base en el procedimiento de difusión. El responsable es Gustavo Adolfo López de la coordinadora local del caserío El Porvenir. Según el plan de respuesta, el líder de la comisión de evacuación tiene la responsabilidad de verificar la evacuación del personal de las diferentes áreas; en la coordinadora local se agrega la responsabilidad de brindar apoyo en la primera respuesta al incidente. Cabe destacar que este plan es la continuación del proceso de determinación del grado de alerta y su emisión. También, está diseñado para responder a eventos de tipo vulcanológicos, sísmicos y de aludes.

Según las figuras 13, 18 y 19, los habitantes del caserío El Porvenir de San Juan Alotenango cuentan con los conocimientos necesarios para ejecutar

el plan de evacuación en caso de una erupción volcánica, ya que saben cómo actuar, dónde y cómo llegar a los puntos de reunión.

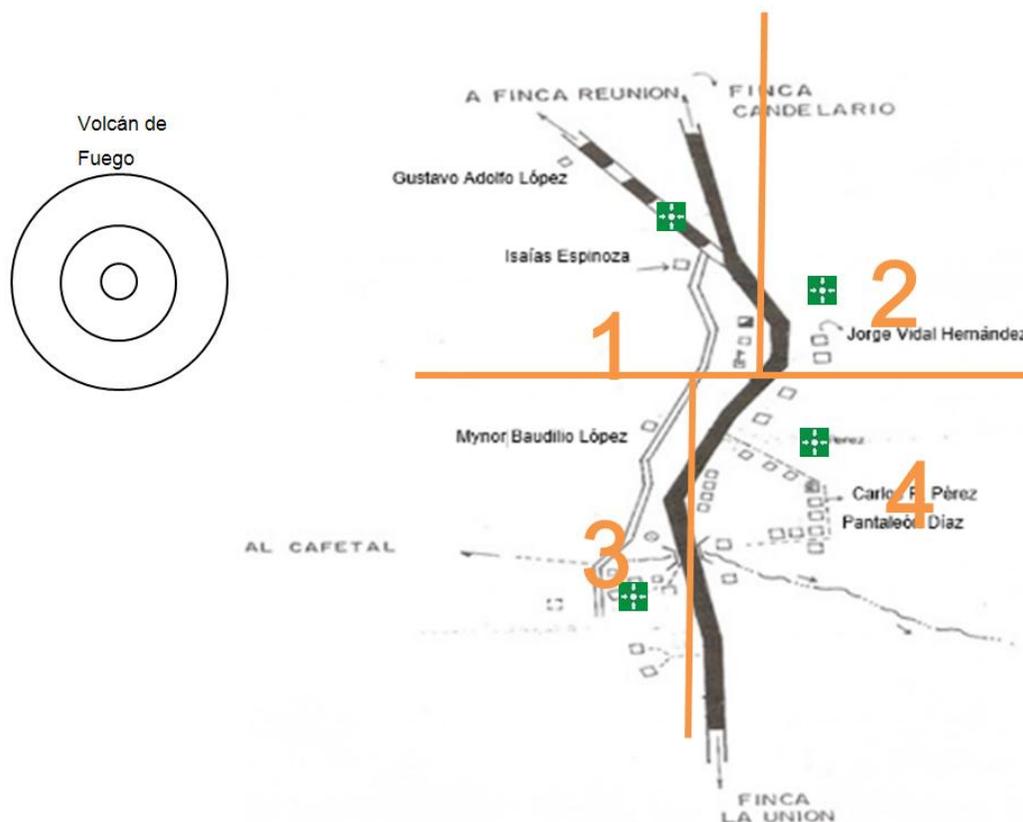
3.1.6.1. Puntos de reunión

Los puntos de reunión establecidos en el caserío El Porvenir están distribuidos en sectores poblacionales que cuentan con un área de reunión por sector. Estos puntos son los siguientes:

- Casa de Isaías Espinoza, donde se reunirán los pobladores del sector 1.
- Casa de Jorge Vidal Hernández, donde se reunirán los pobladores del sector 2.
- Tienda San Jerónimo donde se reunirán los pobladores del sector 3.
- Casa de Carlos R. Pérez, cuyos responsables son los pobladores del sector 4.

Según la figura 18, aproximadamente el 80 % de los vecinos de San Juan Alotenango conocen dónde se encuentran ubicados los puntos de reunión en el caserío El Porvenir; este porcentaje es bastante aceptable ya que permite la ejecución del plan de evacuación de una manera eficiente.

Figura 7. **Sectorización y puntos de reunión en el caserío El Porvenir, San Juan Alotenango**



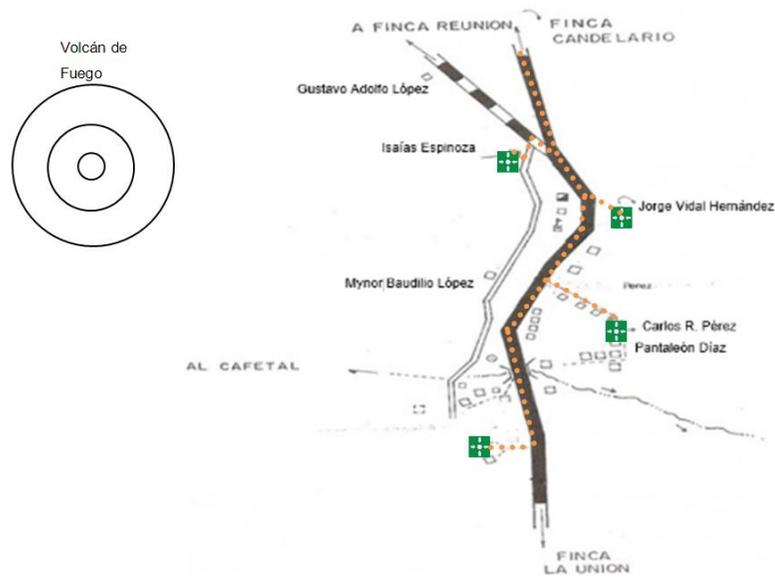
Fuente: Unidad de Sistemas de Alerta Temprana, SAT de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan local de respuesta del caserío El Porvenir*. p. 24.

3.1.6.2. Vías de evacuación

Las vías de evacuación están diseñadas con base en los puntos de reunión establecidos en el caserío El Porvenir con destino al casco urbano del municipio de San Juan Alotenango, con el fin de brindar atención prehospitalaria, alimentación y albergue.

En la figura 19, el 78 % de los encuestados de San Juan Alotenango conoce las rutas o vías de evacuación para llegar a los puntos de reunión; este porcentaje es bastante alto y permite cumplir a cabalidad el procedimiento que el plan de evacuación establece.

Figura 8. **Vías de evacuación del caserío El Porvenir, San Juan Alotenango**



Fuente: Unidad de Sistemas de Alerta Temprana, SAT de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan local de respuesta del caserío El Porvenir*. p. 24.

3.1.6.3. Medios de evacuación

Para realizar la evacuación, el caserío El Porvenir cuenta con los recursos descritos en la tabla X.

Tabla X. **Recursos del caserío El Porvenir**

Tipo de recurso	Cantidad
Camión de carrocería de madera	02
Picop	06
Palas	40
Piochas	20
Azadones	40

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla X, los recursos del caserío son escasos; sin embargo, la cantidad de evacuados en los 14 incidentes en el período evaluado es sumamente baja; se tiene como prioridad subir estos números para poder concentrarse en los recursos para su evacuación.

Cabe destacar que los porcentajes presentados en las secciones anteriores, determinan el conocimiento que los vecinos del caserío tienen respecto a la ubicación de puntos de reunión y sus rutas; sin embargo, en la tabla XVI se puede apreciar que el número de personas evacuadas en los 14 incidentes ocurridos entre el año 2012 al 2015 es sumamente bajo: 110, comparado con el número de personas que estuvieron en riesgo: 8 600. Esto se debe a que las personas no tienen consciencia del riesgo que corren al quedarse en sus viviendas, temiendo que sean hurtadas en su ausencia.

Es importante que la municipalidad de San Juan Alotenango, con colaboración de la CONRED y otras organizaciones, gestione campañas para que este número de evacuados aumente y poder menguar los índices de vulnerabilidad actuales.

3.2. Evaluación del plan de emergencia por medio de simulacros

La evaluación del plan de emergencia de San Juan Alotenango por medio de simulacro por actividad volcánica se realizó en septiembre de 2013 con la contribución de diferentes entes gubernamentales, coordinados todos por la coordinadora municipal con el fin de evaluar los planes de respuesta, evacuación y difusión de alerta del sistema de alerta temprana por actividad volcánica y la ejecución de los sistemas de comando de incidentes, SCI en los departamentos de Escuintla, Chimaltenango y Sacatepéquez.

Según el ejercicio de simulacro se demostró al público observador el equipo necesario para la búsqueda y el rescate. Así mismo, el equipo y acciones de seguridad que cada persona debe cumplir al ejecutar este tipo de actividad (figura 9).

Figura 9. Equipo utilizado para búsqueda y rescate en simulacro



Fuente: elaboración propia.

Al dar por concluido el ejercicio se presentaron las estadísticas según los registros de la base de datos *SIMULACRO incidentes* del SISMICEDE perteneciente a la Secretaría Ejecutiva de la CONRED, según la tabla XI.

Tabla XI. **Registros presentados en el Simulacro por actividad volcánica**

Nombre del Incidente	Fecha	P. R.	P. A.	P. D.	P. E.	P. H.	P. F.
Caserío El Porvenir	13/09/2013	780	420	0	310	0	3

P.R.- Personas en Riesgo, **P.A.-** Personas Afectadas, **P.D.-** Personas Damnificadas, **P.E.-** Personas Evacuadas, **P.H.-** Personas Heridas **P.F.-** Personas Fallecidas

Fuente: Sistema de manejo de información en caso de emergencias o desastres, SISMICEDE.
Base de datos simulacro incidentes. p. 102.

3.2.1. **Respuesta de las personas involucradas**

Con base en el simulacro realizado, la respuesta de la población de San Juan Alotenango ante el cumplimiento de los planes del sistema de alerta temprana por actividad volcánica fue exitosa, ya que las comunidades participantes presentaron un porcentaje de participación bastante alto (ver tabla X).

Según el plan de evacuación, los habitantes contaron con una organización aceptable: tomaron el ejercicio de una manera seria y siguieron las instrucciones establecidas en el plan; de esta manera se logró la evacuación de 310 personas (40 %) de un total de 780 personas en riesgo (ver tabla X), situación que refleja que la población tienen un conocimiento de los procesos a seguir en caso de un desastre volcánico.

3.2.2. Entidades gubernamentales

La participación de la CONRED en el ejercicio del simulacro fue regular, debido a que la ejecución de los planes que integraban al sistema de alerta Temprana por actividad volcánica y de la instalación del sistema de comando de incidentes fue poco productiva y deficiente debido a que no abrieron las instalaciones necesarias para dar atención adecuada a las personas evacuadas y a los heridos durante el ejercicio.

Con respecto a la Comisión de Búsqueda y Rescate por parte de los cuerpos de Bomberos Voluntarios, Bomberos Municipales y Bomberos sin Fronteras se cumplieron con resultados aceptables, ya que actuaron según los protocolos de seguridad establecidos en el sistema de comandos de Incidentes, salvaguardando la vida de las personas que se encontraban en riesgo.

A continuación, se presenta la tabla XII que indica las instituciones gubernamentales que participaron en el simulacro.

Tabla XII. **Instituciones participantes en el simulacro por actividad volcánica en San Juan Alotenango**

Institución	Comisión
Unidad Humanitaria de Rescate (UHR)	Búsqueda y rescate
Cuerpo de Bomberos Voluntarios (CVB)	Búsqueda y rescate, área de concentración de víctimas (ACV)
Cuerpo de Bomberos Municipales (CMB)	Búsqueda y rescate, área de concentración de víctimas (ACV)
Bomberos sin Fronteras (BUSF)	Primeros auxilios
Policía Nacional Civil (PNC)	STAFF Seguridad
Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)	Comandancia y organización

Fuente: Sistema de manejo de información en caso de emergencias o desastres, SISMICEDE.

Base de datos simulacro incidentes. p. 102.

Si bien el ejercicio de simulacro fue exitoso, la figura 20 indica que un 6 % aproximadamente del total de encuestados electrónicamente han participado en un simulacro por actividad volcánica; este índice representa el poco interés de autoridades del municipio por disminuir la vulnerabilidad de la región.

Es importante que tanto la municipalidad como la Dirección de Preparación de la CONRED tomen cartas en el asunto y gestionen simulacros anuales para mantener a los vecinos capacitados y evaluaciones constantes a los planes del sistema de alerta temprana por actividad volcánica en el municipio.

4. EVALUACIÓN DE EMISIÓN DE ALERTA

4.1. Procedimiento de emisión de alerta

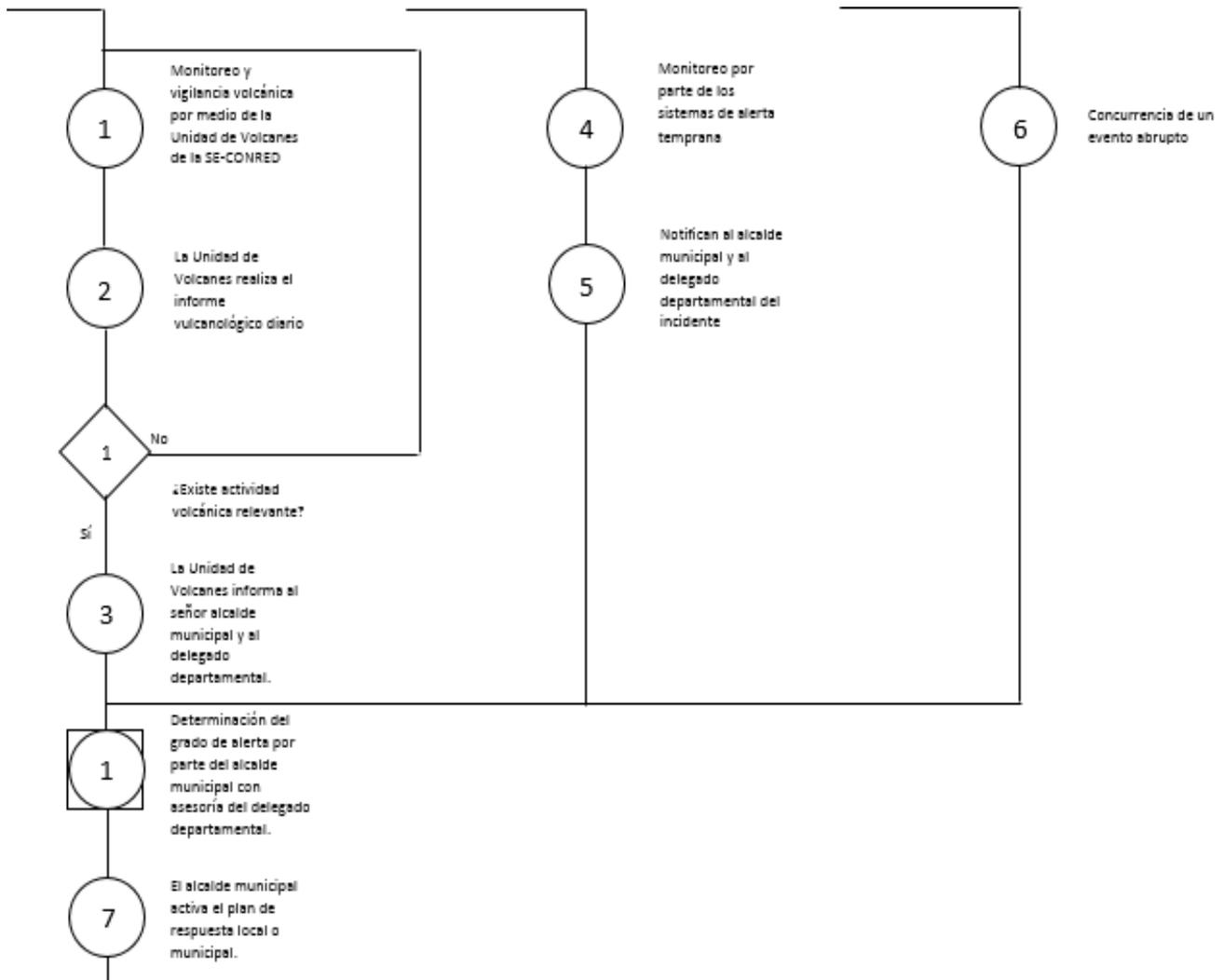
Es importante establecer el procedimiento a seguir en el momento de un evento por actividad volcánica, debido a que este tipo de evento se comporta de manera repentina y es imposible hoy en día predecir una erupción. Por tal razón, los pobladores del caserío El Porvenir, principalmente, deben estar prevenidos y conocer todos los planes a seguir, ya que la población se encuentra en una zona de alto riesgo.

Con base en lo expuesto, el procedimiento para la emisión de alerta debe ser de pronta respuesta ya que en estos tipos de eventos el tiempo es muy valioso y por unos minutos de retraso se corre el riesgo de pérdidas humanas.

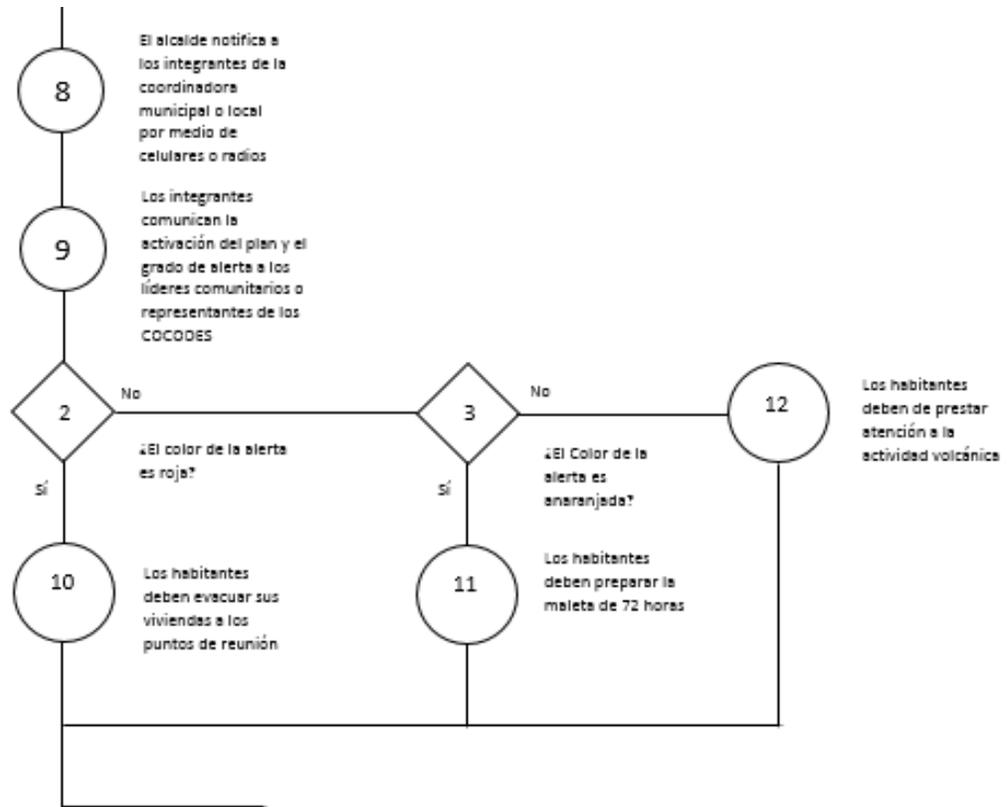
Según la encuesta electrónica realizada (ver apéndices 15, 16 y 17), y a las entrevistas realizadas al personal de la CONRED y a los integrantes de la coordinadora local del caserío El Porvenir (apéndices 23, 24, 25, 26 y 27) se evalúan los conocimientos y técnicas de los habitantes de la región y del personal de la CODRED de Sacatepéquez sobre la emisión de alerta y la ejecución del plan de emergencia dentro del sistema de alerta temprana por actividad volcánica.

Si bien se evaluó este tema en la sección 3.1.5.2 Medios de difusión, en este capítulo se detallará de mejor manera el procedimiento y los participantes en la responsabilidad de que la difusión de alerta se emita correctamente.

Figura 10. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de determinación del grado de alerta y su difusión



Continuación de la figura 10.



Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Responsables de la emisión de la alerta

La emisión de la alerta comienza con el señor Pantaleón quien está en comunicación directa con la unidad de volcanes de la SECONRED y el ente científico INSIVUMEH; cuando estas entidades le notifican de una actividad volcánica alarmante, él activa la sirena instalada en el patio de su casa; al mismo tiempo que se comunica vía telefónica con el presidente de la coordinadora local, Jorge Vidal; que a su vez, también, activa la sirena instalada en su residencia y se comunica con Mynor López para que realice la misma acción. Cuando el señor

Pantaleón está ausente, la responsabilidad es del presidente de la coordinadora local, el señor Jorge Hernández.

En el caso de la difusión en el municipio de San Juan Alotenango, luego de establecer el grado de alerta de color naranja o roja por el alcalde municipal asesorado por el delegado departamental, se procede a comunicarse vía telefónica con el párroco de la iglesia católica, Tereso Chocoyo Rac como titular, o con el sacerdote Norman Guevara, para que dirijan la orden de hacer sonar las campanas de dicha iglesia; además, coordinar con la transmisión del grado de alerta y/o activación del plan de emergencia por medio del canal TV Santiago, canal local transmitido en la región.

Según la entrevista realizada a los integrantes de la coordinadora local del Caserío El Porvenir, específicamente en la pregunta número 4 (ver apéndices 26 y 27) los responsables de la emisión del plan de emergencia y de la alerta sobre la actividad volcánica tienen una labor funcional y efectiva debido a que los instrumentos utilizados para la difusión son suficientes para alertar a toda la población del caserío.

También, se puede apreciar en la tabla XIV, que la comunicación presentada en el incidente evaluado siempre fue fluida y acorde al plan de emisión de alerta que la COLRED estableció: boletines vulcanológicos del ente científico, información por medio de las estaciones radiales sobre la actividad del coloso, mensajes al personal de la CONRED por medio de teléfonos celulares, entre otros medios utilizados para brindar una comunicación fluida, veraz y precisa para la toma de decisiones al momento de establecer las acciones según el plan de emergencia y el tipo de alerta declarada.

4.1.2. Instrumentos de emisión

Al igual que en la activación del plan de emergencia, la coordinadora local utiliza los teléfonos celulares o en su defecto radiocomunicadores. En el caso de la coordinadora local localizada en el caserío El Porvenir, la activación de sirenas y radio comunicadores son los medios más eficiente actualmente para comunicar a la población.

Según la figura 17, los medios utilizados por el municipio para la emisión de la alerta y el plan de emergencia por actividad volcánica son el canal local, la radio FM (ver sección 3.1.5.2), sirenas, campanas de la iglesia, en su orden.

4.1.3. Ubicación de equipos y responsables de su funcionamiento

En la municipalidad de San Juan Alotenango, se encuentra la base radial (Ver apéndices 19 y 22), la cual se utiliza para levantar la red de radiocomunicaciones entre las coordinadoras del municipio y de las aldeas aledañas para comunicarse a la sede central de la CONRED.

Como se puede apreciar en la apéndice 24, existe una repetidora radial (Fuego 5) ubicada en el sector IV del caserío El Porvenir, la cual se utiliza como equipo de comunicación entre la COLRED y la coordinadora nacional en la sede central. Claro ejemplo es el incidente caserío El Porvenir (ver tabla XIV) cuando el señor Pantaleón (encargado de la comisión de evaluación en la COLRED) informa a las 7:33 p.m. de fecha 18 de mayo del 2012 al Centro de Transmisiones de Emergencia de la sede central: “Volcán presenta lava sobre el cráter”.

En el caso del caserío El Porvenir, los principales medios de comunicación son las sirenas que se hacen sonar en caso la activación del plan de respuesta. El señor Pantaleón es el responsable de comenzar la difusión de la alerta y la activación del plan de emergencia, como se establece anteriormente en la sección 4.1.1.

En la tabla XIII se establecen las personas y equipos a su cargo necesarios para la difusión de alerta.

Tabla XIII. **Responsables y equipo utilizado para la emisión de alerta en el caserío El Porvenir**

Responsable	Equipo
Pantaleón Díaz	Sirena
Jorge Vidal Hernández	Sirena
Mynor Baudilio López	Sirena

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Ubicación de sirenas en el caserío El Porvenir



Fuente: Unidad de Sistemas de Alerta Temprana, SAT de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Plan local de respuesta del caserío El Porvenir*. p. 24.

4.2. Evaluación de la respuesta de la población de San Juan Alotenango

4.2.1. En simulacro

Con base en los resultados obtenidos en el ejercicio de simulacro organizado en septiembre de 2013 en San Juan Alotenango; la población del municipio presentó una organización adecuada para el cumplimiento de los protocolos y operaciones requeridas por el plan de respuesta según la difusión realizada por medio de los instrumentos utilizados por las coordinadoras tanto la local del caserío El Porvenir como la municipal.

Así mismo, la comunicación entre los integrantes de las coordinadoras fue satisfactoria ya que gracias a la ejecución de los instrumentos utilizados (sirenas, radiocomunicadores, transmisión en vivo por medio del canal Santiaguito TV) se pudieron difundir los procedimientos de acuerdo al tipo de incidente ejecutado.

4.2.2. En incidencia real

Los tiempos que la CONRED tarda en brindar respuesta por incidente volcánico a los pobladores son variables, esta respuesta depende de factores como: frecuencia de retumbos, presencia de material piroclástico, presencia de lava y descenso de los lahares; estos factores hacen que se determine la presencia de equipos de rescate especializados.

A continuación, se detalla la bitácora de todos los movimientos del incidente por actividad volcánica en mayo 19 de 2012 en el municipio de San Juan Alotenango; este incidente requirió la presencia de todas las instituciones inmersas en la comisión de rescate; también, se encontraron personas evacuadas y aperturas de albergues; se presentaron tiempos más coherentes del peor escenario en el periodo a evaluar.

Tabla XIV. **Bitácora de Incidente por actividad volcánica, 19 de mayo de 2012**

Fecha y hora	Situación	Acción	Responsable y/o comisión	Recursos necesarios
18/05/2012 3:10 p.m.	Volcán realizó retumbo, sin novedad	Información	Santiago Mis (Colaborador)	Radio
18/05/2012 3:53 p.m.	Explosiones con emanaciones de ceniza, lo que se deben de tomar las precauciones y evitar estar dentro de las barrancas en la parte alta del volcán	Boletín Vulcanológico Información	INSIVUMEH	Correo electrónico

Continuación de la tabla XIV.

18/05/2012 4:01 p.m.	Por instrucciones del oficial de servicio, se llamará a los delegados que correspondan sobre el incremento de la actividad del Volcán de Fuego	Información	Control V	Llamada telefónica
18/05/2012 4:41 p.m.	Volcán lleva 8 retumbos	Información	Santos Calderas (Colaborador)	Radio
18/05/2012 7:33 p.m.	Volcán con retumbos pronunciados, hay flujo de lava por las barrancas	Información	Santiago Mis (Colaborador)	Radio
18/05/2012 7:33 p.m.	Volcán presenta lava sobre el cráter	Información	Pantaleón Miche (CORLED, El Porvenir)	Radio
18/05/2012 8:23 p.m.	Recomendación de activación de alerta amarilla	Boletín vulcanológico información	INSIVUMEH	Correo electrónico
18/05/2012 8:33 p.m.	Por instrucciones del Director de Respuesta, Paul Ugarte se activa la alerta amarilla institucional, quedando el grupo Alfa en apresto	Activación de Alerta	Control VI	Mensaje de texto
18/05/2012 9:10 p.m.	Por instrucciones de David Ovalle del SCI, al equipo ERI Charly, estar en apresto por incremento del Volcán de Fuego.	Información	Control V	Mensaje de texto
18/05/2012 9:31 p.m.	Se dio parte a Aeronáutica Civil de la activación de alerta amarilla institucional	Información	Control VI	Llamada telefónica
18/05/2012 10:15 p.m.	Solicita información de las actividades y coordinaciones que los delegados han realizado.	Información	Oficial de turno	Llamada telefónica
18/05/2012 10:15 p.m.	Informe a los líderes comunitarios de la Finca la Reunión, El Porvenir, San Miguel Los López y Santa Marta de estar pendientes por el descenso de material por las barrancas cercanas.	Información	Control V	Radio
19/05/2012 3:42a.m.	Recomendación de mantener la alerta amarilla institucional.	Boletín vulcanológico información	INSIVUMEH	Correo electrónico
19/05/2012 3:54a.m.	Informe verbal a Mario Ovalle de la Unidad de Volcanes sobre la erupción efusiva del volcán	Información	Control VI	Llamada telefónica
19/05/2012 3:55a.m.	Lava sobre el cráter del volcán.	Información	Fuego 19	Radio

Continuación de la tabla XIV.

19/05/2012 3:56a.m.	Volcán con retumbos y erupciones constantes durante toda la noche	Información	Santos Calderas (Colaborador)	Radio
19/05/2012 3:59a.m.	Informe verbal a Delegado de Escuintla, sobre la erupción efusiva del volcán	Información	Control VI	Llamada telefónica
19/05/2012 4:11a.m.	Informe verbal a Delegado de Sacatepéquez, sobre la erupción efusiva del volcán	Información	Control VI	Llamada telefónica
19/05/2012 4:14a.m.	Informe verbal a Delegado de Sacatepéquez, sobre la erupción efusiva del volcán	Información	Control VI	Llamada telefónica
19/05/2012 4:43 a.m.	Por instrucciones del Director de Respuesta, Paul Ugarte, envío de 3 equipos de intervención	Respuesta		Llamada telefónica
19/05/2012 4:43 a.m.	Por instrucciones del Director de Respuesta, Paul Ugarte, se activa alerta anaranjada institucional quedando el grupo Bravo en apresto	Activación de alerta	Control V	Mensaje de texto
19/05/2012 6:34 a.m.	Visita del personal de CONRED a la aldea Sangre de Cristo	Respuesta	Paul Ugarte	Llamada telefónica
19/05/2012 6:52a.m.	Por instrucciones de Sergio Cabañas, Director del SCI, apresto a los grupos ERI Charly y ERI Delta	Información	Control V	Mensaje de texto
19/05/2012 6:59a.m.	Recomendación de alerta anaranjada	Boletín vulcanológico información	INSIVUMEH	Correo electrónico
19/05/2012 7:54a.m.	El delegado de Sacatepéquez informó a la PNC de la estación 74-71 de Alotenango para que brindaran elementos en el sector.	Respuesta	PNC	Llamada telefónica
19/05/2012 8:23 a.m.	Arribo al incidente de unidad #1118 de Provia	Respuesta	Provia	Radio
19/05/2012 9:00 a.m.	Evacuación de 12 personas en la Escuela Rural Mixta Santa Isabel Alotenango	Evacuación	CONRED	Llamada telefónica
19/05/2012 10:40 a.m.	Arribo de unidad ERI al puesto de comando	Respuesta	CONRED	Llamada telefónica
19/05/2012 10:40 a.m.	Habilitación de Albergue en Escuela Rural Mixta, Santa Isabel Alotenango	Evacuación	CONRED	Infraestructura
19/05/2012 11:20 a.m.	Arribo de patrulla de rescate de bomberos voluntarios, personal de UHR del Ejercito y Bomberos Rescatistas de ASEI	Respuesta	Bomberos Voluntarios, UHR, ASEI	Unidades de rescate
19/05/2012 11:55 a.m.	Información de Recursos en Alotenango	Información	CONRED	Correo electrónico
19/05/2012 1:55 p.m.	Información de Equipos de Intervención	Información	CONRED	Correo electrónico

Continuación de la tabla XIV.

19/05/2012 3:00 p.m.	Reunión en la Municipalidad de Alotenango, concluyendo que las autoridades y cuerpos de socorro se quedaran a cargo del Monitoreo del volcán y el personal de CONRED procede a retornar a la institución.	Información	CONRED	Correo electrónico
19/05/2012 5:08 p.m.	Retiro de equipo ERI hacia la institución	Información	Sergio Cabañas	Llamada telefónica

Fuente: Sistema de manejo de información en caso de emergencias o desastres, SISMICEDE.

Base de datos bitácora nueva. p. 180.

En la tabla XIV se establece una bitácora de todas las acciones de forma cronológica realizadas en el incidente por la actividad del Volcán de Fuego en el municipio de San Juan Alotenango; como se puede apreciar, el evento irregular se presentó a las 3:53 p.m. del día 18 de mayo del año 2012, con una diferencia de 8 minutos para que todos los delegados y personal de las distintas delegaciones de la CONRED, estuvieran en apresto para coordinar las distintas diligencias que el incidente requería.

A las 7:33 p.m. del día 18 de mayo, el coloso presenta lava en el cráter y retumbos pronunciados; en ese momento tardó 1 hora la CONRED en establecer la alerta amarilla institucional, comunicándola de inmediato por mensaje de texto a todo el personal de la sede central y delegaciones; se estableció al grupo Bravo en apresto de cualquier eventualidad relevante.

Debido a que la actividad del volcán no cesa, a las 4:43 a.m. del día 19 de mayo del 2012, el director de la Dirección de Respuesta de la CONRED establece alerta anaranjada y ordena 3 equipos de intervención para que se presenten en el municipio de San Juan Alotenango; arriban a las 6:34 a.m., con un tiempo de respuesta de 1 hora con 51 minutos, un tiempo bastante eficiente tomando en

cuenta la distancia entre la ciudad de Guatemala y el municipio de San Juan Alotenango.

A las 9:00 a.m. del día 19 de mayo, se evacúan 12 personas localizadas en la Escuela Rural Mixta Santa Isabel Alotenango, misma instalación que utilizó como albergue para el evento volcánico. Tomando en consideración que el incremento de la actividad del volcán se presentó a las 4:43 a.m. del mismo día, existe un tiempo de 4 horas con 17 minutos para cumplir con el objetivo principal de salvaguardar vidas en todo sistema de alerta temprana.

Por tal razón, se puede concluir que las entidades gubernamentales están preparadas de una manera adecuada y los pobladores del municipio cuentan con conocimientos suficientes para responder adecuadamente apegados a los distintos planes que el sistema de alerta temprana contiene.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tras investigar y evaluar los procedimientos y actividades de las coordinadoras del municipio de San Juan Alotenango, se procede a estimar la muestra necesaria para conocer la proporción que el municipio de San Juan Alotenango presenta sobre el conocimiento de la existencia, integración y contacto de cada integrante de las coordinadoras.

Con base en el censo proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística, se cuenta con el número total de la población; por tal razón, se procederá a calcular el tamaño de la muestra para la evaluación mencionada, con un nivel de confianza del 95 % con un error del 5 %.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times N - 1 + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

$$N = 25\,107 \text{ habitantes}$$

$$Z = 95 \% \cong 1,96$$

$$p = 0,6$$

$$q = 0,4$$

$$d = 5 \% = 0,05$$

La proporción que se espera que conozca la existencia de coordinadoras, su integración y contacto de cada integrante es del 60 %, es por ello que el valor de $p = 0,6$. Partiendo que $q = 1 - p$ entonces el valor de $q = 0,4$.

Sustituyendo los datos mencionados se obtiene:

$$n = \frac{25\,107 \times (1,96)^2 \times 0,6 \times 0,4}{(0,05)^2 \times 25\,107 - 1 + (1,96)^2 \times 0,6 \times 0,4}$$

$$n = 363,47 \cong 364 \text{ habitantes}$$

Con base en la muestra calculada se procederá a entrevistar aproximadamente a un número de 364 habitantes de San Juan Alotenango para conocer la proporción que conoce la existencia, integración y contacto de cada integrante de las coordinadoras en el municipio. Cabe destacar que la herramienta de evaluación será la encuesta online (apéndices 15, 16 y 17) que evaluará los aspectos necesarios brindando un análisis instantáneo y de bajo costo.

5.1. Plan de emergencia

5.1.1. Identificación de los participantes

Con base en las figura 13 y a las constantes erupciones del Volcán de Fuego, los habitantes del municipio de San Juan Alotenango, cuentan con experiencia suficiente para responder organizadamente ante dicho evento; sin embargo, es necesaria la capacitación en mitigación y la gestión integral del riesgo a desastres por parte de la SECONRED para complementar los conocimientos de respuesta que tienen los participantes y, de esta manera, reducir los índices de vulnerabilidad que tiene el municipio.

Figura 12. ¿Qué haría en caso de una erupción volcánica?



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a las entidades gubernamentales, las entrevistas realizadas al personal de la CONRED (ver apéndices 23, 24 y 25) en el departamento de Sacatepéquez, muestran una actitud proactiva, sin embargo, las capacidades presupuestarias, las políticas de gobierno y la falta de interés por parte de la Coordinadora Nacional provoca un estancamiento en la mejora continua que debe tener el personal del ente coordinador en incidentes volcánicos o de otra índole natural.

Como se mencionó anteriormente, por cada cambio de gobierno municipal, los trabajos de capacitación por parte de la delegación departamental de Sacatepéquez de la CONRED se ven obstaculizados por actividades que el nuevo gobernante consideran que son prioritarias, dificultando de esta manera la mejora continua que la delegación ha trabajado a lo largo del período anterior.

Con base en lo anterior descrito, se determina que los pobladores del municipio de San Juan Alotenango sí están preparados para responder a eventos vulcanológicos; sin embargo, están limitados en la mejora de los índices de vulnerabilidad por falta de continuidad en los planes de capacitación que la delegación departamental pretende ejecutar.

5.1.2. Identificación de las coordinadoras locales y municipal

Según las figuras 14 y 15 los pobladores del municipio de San Juan Alotenango cuentan con un porcentaje alto sobre el conocimiento de la existencia de las coordinadoras del municipio; así mismo, un número aceptable de habitantes conoce la función de la coordinadora municipal.

Figura 13. **¿Tiene conocimiento de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **¿Conoce la función de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio?**



Fuente: elaboración propia.

Con base en el análisis realizado en la tabla XIV sobre el incidente denominado caserío El Porvenir extraído de la base de datos Incidentes de la Coordinadora Nacional; tanto los integrantes de la coordinadora local del caserío El Porvenir como las autoridades del municipio cuentan con un sistema de comunicación eficiente con tiempos relativamente cortos, cuyo resultado es una respuesta inmediata al momento de una erupción volcánica.

Las entrevistas realizadas a los integrantes de la coordinadora del caserío El Porvenir (ver apéndices 26 y 27) muestran un déficit en el aspecto de respuesta debido a que no cuentan con las herramientas, equipos y capacitación adecuada para operar dentro del evento; cabe destacar que en los últimas décadas no ha existido la necesidad de la activación de esta comisión, pero no es razón para la mala preparación de sus miembros.

Por otro lado, las entrevistas realizadas al personal de la coordinadora nacional (ver apéndices 23, 24 y 25) y demuestran que cuentan con personal suficiente para cubrir eventos grandes y apoyar con total tranquilidad a la coordinadora local del caserío El Porvenir, gestionando equipos de intervención inmediata dentro del municipio y la activación del Centro de Operaciones Emergencia, COE a nivel municipal; sin embargo, falta capacitación de los integrantes de dicha coordinadora en cuanto al sistema de comando de incidentes para gestionar de mejor forma el evento o desastre.

Estas faltas de capacitaciones son responsabilidad de la Delegación Departamental de Sacatepéquez junto con la Dirección de Gestión Integral del Riesgo de la CONRED (ver apéndice 26) que, por razones políticas del gobierno municipal y por el factor presupuestario no se sigue con la planificación de capacitación acordada en los períodos pasados, cuyo resultado es un estancamiento en la reducción de los índices de vulnerabilidad.

5.1.3. Equipos y responsables de monitoreo y vigilancia volcánica

Los equipos de monitoreo volcánico que utiliza la unidad de volcanes de la CONRED actualmente en el municipio de San Juan Alotenango son de poca precisión (ver figura 5), debido a que se basan en el monitoreo visual, por parte del ente científico, INSIVUMEH; aparte de contar con cámaras de largo alcance para el monitoreo, cuenta con sismógrafos RSAM (ver apéndice 18) que captan pequeños movimientos de tierra que produce el coloso; sin embargo, no dan un indicio certero de la importancia de la erupción que vendrá.

Tanto la CONRED como el INSIVUMEH deben gestionar equipo de monitoreo térmico por medio de satélites para predecir la fuerza de erupción

con la que el coloso actuará (ver apéndice 17). En el caso de la Unidad de Volcanes de la CONRED, el personal debería especializarse en geología para poder utilizar los datos que estos equipos de alta precisión proporcionan para dar un pronóstico más acertado a la delegación departamental de Sacatepéquez, al alcalde municipal de San Juan Alotenango y a los municipios en riesgo por la actividad del Volcán de Fuego.

5.1.4. Criterios de alerta

Las implicaciones presentes en cada nivel de alerta (ver tabla VIII) establecidas en el plan de emergencia del caserío El Porvenir no se cumplen en todos sus niveles, específicamente en el color verde, ya que esta situación implica capacitación constante, actualización y análisis de rutas de evacuación y puntos de reunión (ver apéndices 20 y 21), entre otros; sin embargo, las autoridades municipales y la delegación de Sacatepéquez de la CONRED no ejecutan ni gestionan los recursos necesarios para realizar actividades de mitigación.

En el municipio de San Juan Alotenango es común que utilicen grados de alerta roja y anaranjada por la actividad del Volcán de Fuego cuya consecuencia es la activación de equipos de intervención por parte de la CONRED que representan costos innecesarios por la movilización del personal y de los equipos para responder en caso de un incidente volcánico y limitan las actividades de mitigación y gestión del riesgo que la Coordinadora Nacional tiene como responsabilidades primordiales dentro del territorio guatemalteco; estancan, de esta manera, un desarrollo en la resiliencia del país.

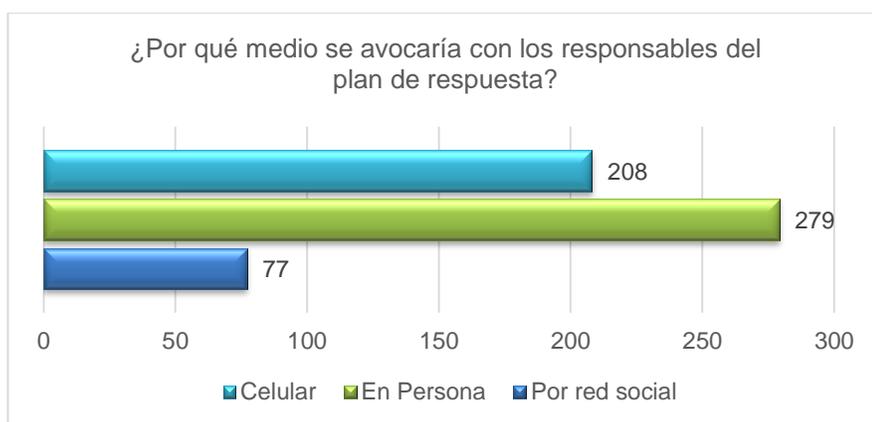
Para mejorar la toma de decisiones del grado de alerta, se debe contar con las herramientas y equipos necesarios, además, personal calificado para su

utilización y el análisis adecuado de los datos que presenten dichos equipos; bien se sabe que pronosticar la dimensión de una erupción es sumamente difícil; sin embargo, se debe trabajar en ello para llegar a tener porcentajes de pronósticos aceptables y no caer en esfuerzos y gastos innecesarios.

5.1.5. Difusión del plan de emergencia

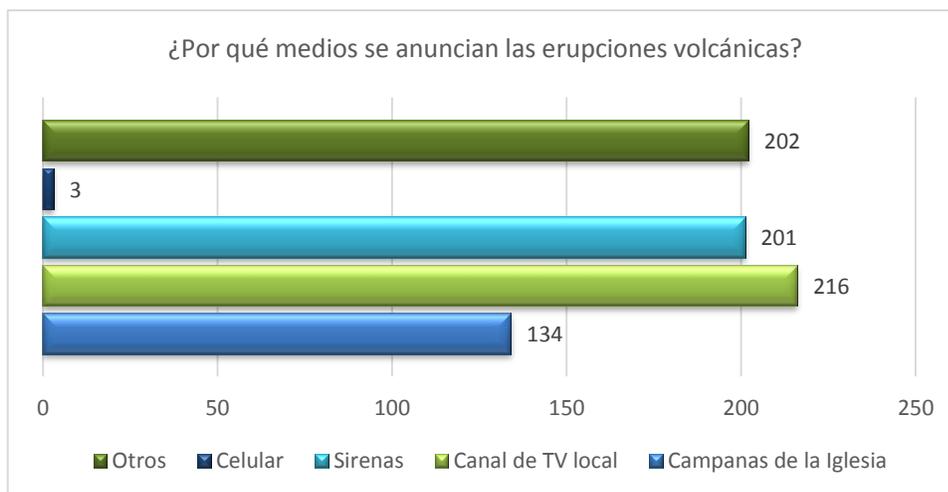
Según la figuras 16 y 17, establecen un número alto de personas que conoce los medios de comunicación por donde se abocarían los responsables de la ejecución del plan de emergencia; por tal razón, se determina que tanto la difusión del plan de emergencia como la emisión del grado de alerta son eficientes tanto a nivel del caserío El Porvenir como en el municipio de San Juan Alotenango, esto se debe a la constante activación de dichos planes derivadas por la actividad del volcán de Fuego.

Figura 15. **¿Por qué medio se avocaría con los responsables del plan de respuesta?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **¿Por qué medios se anuncian las erupciones volcánicas?**



Fuente: elaboración propia.

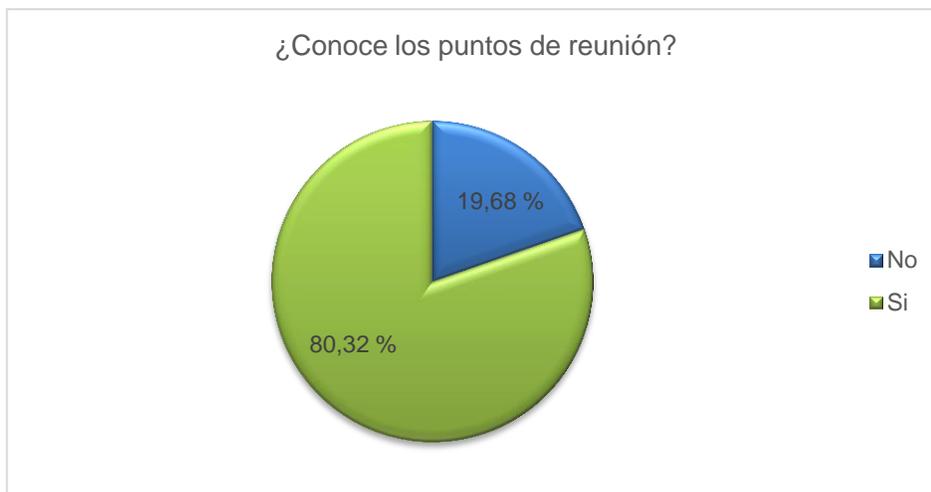
En el caserío El Porvenir se debe a la integridad en las relaciones que tienen los habitantes y la activación de sirenas utilizados como instrumentos de emisión adecuados para la difusión de la activación del plan.

En el del casco urbano del municipio, la utilización de las campanas de la iglesia, los teléfonos celulares y la transmisión en vivo de la activación del plan de emergencia y el grado de alerta dentro del municipio por medio del canal de televisión TV Santiaguito; instrumentos y equipos suficientes para brindar la información necesaria a los habitantes del municipio de cómo actuar en caso de un incidente o desastre.

5.1.6. Procedimiento de evacuación

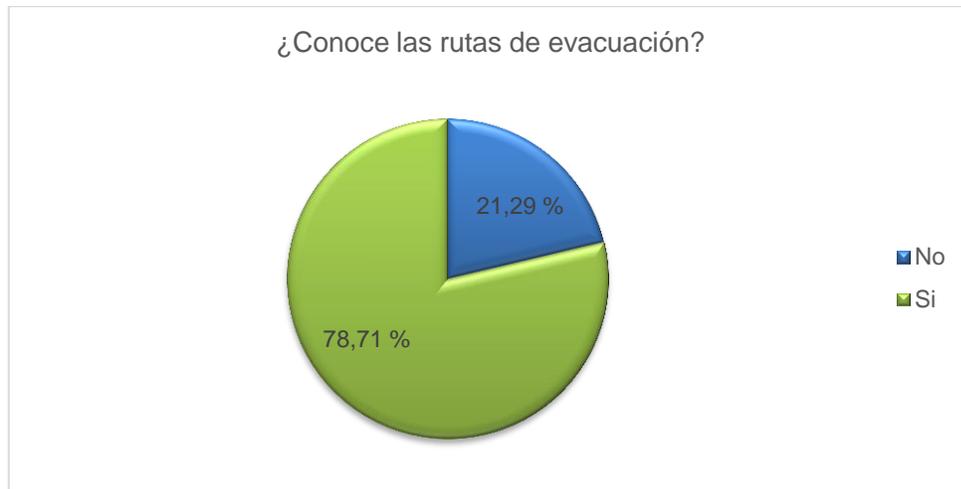
Con base en los resultados proporcionados por las figuras 16, 18 y 19 de las encuestas electrónicas realizadas a los pobladores del municipio, podría hacer creer que el procedimiento de evacuación se lleva de manera eficiente por el número alto de personas que conocen tanto las rutas de evacuación, los puntos de reunión y los responsables del plan de emergencia; sin embargo, debido a que no existe una consciencia real del riesgo y vulnerabilidad que cada habitante presenta por la actividad del coloso, el número de personas evacuadas es bajo.

Figura 17. ¿Conoce los puntos de reunión?



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **¿Conoce las rutas de evacuación?**



Fuente: elaboración propia.

Para empeorar la situación, el caserío El Porvenir no cuenta con un plan de evacuación claro, ya que este es ejecutado de manera empírica sin tener establecido un procedimiento adecuado y organizado, sin tener consciencia del riesgo que están corriendo al quedarse en sus viviendas o en las cercanías de las faldas del coloso.

Otro de los aspectos a mejorar es la disponibilidad de recursos para la evacuación de los habitantes (ver tabla X); el caserío no cuenta con los vehículos suficientes ni adecuados para el traslado de sus habitantes a un lugar libre de riesgo, cuya consecuencia son los tiempos ineficientes que podrían provocar la pérdida de vidas humanas; además, no existen capacidades adecuadas entre la comisión de primeros auxilios; carece, incluso, de un área de concentración de víctimas clara.

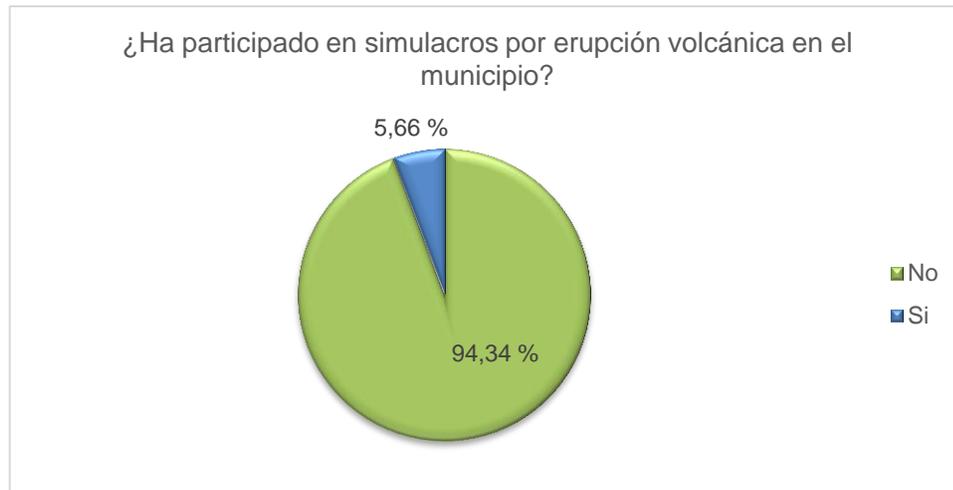
En el caso del casco urbano del municipio de San Juan Alotenango, no existe desde hace décadas la activación del plan de evacuación; sin embargo, es de vital importancia la preparación y conocimiento de los puntos de reunión, las vías de evacuación y los medios de transporte para el traslado de los habitantes del municipio a un lugar libre de riesgo.

Con base en la tabla XV, el promedio de personas evacuadas con respecto al número de personas que se encontraban en riesgo y/o afectadas alcanza un porcentaje del 13,25 % durante los incidentes ocurridos entre los años 2012 al 2015; por tal razón, se puede concluir que la Coordinadora Local no está preparadas adecuadamente para ejecutar el procedimiento de evacuación, con índices de vulnerabilidad altos por el riesgo constante que el Volcán de Fuego presenta en cada una de sus erupciones.

5.2. Plan de emergencia por medio de simulacros

Con base en la figura 20, solamente un 5,66 % de los encuestados había participado en un ejercicio de simulacro por actividad volcánica, y decir, la gestión de los delegados departamentales de la CONRED es ineficiente.

Figura 19. **¿Ha participado en simulacros por erupción volcánica en el municipio?**



Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que la organización de un ejercicio de esta magnitud, representa altos costos monetarios, limitando de esta manera su realización en periodos constantes que provocan un estancamiento en el desarrollo del proceso de capacitación y adiestramiento de la población.

Es preciso mencionar que los simulacros son importantes para brindar una capacitación y adiestramiento para responder en caso de un desastre de origen natural; sin embargo, las instituciones responsables de estos temas deben fortalecer las áreas de mitigación, preparación y gestión integral del riesgo para que conjuntamente con la respuesta se pueda obtener un desarrollo en cuanto a estudios, técnicas, capacidades y estrategias que servirán al desarrollo de la resiliencia del país.

5.3. Emisión de alerta

5.3.1. Instrumentos de emisión

De acuerdo a lo evaluado, se determinó que los instrumentos que son utilizados por los pobladores para la emisión de la alerta son los adecuados; por ejemplo, en el caserío El Porvenir, debido a la poca afluencia vehicular, las sirenas instaladas en las residencias de varios de los integrantes de la coordinadora son el instrumento idóneo para la propagación de alerta entre sus habitantes, además de ser un instrumento relativamente económico y que su tiempo de vida útil es prolongado con períodos bajos de mantenimientos.

Cabe mencionar que la figura 17 presenta en su orden al canal de televisión, TV Santiaguito, a la radio FM, a las sirenas del caserío y a las campanas de la iglesia del municipio, contando con un número aceptable de medios e instrumentos para una emisión eficiente de los planes de emergencia que el municipio presenta.

Por el lado del casco urbano del municipio, las campanas de la iglesia, al igual que la transmisión en vivo por medio del canal TV Santiaguito son instrumentos suficientes y adecuados para poder difundir los grados de alerta y/o la activación de cualquiera de los planes que presente el sistema de alerta temprana por actividad volcánica. Además, la radiocomunicación es el instrumento ideal para la comunicación de eventos por actividad volcánica debido a que son aparatos robustos que cuenta con instalaciones de iguales características; sirven, además, como instrumento de redundancia por fallas en las telecomunicaciones utilizadas por los teléfonos celulares.

Se puede concluir que los instrumentos de emisión utilizados por ambas coordinadoras son los adecuados de acuerdo a sus necesidades y de sus capacidades económicas y técnicas cuya consecuencia es una eficiente respuesta por actividad del coloso.

5.3.2. Ubicación de equipos de emisión

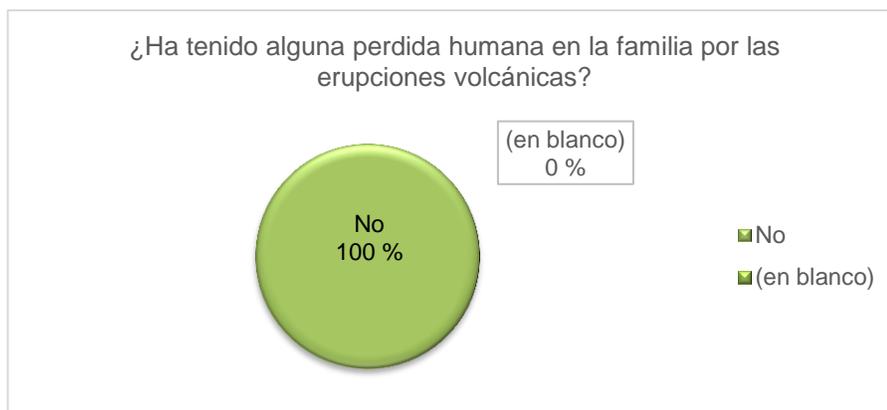
Se hace necesaria la implementación de más equipo (ver apéndice 22), referente al número ya que si se tuvieran estaciones radiales estratégicamente instaladas los integrantes de la coordinadora del caserío El Porvenir tendrían una mejor comunicación y no habría margen a que ningún poblador quedara incomunicado; de tal manera, que quedaran cubiertas todas las áreas del municipio para cumplir con el objetivo primordial de un sistema de alerta temprana, que es resguardo de las vidas humanas.

5.4. Respuesta de la población de San Juan Alotenango

5.4.1. Respuesta en incidencia real

Según los datos presentados en la figura 21, las coordinadoras del municipio de San Juan Alotenango cumplen en su totalidad con el fin primordial de todo el sistema de la CONRED, ya que muestra el porcentaje nulo de pérdidas humanas por incidentes volcánicos. Además, en base en los incidentes ocurridos entre los años 2012 al 2015, el municipio de San Juan Alotenango presenta las siguientes estadísticas.

Figura 20. **¿Ha tenido alguna pérdida humana en la familia por las erupciones volcánicas?**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Incidentes ocurridos entre los años 2012 y 2015 en el municipio de San Juan Alotenango**

Nombre del incidente	Fecha	P. R.	P. A.	P. D.	P. E.	P. H.	P. F.
Caserío El Porvenir	19/05/2012	985	13	0	12	0	0
Alotenango	25/05/2012	0	0	0	0	0	0
Caserío El Porvenir	13/09/2012	600	600	0	98	0	0
Alotenango	07/02/2015	5 382	0	0	0	0	0
El Porvenir	07/02/2015	160	0	0	0	0	0
Finca La Reunión	07/02/2015	100	0	0	0	0	0
La Candelaria	07/02/2015	262	0	0	0	0	0
San José las Lajas	07/02/2015	29	0	0	0	0	0
Candelaria	30/06/2015	200	0	0	0	0	0
El Porvenir	30/06/2015	875	0	0	0	0	0
Finca El Porvenir	30/06/2015	10	0	0	0	0	0
Finca La Reunión	30/06/2015	0	68	0	68	0	0
Las Lajas	30/06/2015	25	0	0	0	0	0
Finca la Reunión	10/11/2015	0	125	0	85	0	0

P.R.- Personas en Riesgo, **P.A.-** Personas Afectadas, **P.D.-** Personas Damnificadas, **P.E.-** Personas Evacuadas, **P.H.-** Personas Heridas **P.F.-** Personas Fallecidas

Fuente: Sistema de manejo de información en caso de emergencias o desastres, SISMICEDE. *Base de datos simulacro incidentes.* p. 102.

Es preciso mencionar que el porcentaje de viviendas afectadas por actividad volcánica es únicamente del 14,2 %, según lo muestra la figura 21, con un número bajo para el total de viviendas con las que el municipio cuenta. Este porcentaje se ve reflejado de manera detallada en la figura 22, según su orden las viviendas afectadas se encuentran en: daños en cañerías (37), daños en techo (34) y daños en muros (6).

Tabla XVI. **Instituciones participantes en los incidentes del municipio de San Juan Alotenango entre los años 2012 al 2015**

Nombre del incidente	Fecha	Instituciones participantes
Caserío El Porvenir	19/05/2012	Bomberos Voluntarios, UHR, CONRED, Municipalidad de Alotenango. PNC, INSIVUMEH
Alotenango	25/05/2012	COMRED
Caserío El Porvenir	13/09/2012	Cuerpo de Bomberos Municipales, Alerta 3, ASONBOMD, Cuerpo de Bomberos Voluntarios, Unidad Humanitaria de Rescate (UHR), Policía Nacional Civil, Bomberos Unidos sin Fronteras (BUSF), CONRED
Alotenango	07/02/2015	COMRED
El Porvenir	07/02/2015	COLRED
Finca La Reunión	07/02/2015	Ninguna
La Candelaria	07/02/2015	Ninguna
San José las Lajas	07/02/2015	Ninguna
Candelaria	30/06/2015	Ninguna
El Porvenir	30/06/2015	COLRED
Finca El Porvenir	30/06/2015	COLRED
Finca La Reunión	30/06/2015	Ninguna
Las Lajas	30/06/2015	Ninguna
Finca la Reunión	10/11/2015	Ninguna

Fuente: Sistema de manejo de información en caso de emergencias o desastres, SISMICEDE.

Base de datos simulacro incidentes. p. 102.

Como se puede observar han sido muchas las personas que se han encontrado en riesgo por la actividad del volcán de Fuego; sin embargo, no se ha encontrado ninguna persona damnificada del total de la población en riesgo, esto se debe a que los trabajos de emisión de alerta y la activación del plan de

respuesta han sido eficientes. Cabe destacar que se cumple con el objetivo principal de toda coordinadora: salvaguardar la vida de los pobladores de la región; entre el período que se evaluó no se presentan personas heridas o fallecidas.

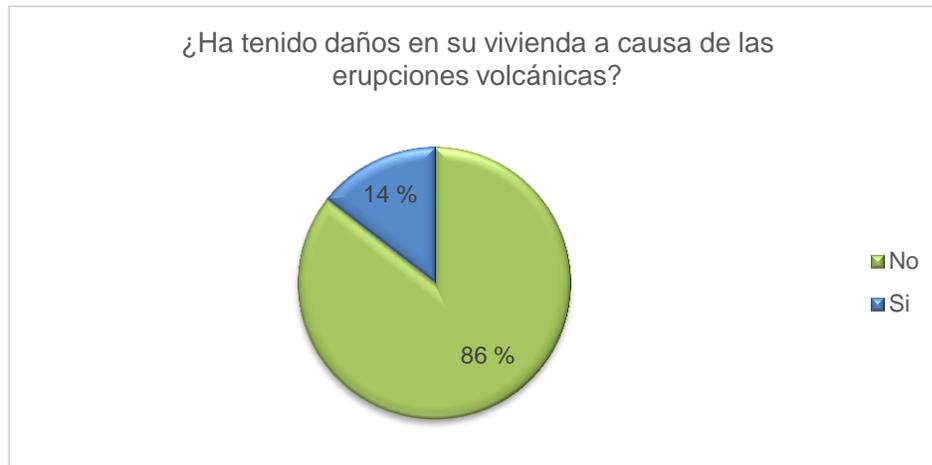
Con respecto a las personas evacuadas por la actividad del coloso, son porcentajes muy bajos con respecto al total de las personas bajo riesgo, esto se debe a la poca consciencia y a la falta de conocimiento sobre la vulnerabilidad que presentan y el riesgo a tener personas heridas o fallecidas, es importante que las coordinadoras junto con la delegación de CONRED del departamento de Sacatepéquez hagan hincapié de la importancia del cumplimiento de los planes que conforman al sistema de alerta temprana por erupción volcánica.

Con la participación de las instituciones en el periodo evaluado, se determina que su asistencia en la ayuda es poca; esto ocurre porque las capacidades de ambas coordinadoras son autosuficientes para responder y atender a la población de la región afectada; sin embargo, cuando el evento sobrepasa los límites de respuesta del municipio se activa el COE nacional que gestiona la ayuda necesaria para que dichas instituciones se presenten al lugar y poder así salvaguardar las vidas humanas en riesgo.

5.5. Costos asociados

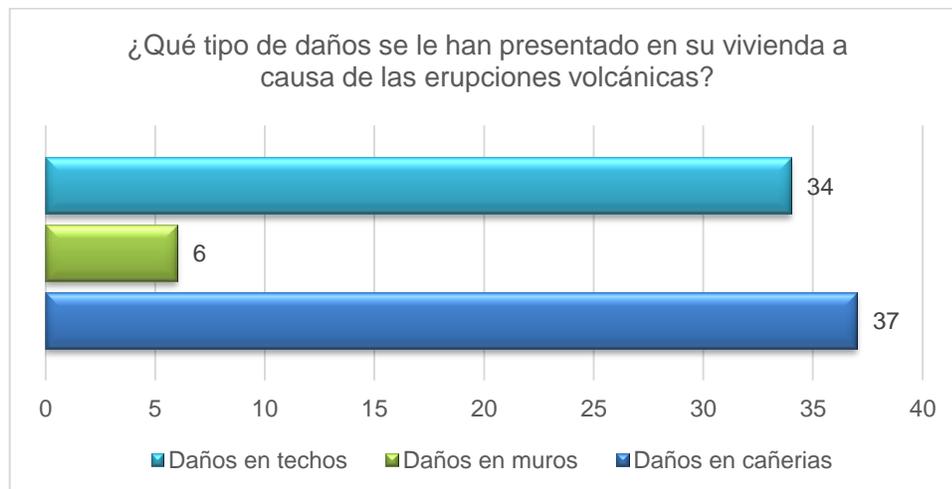
Cabe destacar, que existen costos que no van directamente asociados al resguardo de vidas humanas; según la figura 21 y 22, existe un número importante de viviendas afectadas por la actividad del volcán de Fuego. Estas viviendas si bien no se catalogan como inhabitables presentan gastos para los habitantes del municipio y para las autoridades municipales por toda la ceniza y flujo piroclástico que deja el coloso en las calles y avenidas.

Figura 21. **¿Ha tenido daños en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **¿Qué tipo de daños se le han presentado en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas?**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que el ente científico INSIVUMEH junto con la Secretaría Ejecutiva de la CONRED cuentan con las herramientas y equipo necesario para la vigilancia constante dentro del sistema de alerta temprana por erupción volcánica en el municipio de San Juan Alotenango, el municipio no presenta la necesidad de una inversión en nueva tecnología de monitoreo que pronostique actividades del Volcán de Fuego; sin embargo, según entrevistas realizadas a la Dirección de Mitigación de la SECONRED, los sismógrafos necesitan de un plan de mantenimiento preventivo semestralmente a cargo del ente científico para poder ser utilizados por largos períodos de tiempo.

Con respecto a las coordinadoras del municipio de San Juan Alotenango, estas requieren una certificación por períodos de dos años para que estén en constante capacitación en cuanto a prácticas de mitigación, gestión integral de riesgo y de respuesta inmediata. Para lo cual la Secretaría Ejecutiva de la CONRED junto con organizaciones no gubernamentales, la Oficina de Asistencia a Desastres, con sus siglas en inglés OFDA, la Red de Ayuda Humanitaria, REDHUM, entre otras, tienen la responsabilidad de brindar herramientas, talleres y capacitaciones a todos los integrantes de ambas coordinadoras para mantenerlas actualizadas y poder de esta manera cumplir con el principal objetivo de todo sistema de alerta temprana: salvaguardar vidas humanas.

Con base en lo anterior, se detalla a continuación en la tabla XVII un resumen de los costos anuales asociados para el funcionamiento adecuado del sistema de alerta temprana por erupción volcánica en el municipio de San Juan Alotenango.

Tabla XVII. **Gastos necesarios para el funcionamiento del sistema de alerta temprana por erupción volcánica en San Juan Alotenango**

Descripción	Responsables	Costo
Mantenimiento a SRAM	INSIVUMEH	Q. 67 200,00
Mantenimiento a medios de difusión de alerta	COLRED	Q. 640,00
Capacitaciones y talleres	CONRED, ONG'S, OFDA, REDHUM	Q. 7 488,00
Recertificación de coordinadoras	CONRED, OFDA, REDHUM	Q. 3 372,00
Monitoreo volcánico	CONRED, INSIVUMEH	Q. 107 520,00
Seguimiento y organización de cumplimiento de planes	CODRED Sacatepéquez	Q. 3 584,00
Organización de simulacros para evaluación de planes	CODRED Sacatepéquez	Q. 53 760,00
TOTAL		Q. 243 564,00

Fuente: elaboración propia.

Con base en la totalidad de gasto que se tiene anualmente para mantener el funcionamiento del SAT volcánico en el municipio y con el número de habitantes con los que cuenta San Juan Alotenango (25 107), se puede estimar un costo anual por cada uno.

$$\text{Costo anual/habitante} = \frac{Q. 243\ 564,00}{25\ 107\ habitantes} = Q. 9,07/\text{habitante}$$

Se tomó la decisión de no evaluar el proyecto de una manera socioeconómica, debido a que no es ético y moral valuar monetariamente las vidas humanas, por motivo de los consensos en las reuniones elaboradas por UNDRO y UNESCO para realizar acuerdos en materia de riesgo y desastres, acordándose literalmente lo siguiente: En 1979, con motivo de la reunión de expertos convocada por UNDRO y UNESCO para realizar acuerdos de terminología en materia de riesgo y desastres, se acordó no tener en cuenta la valoración de la vida humana en unidades económicas. Este acuerdo de las

agencias de Naciones Unidas participantes de dicha reunión, se debe a la situación incómoda dentro de las relaciones internacionales de valorar de manera diferente un ser humano de un país a otro, o de una región a otra dentro de un mismo país.

Es importante destacar la poca inversión que tiene el gobierno de Guatemala para la prevención de desastres, falta mucho por hacer en temas de mitigación y gestión de reducción del riesgo en muchas comunidades, no solo por erupciones volcánicas, también, por inundaciones, deslaves o cualquier otro evento natural que perjudique el desarrollo de la población. Además, es equivocado decir que no se tienen los equipos o herramientas necesarias para una buena predicción o gestión del riesgo, con proyectos de capacitación hacia los pobladores se pueden conseguir alcances importantes en términos de prevención y resiliencia.

CONCLUSIONES

1. Entre los años 2012 al 2015 el sistema de alerta temprana por actividad volcánica fue eficiente en el municipio debido a que su objetivo principal es el resguardo de vidas humanas; según las estadísticas documentadas por la CONRED, no presentan personas heridas ni fallecidas; por tanto, se determina que sí se cumple con el sistema de alerta temprana en su totalidad.
2. En la evaluación realizada, se determina que únicamente en el caserío El Porvenir existe plan de emergencia certificado, en el casco urbano del municipio se carece de dicho plan; sin embargo, es permitido decir que no se requiere debido a la lejanía que el sector tiene con respecto de la región que presenta la mayor vulnerabilidad.
3. La evaluación realizada en septiembre del 2013 al plan de emergencia por medio de simulacro en el caserío El Porvenir obtuvo resultados satisfactorios; la participación de los enlaces interinstitucionales del sistema de emergencia, y la colaboración y disposición de los vecinos del caserío ante dicho ejercicio fue aprobatoria; sin embargo, para brindar una capacitación constante de los procedimientos y técnicas es requerido realizar estos ejercicios por lo menos anualmente.
4. De acuerdo con los medios de difusión utilizados, se determina que son adecuados según las posibilidades económicas de la población y a sus conocimientos tecnológicos; si bien es cierto, en la actualidad existen otros medios que podrían ser más eficientes, pero, por la complejidad

tecnológica y por su elevado costo se hace imposible a la población acceder a ellos; la utilización de sirenas, radios, teléfonos celulares, campanas y difusión de información por medio del canal local han sido suficientes para que los pobladores estén comunicados y alertas al momento que se presente un incidente volcánico.

5. La preparación de los vecinos del municipio de San Juan Alotenango se adecua a las necesidades que las emergencias requieren; sin embargo, la falta de capacitación y ejercicios de simulacros, conllevan a un estancamiento en la mejora de los procedimientos y planes de emergencia en la población.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar en temas de mitigación, gestión de la reducción del riesgo y sistema de comando de incidentes a la coordinadora del caserío El Porvenir para poder obtener un desarrollo en prevención y mitigar la vulnerabilidad de la región.
2. Actualizar los planes de emergencia de las coordinadoras del municipio de San Juan Alotenango para evaluar sus debilidades con el fin de contar con una respuesta adecuada para los pobladores que se encuentran en riesgo.
3. La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres debe gestionar constantemente con instituciones gubernamentales y/o no gubernamentales para dar un seguimiento continuo en la certificación bianual de cada coordinadora del municipio de San Juan Alotenango.
4. La Municipalidad de San Juan Alotenango conjuntamente con la delegación regional de la CONRED deben gestionar ejercicios de simulacro por actividad volcánica que involucren a todas las instituciones del sistema de emergencia por lo menos una vez al año para poder evaluar los procedimientos y técnicas utilizados constantemente.

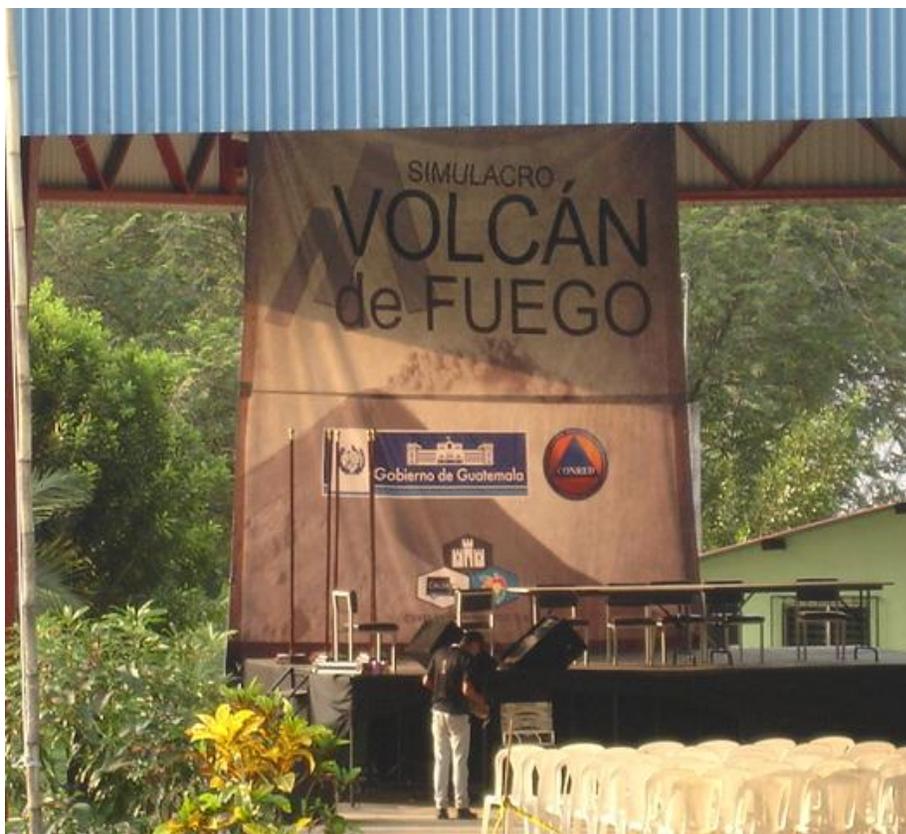
BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Internacional de Formación, CIF (Organización Internacional del Trabajo, OIT). *Programa Delnet de apoyo al desarrollo local. unidades didácticas del curso de reducción del riesgo de desastres en el marco del desarrollo local sostenible, desarrollado en el marco de la EIRD*. Colombia: CIF, 2007. p. 189.
2. Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 443-2000. Reglamento de la Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2000. p. 13.
3. _____. *Decreto 109-96. Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 1996. p. 140.
4. _____. *Decreto 12-2002. Código municipal*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2002. p. 48.
5. _____. *Decreto 42-2001. Ley de desarrollo social y población*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, 2001. p. 13.
6. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. *Formato para estructuración de planes de evacuación y atención*. Guatemala: CONRED, 2007, p. 81.

7. _____. *Guía para la elaboración del plan de respuesta local, Dirección de Respuesta.* Guatemala: CONRED, 2010. p. 25.
8. _____. *Manual para la organización de coordinadoras para la reducción de desastres.* Guatemala: CONRED, 2010. p. 83.
9. _____. *Proyecto equipos comunitarios de reducción de desastres ECORED.* Guatemala: CONRED, 2010. p. 26.
10. Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente, SOSEP. *Manual para administración de albergues.* Guatemala: SOSEP, 2007. p. 21.
11. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN. *Política de desarrollo social y población.* Guatemala: SEGEPLAN, 2002. p. 57.
12. _____. *Sistema de gestión por políticas públicas y orientaciones metodológicas para la formulación de políticas públicas.* Guatemala: SEGEPLAN, 2009. p. 153.
13. Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, SECONRED y la vicepresidencia de la República de Guatemala. *Programa nacional de prevención y mitigación ante desastres 2009-2011.* Guatemala: SECONRED, 2008. p. 39.

APÉNDICE

Apéndice 1. Inauguración de simulacro septiembre 2013



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Participación del cuerpo de bomberos municipales en simulacro, septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Participación de la Policía Nacional Civil en simulacro, septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Participación del cuerpo de Bomberos Voluntarios en simulacro, septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Charla de personal de la CONRED con alumnos de escuelas para instrucciones del simulacro**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Ejercicio de simulacro con varias instituciones escolares,
septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Plan de evacuación de la población en simulacro, septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Plan de evacuación dirigido por autoridades que conformaron el SCI en simulacro, septiembre 2013



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Reunión del personal de la CONRED de la finalización del simulacro, septiembre 2013**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Reunión de la Unidad de Volcanes de la CONRED con la COLRED El Porvenir**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Capacitación de la CONRED para el uso de equipo de primeros auxilios a la COLRED El Porvenir**



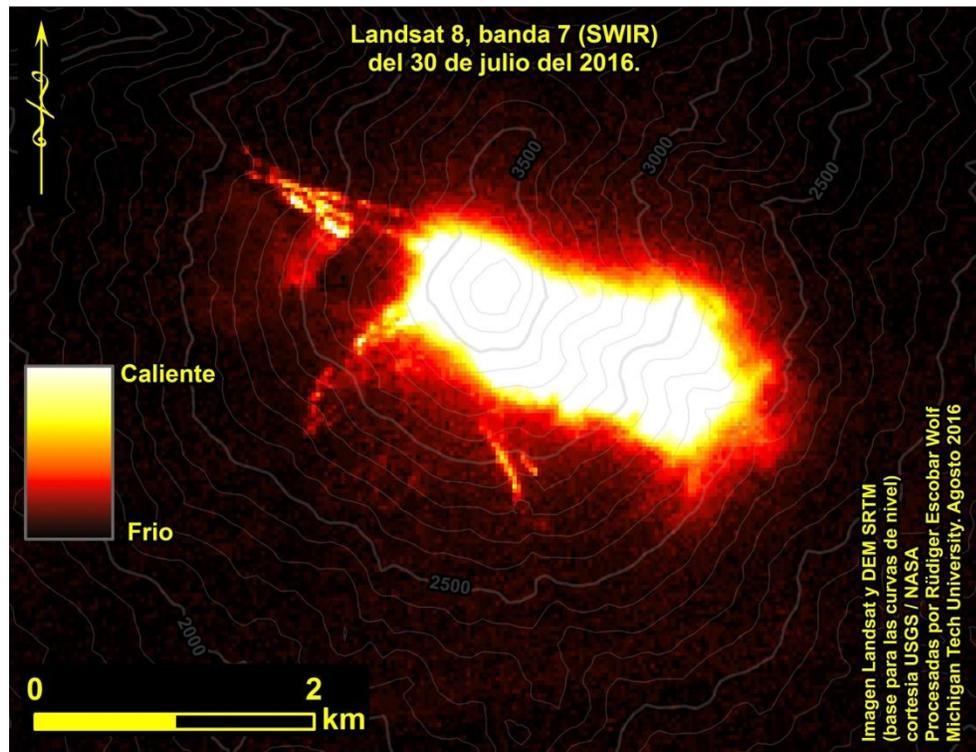
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Ejercicio de atención a heridos en capacitación de primeros auxilios a la COLRED El Porvenir**



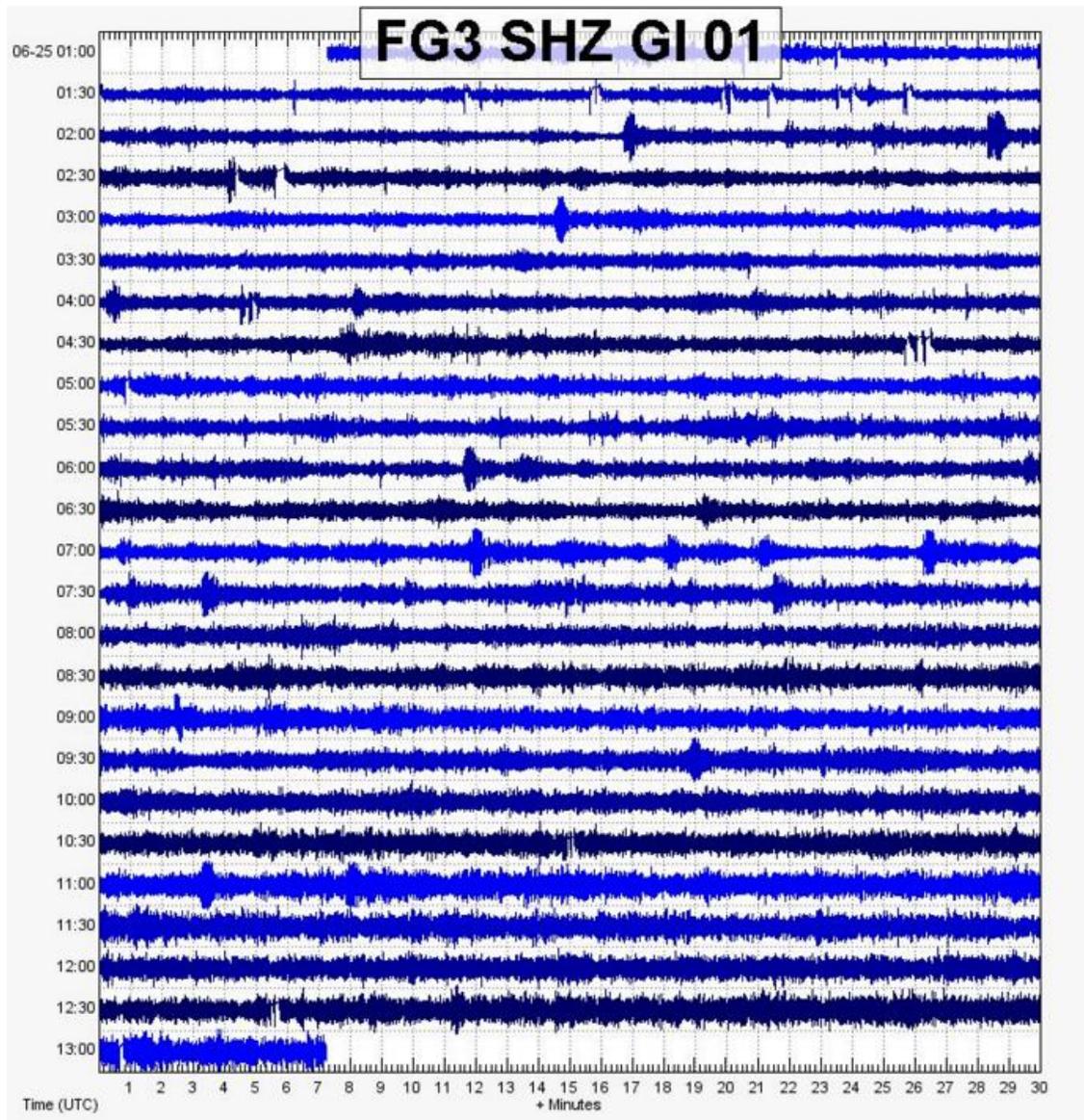
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Imagen satelital del volcán de Fuego por medio de
LANDSAT



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Gráficas de RSAM elaboradas por el INSIVUMEH para el volcán de Fuego



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Encuesta sobre el conocimiento de los pobladores de San Juan Alotenango sobre los planes de respuesta en el municipio (parte 1)**

ENCUESTA SOBRE EL CONOCIMIENTO QUE TIENEN LOS POBLADORES DE SAN JUAN ALOTENANGO SOBRE LOS PLANES DE RESPUESTA EN EL MUNICIPIO

Diciembre de 2016

1. ¿Tiene conocimiento de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio? *

Sí

No

2. ¿Conoce la función de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio? *

Sí

No

3. ¿Conoce qué hacer en caso de una erupción volcánica? *

Sí

No

4. ¿Qué haría en caso de una erupción volcánica? *

Salir corriendo con su familia

Ir a los puntos de reunión por las rutas de evacuación

Encerrarse en su casa a esperar que termine la erupción

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. **Encuesta sobre el conocimiento de los pobladores de San Juan Alotenango sobre los planes de respuesta en el municipio (parte 2)**

5. ¿Conoce los puntos de reunión? *

Sí

No

6. ¿Conoce las rutas de evacuación? *

Sí

No

7. ¿Sabe a quién avocarse en caso de una erupción volcánica? *

Sí

No

...

8. ¿Por qué medio se avoca a los responsables del plan de evacuación?

Celular

En persona

Por red social

9. ¿Por qué medios se anuncian las erupciones volcánicas? *

Campanas de la iglesia

Radio

Celular

Canal de televisión local

Otro...

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Encuesta sobre el conocimiento de los pobladores de San Juan Alotenango sobre los planes de respuesta en el municipio (parte 3)**

10. ¿Ha tenido alguna pérdida humana en la familia por las erupciones volcánicas?

Sí

No

11. ¿Ha tenido daños en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas? *

Sí

No

...

12. ¿Qué tipo de daños se le han presentado en su vivienda a causa de las erupciones volcánicas?

Daños en techo

Daños en cañerías

Daños en muros

13. ¿Ha participado en simulacros por erupción volcánica en el municipio? *

Sí

No

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. **Convocatoria para el llenado de la encuesta electrónica en la página de Facebook de la Municipalidad de San Juan Alotenango**



Ronald Way ▸ **Municipalidad de San Juan Alotenango**
Hace un momento · 🌐

Buena tarde estimados vecinos de San Juan Alotenango, soy estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y estoy realizando mi trabajo de graduación sobre la Evaluación del Sistema de Alerta Temprana por erupción volcánica en el municipio. Ruego a todos ustedes por favor, llenar la encuesta adjunta en el siguiente link:

ENCUESTA SOBRE EL CONOCIMIENTO QUE TIENEN LOS POBLADORES DE SAN JUAN ALOTENANGO SOBRE LOS PLANES DE RESPUESTA EN EL MUNICIPIO

Diciembre de 2016

* Required

1. ¿Tiene conocimiento de la Coordinadora Municipal para la Reducción de Desastres (COMRED) en el municipio? *

Si

No

ENCUESTA SOBRE EL CONOCIMIENTO QUE TIENEN LOS POBLADORES DE SAN JUAN ALOTENANGO SOBRE LOS PLANES DE...

DOCS.GOOGLE.COM

Me gusta Comentar Compartir

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. **Base de radio ubicada en la Municipalidad de San Juan Alotenango**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 20. **Punto de reunión en entrada principal del caserío El Porvenir, frente a cancha de papi futbol, sector I**



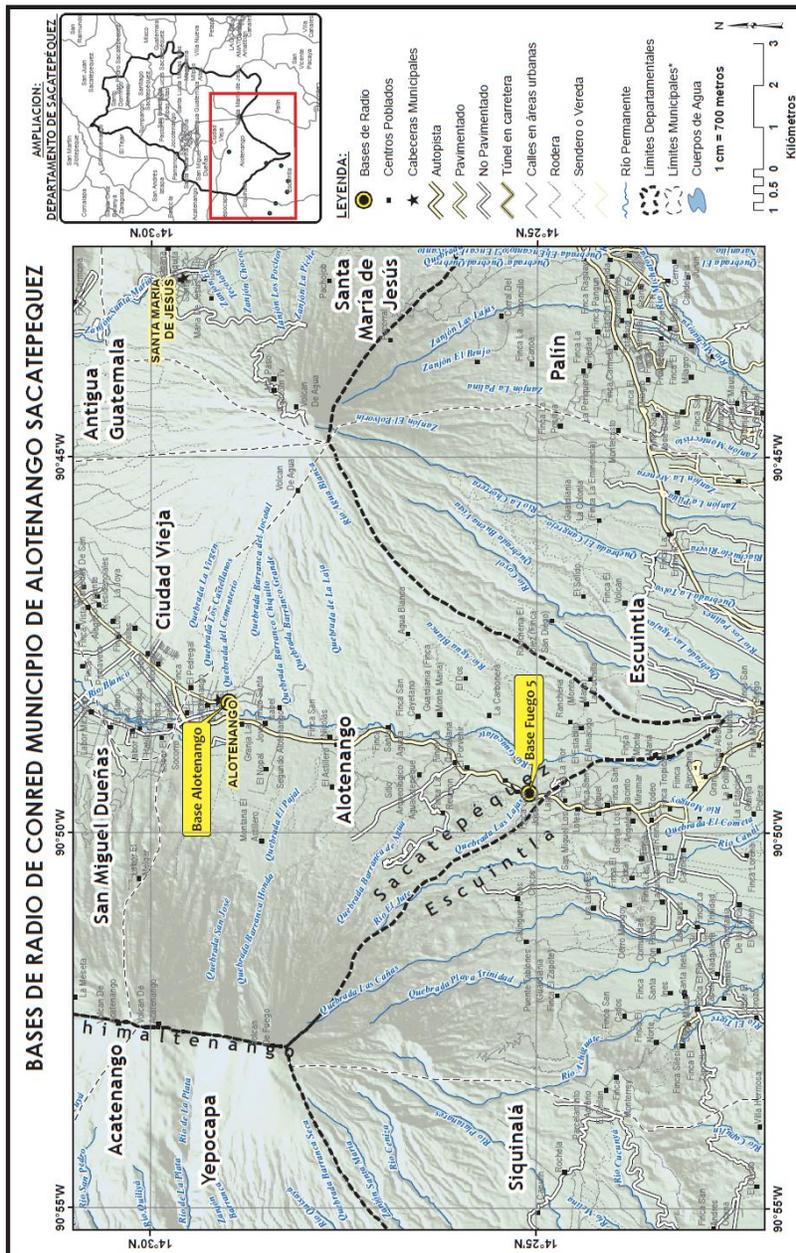
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 21. Punto de reunión en entrada principal en el parque municipal del municipio de San Juan Alotenango



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. Mapa de las bases de radio ubicadas en San Juan Alotenango



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. Entrevista a subsecretario de gestión integral del riesgo de la CONRED (parte 1)



ENTREVISTA A PERSONAL DE LA CONRED
SOBRE LA CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE
ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN
VOLCÁNICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN
ALOTENANGO

Febrero de
2017
Página 1/2

1. ¿De qué forma subsiste la Coordinadora Municipal de San Juan Alotenango?
La municipalidad sostiene económicamente a las coordinadoras, tanto locales como la municipal en sí, regularmente las coordinadoras municipales tienen a personal encargado en riesgo, pero también cuenta con personal de entidades gubernamentales con jurisdicción dentro del territorio municipal liderados con fondos económicos de la municipalidad.
2. ¿Cómo es la comunicación con los integrantes de la coordinadora municipal de San Juan Alotenango para mantenerse organizados?
La comunicación con los integrantes de las coordinadoras es por medio de teléfonos celulares, además de reuniones constantes entre miembros de la coordinadora y el delegado del departamento.
3. ¿Cómo gestiona la capacitación de las coordinadoras en cuanto a técnicas y metodologías para la Gestión Integral del Riesgo?
Debería de salir de la Dirección de Gestión Integral de Riesgo un plan de actualización de procedimientos para las coordinadoras existentes y para las coordinadoras nuevas si convendría capacitación como tal, si existen integrantes nuevos debería de ser una capacitación personalizada, para que los integrantes estén en el mismo nivel que sus demás compañeros.
Sin embargo, la responsabilidad de que las coordinadoras estén equipadas y capacitadas con técnicas y/o procedimientos es del alcalde municipal, CONRED puede ayudar, pero como como le digo, un apoyo a la capacitación, el alcalde municipal es el responsable de dar seguimiento a esta situación.
4. ¿Qué se necesitaría para que los simulacros se hicieran de una manera más constante?
Recursos y poder de convocatoria definitivamente, lo que ocurre es que las instituciones y sus integrantes no están motivados, por tal razón, se carece de disciplina, responsabilidad, identificación de labor social como instituciones humanitarias que son. Y por esa poca participación la realización de simulacros es un tema muy complejo.
5. ¿Cómo trabaja la concientización de los habitantes de San Juan Alotenango ante el riesgo en el que se encuentran por el volcán?
La concientización, debería trabajarse desde la coordinadora nacional, específicamente las direcciones de Gestión Integral del Riesgo, Respuesta y Preparación, más esta última que es la que tiene la responsabilidad de concientizar y capacitar a las nuevas coordinadoras. Por eso le decía, la capacitación y la concientización deben de ir de la mano, de nada sirve al país tener gente capacitada pero ven su labor como un medio de ingreso económico, y por el otro lado, se puede contar con una actitud altruista pero no cuentan con los conocimientos necesarios para organizarse en el evento, es por eso que estas dos deben de ser tratadas de manera conjunta.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 24. **Entrevista a subsecretario de gestión integral del riesgo de la CONRED (parte 2)**



ENTREVISTA A PERSONAL DE LA CONRED
SOBRE LA CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE
ALERTA TEMPRANA POR ERUPCIÓN
VOLCÁNICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN
ALOTENANGO

Febrero de
2017
Página 2/2

6. ¿Los delegados cuentan con las herramientas, conocimientos y equipos necesarios para responder por un incidente volcánico en el municipio de San Juan Alotenango?

El conocimiento se puede mejorar, se les está capacitando constantemente, especialmente al personal de la Unidad de Volcanes, las herramientas como sensores, sismógrafos, etc. No compete a la CONRED, específicamente es el ente científico INSIVUMEH el que tiene la responsabilidad en la operación de estos equipos, si existe una comunicación constante con los boletines vulcanológicos que ellos nos brindan, pero si es responsabilidad netamente de esta institución.

Con respecto a los equipos, la coordinadora cuenta con equipos necesarios, pero recuerde, y por favor tómelo en cuenta y haga hincapié en este tema, la SECONRED coordina las actividades u operaciones que se realizan dentro del incidente, además, específicamente en este tema, recuerde que no existe una respuesta de búsqueda y rescate para un incidente volcánico, lo que se realiza es directamente el plan de evacuación. En resumen, el equipo cumple con todas las necesidades de la institución, pero para coordinar las actividades del incidente.

Guatemala, 16 de febrero de 2017

(f) _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 25. Entrevista a delegado departamental de Sacatepéquez



ENTREVISTA AL DELEGADO DE DE LA CONRED
DE SACATEPEQUEZ SOBRE LA CAPACIDAD DE
LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA POR
ERUPCIÓN VOLCÁNICA DEL MUNICIPIO DE SAN
JUAN ALOTENANGO

Noviembre de
2016
Página 1/1

1. ¿De qué forma subsiste la Coordinadora Municipal de San Juan Alotenango?
Con el apoyo del alcalde municipal, donaciones de OFPA
SITARE, con recursos propios de los integrantes de la
coordinadora
2. ¿Cómo es la comunicación con los integrantes de la coordinadora municipal de San Juan Alotenango para mantenerse organizados?
Fuere, se envía uniforme verbal de parte de la
coordinadora a la unidad de volcans, y ellos a su
vez realizan de una manera más técnica la conclusion
del comportamiento del caso.
3. ¿Cómo gestiona la capacitación de las coordinadoras en cuanto a técnicas y metodologías para la Gestión Integral del Riesgo?
De la misma manera que subsiste la coordinadora,
el apoyo para las capacitaciones la mayor parte lo
da RedHum (Red de Ayuda Humanitaria) OFPA-SITARE
4. ¿Qué se necesitaría para que los simulacros se hicieran de una manera más constante?
La coordinación y disposición de las gobernadoras del
municipio, así como el apoyo de diferentes ONG's
instituciones de gobierno y sobre todo la participa-
cion de los pobladores.
5. ¿Cómo trabaja la concientización de los habitantes de San Juan Alotenango ante el riesgo en el que se encuentran por el volcán?
Es un tema difícil, porque nadie quiere moverse de las
faldas del coloso, nadie quiere dejar su vivienda, es
un tema al que se le ha dado poca importancia
cuando en realidad con este se debería de trabajar.
6. ¿Cuenta con las herramientas, conocimientos y equipos necesarios para responder por un incidente volcánico en el municipio de San Juan Alotenango?
Es necesario mas apoyo en vehículos para movilidad,
herramientas de monitoreo, equipos de comunica-
cion. Becas al extranjero para fortalecer los SAT volca-
nicos

Antigua Guatemala, 10 de diciembre de 2016

(f)

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. **Entrevista a presidente de la COLRED en el caserío El Porvenir**



ENTREVISTA A LOS INTEGRANTES DE LA
COORDINADORA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE
SAN JUAN ALOTENANGO

Noviembre de
2016
Página 1/1

1. ¿De qué forma subsiste la Coordinadora Municipal de San Juan Alotenango?
Por medio de la CONRED y del Alcalde
2. ¿Cuenta con los conocimientos, técnicas, herramientas y/o equipos necesarios para brindar una respuesta adecuada en caso de una erupción volcánica, por qué?
Sí, porque en todo el tiempo que llevo de vivir aquí se ha logrado salvar la vida de todos los vecinos
3. ¿Qué tipo de ayuda reciben por parte de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)?
Ayuda en la elaboración de Planes de Respuesta, herramientas y técnicas para responder adecuadamente.
4. ¿La comunicación entre los integrantes de la Coordinadora de San Juan Alotenango/Caserío El Porvenir es la adecuada, o cree conveniente reestructurarla?
La alerta se hace escuchar adecuadamente y cuando no se realiza la activación de sirenas, el volcán con sus retumbos nos avisa que es hora de llevar el Plan.
5. ¿El plan de emergencia con el que cuenta San Juan Alotenango/Caserío El Porvenir es el adecuado para brindar una pronta respuesta a los vecinos, se aplica realmente?
En ocasiones se activa por accidente, muchas veces no se activan los sirenas, pero el volcán nos avisa con el retumbo que hace, por eso nos dirigimos a los puntos de reunión, otras veces si se ejecuta el
6. ¿En su experiencia en incidentes volcánicos, cree usted que el municipio de San Juan Alotenango es autosuficiente para enfrentar una erupción volcánica?
En cuestiones de vidas humanas sí es autosuficiente, donde nos vemos afectados son por las cosechas perdidas y daños en nuestras viviendas.

San Juan Alotenango, 11 de diciembre de 2016

(f) Sorge Vidal
Hernandez

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. Entrevista a coordinador de evacuación del caserío El

Porvenir



ENTREVISTA A LOS INTEGRANTES DE LA
COORDINADORA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE
SAN JUAN ALOTENANGO

Noviembre de
2016
Página 1/1

1. ¿De qué forma subsiste la Coordinadora Municipal de San Juan Alotenango?
Por el Alcalde municipal y por la CONRED
2. ¿Cuenta con los conocimientos, técnicas, herramientas y/o equipos necesarios para brindar una respuesta adecuada en caso de una erupción volcánica, por qué?
Los conocimientos son los adecuados sin embargo los equipos de monitoreo citizados en el plan de emergencia NO son ciertos
3. ¿Qué tipo de ayuda reciben por parte de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)?
Más que ayuda brindan asesoramiento con la elaboración de planes de evacuación, ubicación de señalización, las capacitaciones son muy pocas.
4. ¿La comunicación entre los integrantes de la Coordinadora de San Juan Alotenango/Caserío El Por Venir es la adecuada, o cree conveniente reestructurarla?
La comunicación entre nosotros es bastante precisa para los fines de respuesta, las sirenas se utilizan para toda la población, el celular para los integrantes
5. ¿El plan de emergencia con el que cuenta San Juan Alotenango/Caserío El Por Venir es el adecuado para brindar una pronta respuesta a los vecinos, se aplica realmente?
Se cumple con el objetivo del plan que es salvar las vidas de los habitantes, sin embargo es pocas veces cuando se activa, tiene que ser recurrentes muy pronunciados.
6. ¿En su experiencia en incidentes volcánicos, cree usted que el municipio de San Juan Alotenango es autosuficiente para enfrentar una erupción volcánica?
Totalmente, en todas las incidencias que han aparecido se ha cubierto bien, la CONRED al final brinda en la habilitación de albergues.

San Juan Alotenango, 11 de diciembre de 2016

(f)

Fuente: elaboración propia.

