

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**“ENFERMEDADES SECUNDARIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO  
EN POBLADORES DE COMUNIDADES ALEDAÑAS”**

Estudio descriptivo retrospectivo realizado en los centros de salud de:  
Escuintla, Siquinalá y Santa Lucia Cotzumalguapa del departamento de Escuintla, 2018

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Ciencias Médicas de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**Diana Vanessa Sotoj Contreras  
Demi Stephani Batz Morales  
Doris Carolina Morales Taperia**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, septiembre de 2019

El infrascrito Decano y el Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación -COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que:

Las bachilleres:

1. Diana Vanessa Sotoj Contreras 201310130 2497271370102
2. Demi Stephani Batz Morales 201310500 2320228520101
3. Doris Carolina Morales Taperia 201317760 2822521180114

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación titulado:

**"ENFERMEDADES SECUNDARIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO  
EN POBLADORES DE COMUNIDADES ALEDAÑAS"**

Estudio descriptivo retrospectivo realizado en los centros de salud de:  
Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla, 2018

Trabajo asesorado por el Dr. Rufino Enrique Estrada Oliva, co-asesor Dr. Víctor Manuel García Lemus y revisado por Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firman y sellan la presente:

**ORDEN DE IMPRESIÓN**

En la Ciudad de Guatemala, el cuatro de septiembre del dos mil diecinueve

César O. García G.  
Doctor en Salud Pública  
Colegiado 5,950

Dr. C. César Osvaldo García García  
Coordinador



Vo.Bo.  
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva  
Decano



El infrascrito Coordinador de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que las estudiantes:

1. Diana Vanessa Sotoj Contreras 201310130 2497271370102
2. Demi Stephani Batz Morales 201310500 2320228520101
3. Doris Carolina Morales Taperia 201317760 2822521180114

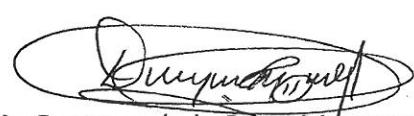
Presentaron el trabajo de graduación titulado:

**"ENFERMEDADES SECUNDARIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO  
EN POBLADORES DE COMUNIDADES ALEDAÑAS"**

Estudio descriptivo retrospectivo realizado en los centros de salud de:  
Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla, 2018

El cual ha sido revisado por el Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro, y al establecer que cumple con los requisitos establecidos por esta Coordinación, se les AUTORIZA continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, a los cuatro días de septiembre del año dos mil diecinueve.

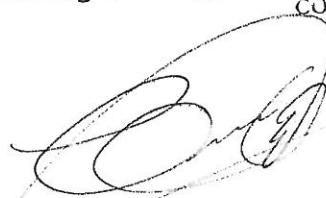
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro  
Profesor Revisor



César O. García G.  
Doctor en Salud Pública  
Colegiado 5,950



Vo.Bo.  
Dr. C. César Oswaldo García García  
Coordinador

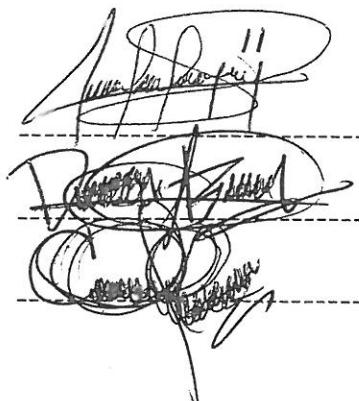
Guatemala, 04 de septiembre del 2019

Doctor  
César Oswaldo García García  
Coordinado de la COTRAG  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Dr. García:

Le informamos que nosotras:

1. Diana Vanessa Sotoj Contreras
2. Demi Stephani Batz Morales
3. Doris Carolina Morales Taperia



Presentamos el trabajo de graduación titulado:

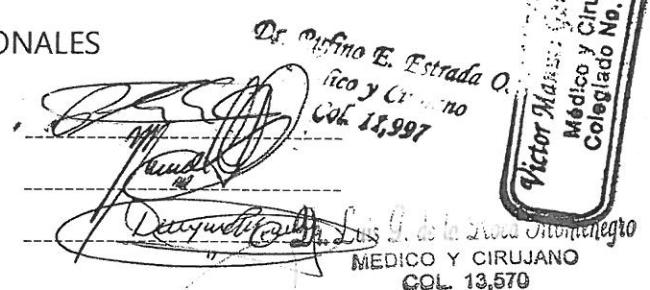
**"ENFERMEDADES SECUNDARIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO  
EN POBLADORES DE COMUNIDADES ALEDAÑAS"**

Estudio descriptivo retrospectivo realizado en los centros de salud de:  
Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla, 2018

Del cual el asesor, co-asesor y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

**FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES**

Asesor: Dr. Rufino Enrique Estrada Oliva  
Co-asesor: Dr. Víctor Manuel García Lemus  
Revisor: Dr. Luis Gustavo de la Roca Montenegro  
Reg. de personal 20000621



Vo.Bo.  
Dr. César Oswaldo García García, Coordinador

## ACTO QUE DEDICO

**A Dios:** "Estando convencido precisamente de esto: que el que comenzó en vosotros la buena obra, la perfeccionará hasta el día de Cristo Jesús." Filipenses 1:6

**A mis padres:** Floridalma Taperia y Luis Morales por la lucha, esmero y paciencia en lograr que me convirtiera en una mujer con valores y buena voluntad.

**A mis hermanos:** Blanca Morales y Daniel Morales por su amor y paciencia en cada posturno, y por su apoyo en todas las formas posibles.

**A mis tíos y tías:** por su apoyo en todo momento, de gran manera impactaron mi vida.

**A mis amigos:** por su amistad, cariño, paciencia en cada año de la carrera, han influido positivamente en cada aspecto de mi vida.

**A la familia Back López:** Roberto por tu paciencia y amor hacia mí, has presenciado los momentos más lúgubres y radiantes de este camino; te lo agradezco. Astrid, Blanca y Roberto por su gran corazón y apoyo incondicional.

**A la Universidad de San Carlos y Facultad de Medicina:** por ser la casa de estudios que acogió y brindo conocimientos a mi persona, proporciono la facultad de ejercer la medicina y me instruyo al servicio de los demás y como siempre "id y enseñad a todos"

**Doris Carolina Morales Taperia**

## ACTO QUE DEDICO

**A Dios y la Virgen María:** por permitirme el don de la vida y procurar cada uno de mis pasos.

**A mi padre:** Salvador Sotoj por ser el motor de mi vida por su apoyo incondicional, por cada uno de sus consejos y palabras de sabiduría para superar cada obstáculo durante este trayecto.

**A mi tía:** Blanca Contreras por ser mi segunda madre, por todo el apoyo brindado y ser parte fundamental de mi formación como médica.

**A mis hermanos:** Dario, Willy, Gaby, Diego y Edith por cada palabra de aliento para dar mejor cada día y el amor brindado.

**A mis tíos y tías:** Luis, Juan, Peto, Rosita, Chave, Hilda, Claudia, Aury y Maria del Carmen, Magaly Mota, Brenda Moto y Jorge quienes en épocas buenas y malas siempre me alentaron a seguir adelante.

**A las instituciones que fueron parte de mi formación profesional:** mi querida Tricentenaria Universidad San Carlos de Guatemala, mi amada Facultad de Ciencias Médicas, Hospital Regional de Cuilapa, Hospital Roosevelt e IGSS Cuilapa. Y a cada uno de mis catedráticos, y médicos residentes que me brindaron su amistad y me compartieron sus conocimientos.

**A mis viejos amigos:** José Roberto, Iscela, Roxana, Karen, Lisandra, Karina, Denis, Henry, Steven, Vanessa Roman, Nancy Chamale, Sharon López, Allan Perreira y Erick Tucker.

**A mis amigos y hoy colegas:** Carmen Gómez, Doris Morales, Franet Popol, Maria Alejandra Piox, Astrid Urizar, Marta Morales, Jimmy Godoy, Victor Sacquin, Vivian Inay, Demi Batz, Walter Pivaral, Eugenia Mendizabal y Oscar Gonzalez, gracias amigos por todas las experiencias compartidas.

**Y una dedicatoria especial:** para aquellas personas que no pudieron ser parte de este triunfo pero que desde el cielo celebran: mi madre María Antonia Contreras, mi querida hermana María Celeste, mi abuela Mina y mi tía Regina Sotoj. Gracias por creer en mí, siempre las recordare.

Diana Vanessa Sotoj Contreras

## ACTO QUE DEDICO

**A Dios:** por su perfecta voluntad en mi vida en la que manifestó su amor, fidelidad y misericordia en el trayecto de este largo camino. Por sostenerme con su mano de Poder y guiarme para convertirme en el profesional que soy hoy. A Dios dedico y doy Gloria y Honra.

**A mis padres:** a quienes honro con este logro recíproco. A mi madre Judith por enseñarme a ser perseverante y enfrentar con valentía los obstáculos logrando convertirme en una profesional que nunca claudica. Por apoyarme en mis decisiones y por confiar e incentivar mi superación personal. Por instruirme con los valores y principios cristianos que me rigen ahora. A mi padre Hugo por enseñarme a ser esforzada y convertirme en una persona resolutiva.

**A mis hermanos:** Jamier que con su ardua labor nos apoyó como familia y me llenó de orgullo por su gran valentía. Con su esmero, dedicación y paciencia me impulsó a seguir adelante en las dificultades. A José por su carisma, entusiasmo y cuidados que me expresó durante el transcurso de la carrera. Quien me alentó a no rendirme mediante el ejemplo de su capacidad de perseverancia y esfuerzo.

**A mis padrinos:** Jorge Rivas, Alba Noriega English, Robert Drummond y demás miembros y sus familias por permitir que la voluntad de Dios se cumpliera en mi vida apoyándome incansablemente; reflejando la existencia de los milagros; a quienes este logro dedico.

**A mi tío David y familia Morales Olaverri:** tío David que descansese en Paz, por convertirse en mi inspiración; por apoyarme e impulsarme a convertirme en una persona esmerada y que teme a Dios; por sus consejos sabios que me brindo, y sobre todo agradezco por su familia; Ingrid mi ejemplo a seguir, quien con sus consejos me impulsa a ser mejor y por los cuidados que tiene conmigo; así también tía Irmita, Willy, Divisito, Pablo y familia.

**A mi tía Lidia, Katy y familia:** por representar un gran apoyo en mis decisiones; por sus consejos y por el impulso que me brindaron para seguir adelante.

**A mis amigos:** mis amigas de la iglesia, por siempre tener una palabra reconfortante que me brindó aliento para continuar; a mis amigos de la secundaria por disponerse a apoyarme en cada momento de dificultad; a mis amigos de la facultad por representar un gran apoyo y por luchar juntos por este sueño y a mis amigas catedráticas de la facultad quienes me apoyaron para no rendirme en los momentos difíciles y de necesidad.

**A la Universidad San Carlos de Guatemala:** por permitirme continuar mis estudios universitarios en una de las mejores casas de estudio, y por formar la profesional que soy hoy.

Demi Stephani Batz Morales

### **Responsabilidad del trabajo de graduación**

**El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y para la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegará a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad, de la Universidad y otras instancias competentes.**

## **RESUMEN**

**OBJETIVO:** Describir las enfermedades secundarias a la erupción del volcán de Fuego en los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla periodo junio-agosto 2018. **POBLACIÓN Y MÉTODOS:** Estudio descriptivo retrospectivo, en el que se realizó revisión de SIGSA 3PS y emergencia de 11 293 pacientes que consultaron por problemas respiratorios, dermatológicos y oculares a los centros de salud.

**RESULTADOS:** Enfermedades respiratorias 82.99% (9 372), dermatológicas 11.19% (1 264) y oculares 5.82% (657); menores de 6 años 43.76% (4 941), sexo femenino 54.19% (6 120), 63.94% (7 221) procedentes del municipio de Escuintla, y de estos, 52.20% (5 895) de la región norte; las enfermedades aumentaron 140.74% (respiratorias), 57.02% (dermatológicas) y 150.76% (oculares) respecto al año 2017; las áreas más afectadas por grupo de enfermedades región norte de Escuintla 67.97% (4 908) respiratorias, 7.41% (535) dermatológicas, 4.03% (291) oculares; microrregión 1 de Siquinalá 53.32% (634) respiratorias, 0.34% (4) dermatológicas y 2.78% (33) oculares; región media de Santa Lucía Cotzumalguapa 42.94% (1 238) respiratorias, 7.28% (210) dermatológicas y 4.82% (139) oculares. **CONCLUSIONES:** Los tres grupos de enfermedades aumentaron en comparación al año 2017, y de estas las más frecuentes fueron las respiratorias en los menores de 6 años, de sexo femenino y procedentes del municipio de Escuintla; las áreas más afectadas fueron la región norte de Escuintla, microrregión 1 de Siquinalá y región media de Santa Lucía Cotzumalguapa.

**PALABRAS CLAVE:** Erupciones volcánicas, enfermedades respiratorias, enfermedades de la piel, oftalmopatías.

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>3</b>
2.1	Marco de antecedentes.....	3
2.1.1	En el mundo.....	3
2.1.2	En Guatemala.....	6
2.2	Marco referencial.....	7
2.2.1	Amenaza natural.....	7
2.2.1.1	Tipología de las amenazas naturales.....	7
2.2.1.2	Marco de Sendai.....	8
2.2.1.3	Base de datos EM-DAT12 .....	9
2.2.2	Volcanes.....	9
2.2.2.1	Clasificación de los volcanes.....	10
2.2.2.2	Eruptiones volcánicas.....	11
2.2.2.3	Alerta volcánica.....	14
2.2.3	Volcanes de Guatemala.....	15
2.2.3.1	Volcán de Fuego.....	15
2.2.4	Efectos a la salud secundarios a erupción volcánica.....	16
3.2.4.1	Sistema respiratorio.....	16
2.2.4.2	Piel.....	22
2.2.4.3	Oculares.....	24
2.2.5	Sistema de Información Gerencial de Salud -SIGSA.....	27
2.3	Marco teórico.....	28
2.3.1	Efectos en el sistema respiratorio.....	28
2.3.2	Efectos sobre piel y conjuntiva ocular.....	30
2.4	Marco conceptual.....	31
2.5	Marco geográfico.....	33
2.5.1	Departamento de Escuintla.....	33
2.5.1.1	Municipio de Escuintla, Escuintla.....	34

2.5.1.2 Municipio de Siquinalá, Escuintla.....	35
2.5.1.3 Municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.....	36
<b>2.6 Marco institucional.....</b>	<b>38</b>
2.6.1 Departamento de Escuintla.....	38
2.6.1.1 Municipio de Escuintla, Escuintla.....	39
2.6.1.2 Municipio de Siquinalá. Escuintla.....	39
2.6.1.3 Municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.....	40
<b>2.7 Marco legal.....</b>	<b>41</b>
2.7.1 Acuerdos internacionales.....	41
2.7.2 República de Guatemala.....	41
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>43</b>
3.1 Objetivo general.....	43
3.2 Objetivos específicos.....	43
<b>4 POBLACIÓN Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
4.1 Tipo y diseño de la investigación .....	45
4.2 Unidad de análisis.....	45
4.3 Población y muestra .....	45
4.4 Selección de los sujetos de estudio.....	46
4.5 Definición y operalización de las variables.....	47
4.6 Recolección de datos.....	48
4.7 Procesamiento y análisis de los datos.....	50
4.8 Alcances y límites de la investigación.....	53
4.9 Aspectos éticos de la investigación.....	54
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>6 DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>8 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>9 APORTES.....</b>	<b>73</b>
<b>10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>11 ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Codificación de las enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de los pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto de 2018.....	50
Tabla 4.2	Codificación de las características epidemiológicas de los pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto de 2018.....	51
Tabla 5.1	Características epidemiológicas de la población.....	58
Tabla 5.2	Variación de enfermedades respiratorias en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses junio-agosto año 2017 y 2018.....	59
Tabla 5.3	Variación de enfermedades dermatológicas en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses junio-agosto año 2017 y 2018.....	59
Tabla 5.4	Variación de enfermedades oculares en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses junio-agosto año 2017 y 2018.....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1	Proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de la población .....	57
-------------	---	----

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 5.1	División por regiones del municipio de Escuintla y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorios, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018.....	61
Imagen 5.2	División por regiones del municipio de Siquinalá y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorios, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018.....	62
Imagen 5.3	División por regiones del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorios, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018.....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

Las erupciones volcánicas a lo largo de la historia han significado complicaciones en la salud de los pobladores aledaños a los colosos. Por ejemplo, el aumento de la incidencia de patologías respiratorias, dermatológicas y oculares en pobladores de Camerún África en 1958 después de la erupción límnica del lago Nyos donde además se registraron 1 800 muertes, despertó el interés hacia este tipo de afectaciones por los investigadores.<sup>1</sup> En Guatemala en el año 2006 se realizó un estudio sobre la prevalencia de patologías respiratorias secundarias a la erupción del volcán de Pacaya en el cual se constató un incremento de estas.<sup>2</sup> En el Cordón del Caulle en Chile también se evidenció aumento de problemas respiratorios como broncoconstricción, asfixia y cáncer pulmonar.<sup>3</sup> Y en Japón tras múltiples erupciones del volcán Monte Sakurajima aumentó la mortalidad por enfermedades respiratorias.<sup>4</sup>

Las erupciones volcánicas también representan daños materiales y ecológicos pero los más importantes para las poblaciones que viven en las faldas de volcanes son los daños en la salud, incrementando las pérdidas humanas alrededor del mundo. Las enfermedades respiratorias son las que han encabezado investigaciones recientes; tal como sucedió en Hawái con el volcán Kilauea que al iniciar sus erupciones aumentó en proporción las enfermedades de origen respiratorio.<sup>5</sup> Las cenizas volcánicas de 0.004 a 2 mm de diámetro en seres vivos con exposiciones prolongadas provocan procesos citotóxicos en los bronquios, ocasionan lesiones oculares como conjuntivitis o abrasiones; y en la piel quemaduras y dermatitis.<sup>6</sup>

En Guatemala muchas personas viven en las faldas de volcanes activos como: El volcán de Pacaya, Fuego, Santiaguito y Tacana estando en constante peligro y vulnerabilidad al habitar cerca de ellos. Actualmente no se conocen regulaciones para disminuir los efectos de la exposición de estos pobladores, por lo que aportar la información necesaria de las principales enfermedades luego de una erupción volcánica mitigará riesgos.<sup>7</sup>

El trágico evento que sucedió el 3 de junio del año 2018 en Guatemala tras la erupción del volcán de Fuego con un saldo de más de 200 personas fallecidas y cientos desaparecidas, daños materiales en infraestructura, daños a la red eléctrica y abastecimiento de agua; caída de cenizas a nivel nacional, el cierre de escuelas, aeropuertos; alerta roja en los departamentos de

Escuintla, Sacatepéquez y Chimaltenango y anaranjada a nivel nacional.<sup>8</sup> El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala (INSIVUMEH) reportó el día 3 de junio de 2018, que el viento sopló hacia la región sur oeste del volcán de Fuego, que corresponde al área en donde se localizan los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla, municipios que abarcaron la población más afectada en salud que fue objeto de estudio en el presente trabajo.<sup>9,10</sup>

A partir de estos antecedentes se planteó la pregunta ¿Cuáles son las principales enfermedades secundarias a la erupción del volcán de Fuego en los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla durante los meses junio-agosto 2018? Se elaboró el objetivo general; describir las enfermedades secundarias a la erupción del volcán de Fuego en los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto 2018.

Se realizó un estudio descriptivo y retrospectivo en los centros de salud de dichos municipios, tomando en cuenta los datos registrados en los SIGSA 3PS y de emergencia del periodo de junio-agosto 2018 en referencia al momento de la erupción volcánica el 3 de junio del mismo año y la continua actividad volcánica.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Marco de antecedentes**

#### **2.1.1 En el mundo**

En el año 1986 se documentó por primera vez los efectos dañinos a la salud que pueden provocar las erupciones y emisiones de gases volcánicos luego de la erupción límnica debajo del lago Nyos en Camerún África. En dicho evento se emite una nube enorme de gases tóxicos compuesto principalmente de dióxido de carbono la cual se desplaza hacia los poblados vecinos provocando la muerte por asfixia de más de 1 800 pobladores entre ellos animales e insectos.<sup>1</sup>

En el año 2002 el Monte Etna en Italia; presentó erupciones con una duración aproximada de tres meses, las columnas de ceniza fueron transportadas por los vientos cerca de ciudad de Catania y otras áreas cercanas al volcán; simultáneamente se producían episodios de lluvias que volvían a suspender en el aire las cenizas, la población presentó afecciones en la salud respiratoria, ocular y problemas cardiovasculares. Se concluyó que aumentó la morbilidad y mortalidad por enfermedades de origen cardiovascular asociados a los eventos de estrés; en cuanto a las patologías respiratorias, dermatológicas y oculares no se produjeron cambios importantes debido a las medidas y planes de emergencia según la Revista Respiratoria Europea en 2010.<sup>11</sup>

En junio de 2011 se produce la erupción del Cordón del Caulle en Chile que corresponde a un complejo de fisuras volcánicas, que expulsaron columnas de cenizas, arena y piedra pómex; afectando las principales ciudades de Chile.<sup>3</sup> La revista Chilena de enfermedades respiratorias en 2012 publicó un estudio acerca del riesgo para la salud respiratoria por exposición a materiales volcánicos especialmente ceniza donde se mencionan los problemas respiratorios agudos como broncoconstricción y asfixia; problemas crónicos como amplificación de la respuesta inflamatoria, alteraciones del sistema inmunitario del complemento, silicosis e incluso carcinogénesis provocados por la exposición prolongada a estos materiales volcánicos.<sup>12</sup>

Las cenizas volcánicas representan un grano fino menor de 2 milímetros de diámetro que lo convierte en un material de fácil inhalación al árbol respiratorio donde se deposita e inicia un proceso inflamatorio con edema y otros mecanismos de daño.<sup>12</sup>

La revista de Salud Pública y Ambiental del departamento de epidemiología y medicina preventiva de la Universidad de Kagoshima en Japón publica en el año 2012 un estudio acerca del incremento de la mortalidad de las enfermedades respiratorias, incluyendo el cáncer de pulmón, en el área de caída de ceniza del volcán Monte Sakurajima en Japón el cual se hace énfasis en los daños a largo plazo de los eventos eruptivos de la década de 1980-1990.<sup>4</sup>

En la investigación del volcán Monte Sakurajima de Japón se realizó la medida de tasa de mortalidad estandarizada durante el periodo de 1968-2002 en las ciudades de Sakurajima y Tarumizu, lugares donde la caída de ceniza registró más de 10 000 g/m<sup>2</sup> año promedio. Se concluyó que en la década de 1980 la tasa de mortalidad estandarizada fue de 1.61 para los hombres y 1.67 para las mujeres; la tasa de mortalidad por cáncer de pulmón fue significativamente mayor en comparación con el resto de las causas de muerte.<sup>4</sup>

La mortalidad por cáncer pulmonar se justifica por la composición de los materiales de las emisiones volcánicas en su mayoría con dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), cristobalita y sílice; compuestos altamente cancerígenos a grandes exposiciones. Además, se dedujo que las emisiones volcánicas del Monte Sakurajima aumentaron la mortalidad por cáncer de pulmón y enfermedad pulmonar obstructiva crónica en las poblaciones expuestas en esta década.<sup>4</sup>

En el año 2011 la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador publicó el estudio sobre el impacto ambiental en los pastizales producidos por el proceso eruptivo del volcán de Tungurahua en la hacienda los Choglontus. En este estudio se menciona el daño provocado al cultivo de pastizales y los daños provocados a la salud de los trabajadores principalmente afecciones agudas a nivel del aparato respiratorio superior e inferior. En el aparato ocular menciona patologías como conjuntivitis, opacidad corneal y abrasiones. En relación a lo daños a la piel se presentó dermatitis por contacto con ceniza ácida y por último se presentaron aumento de cuadros de diarrea por la contaminación de los mantos acuíferos con desechos volcánicos.<sup>13</sup>

El estudio de la Universidad Católica de Ecuador en 2011 sobre el impacto provocado por el volcán de Tungurahua en la salud de los pobladores de Penipe durante el periodo eruptivo comprendido entre el año 2003-2010 menciona los daños directos del volcán de Tungurahua en la salud como lesiones traumáticas y quemaduras; además de secuelas psicológicas, sociales y económicas producidas por la catástrofe a los pobladores vecinos. Este estudio presenta información respecto al estrés postraumático, realizado a través de la escala de Hamilton en los pobladores afectados en la última evacuación. Se concluyó que ninguno de los pobladores afectados ubicados en los albergues temporales presentó estrés postraumático, logrando esta adaptación a lo largo de 10 años de los eventos eruptivos.<sup>14</sup>

La revista Americana de Medicina Respiratoria en el año 2014 publicó el estudio sobre los efectos de la ceniza volcánica sobre la función pulmonar en una cohorte de personas mayores de 45 años en Bariloche Argentina, durante la realización del estudio PRISA (Pulmonary Risk in South America Study) en personas con afecciones pulmonares, ocurren las erupciones del complejo volcánico Puyehue-Cordón del Caulle en el norte de la patagonia chilena.<sup>15</sup> Por lo que se creó un nuevo objetivo a la investigación, consistió en asociar la exposición de ceniza volcánica con alteraciones en la función pulmonar evaluada previamente por espirómetro.<sup>15</sup>

Del estudio anterior se tomó a los sujetos de la muestra, quienes fueron evaluados tres meses previos y tres meses posteriores al evento eruptivo. No se evidenció diferencias en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo FEV1 pre broncodilatador. En la capacidad vital forzada FVC pre broncodilatador y FVC post broncodilatador entre el grupo de sujetos expuestos y no expuesto se encontró que la exposición a ceniza volcánica no se asoció con alteraciones de la función respiratoria en la población estudiada.<sup>15</sup>

La primera hipótesis que surgió del estudio de la función pulmonar determinó que la ceniza presente en Bariloche luego de la erupción no mostró ninguna fase cristalina de sílice; otra hipótesis sostiene que la ceniza contenía un 16.6% de volumen de material particulado ( $PM10^4$ ) del rango respirable, lo cual indica que no se acumuló en las vías respiratorias por la eficacia de los mecanismos de limpieza pulmonar sino hasta enero del año 2012 luego de haber concluido el estudio donde alcanza niveles de diámetro mayores.<sup>15</sup>

### 3.1.2 En Guatemala

En el año 2006 se realizó el estudio sobre la prevalencia de patologías respiratorias secundarias a un evento de tipo eruptivo en poblaciones vecinas al volcán de Pacaya concluyendo que luego de un evento eruptivo aumentó la prevalencia de patologías respiratorias en 32% respecto a los años anteriores con un 12% -18% en las poblaciones que habitan cercanas al coloso y que son directamente afectadas por los desechos volcánicos.<sup>2</sup>

En el año 2012 el estudio sobre evaluación de la vulnerabilidad asociada a la amenaza del volcán de Fuego en la aldea Panimaché, se analizó factores prioritarios de la vulnerabilidad física, estructural, social y económica. Se estudiaron ciertas amenazas de tipo caída de ceniza, flujos piroclásticos y lahar en la aldea Panimaché perteneciente al municipio de Yepocapa, Chimaltenango en las faldas del coloso. En esta investigación se concluyó que construyen sistemas de información geográfica como rutas y salidas de escape de la comunidad ante eventos eruptivos del volcán de Fuego en la aldea Panimaché por parte de autoridades locales; a los cuales no se les proporciona seguimiento ni es de conocimiento de los habitantes.<sup>16</sup>

Luego de la erupción del volcán de Fuego en septiembre de 2012, la cual se consideró la más fuerte y violenta del siglo XXI, se registró actividad fumarólica y explosiva durante los años siguientes; siendo monitorizadas por el INSIVUMEH en constante comunicación con la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) sin evidencia de aumento ni riesgo de la actividad volcánica.<sup>17</sup>

Durante los meses de enero y febrero del año 2018, se registró la primera fase eruptiva del volcán de Fuego, decretándose alerta naranja en las comunidades de Santa Sofía, Morelia, El Porvenir, finca Palo Verde, Sangre de Cristo, San Pedro Yepocapa, Panimaché I y II, Alotenango, Ciudad Vieja y Antigua Guatemala en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango; culminó a mediados del mes de febrero continuando con actividad fumarólica y explosiva.<sup>18</sup>

En junio de 2018 se presentó la segunda fase eruptiva del volcán de Fuego; la mayor actividad sucedió el domingo 3 de junio a las 15:30 horas donde se expulsó material piroclástico

y lahares que arrasó con las comunidades cercanas principalmente San Miguel los Lotes y el Rodeo, provocó la muerte de gran número de personas, ganado y animales domésticos; además de la destrucción de la vegetación e infraestructura, el volcán continuó los días siguientes con actividad explosiva, fumarólica y descensos de lahares manteniéndose constantes hasta la actualidad.<sup>18</sup>

## **2.2 Marco referencial**

### **2.2.1 Amenaza natural**

Una amenaza natural representa un evento que supera la capacidad humana y que causa mucho sufrimiento, forzándose la necesidad de solicitar ayuda internacional. Estos eventos producen crisis de abastecimiento de alimentos, productos básicos y medicamentos además de los problemas sociales.<sup>19</sup>

Los accidentes geográficos que también son llamados formas de relieve; son características que se presentan en toda la superficie de la tierra. Se clasifican en relieves mayores tal como las montañas, colinas, mesetas y llanuras; y relieves menores como cañones, valles y cuencas. A partir del movimiento de placas tectónicas, erosión y otros factores se pueden formar volcanes y focos cuaternarios.<sup>20</sup>

Los volcanes, particularmente las erupciones volcánicas representan este tipo de eventos en el que las intervenciones humanas no pueden modificar la evolución de estos; considerados como procesos propiamente internos de la tierra por el cual son categorizados como amenazas geológicas.<sup>21</sup>

#### **2.2.1.1 Tipología de las amenazas naturales**

Existen cinco tipos de amenazas naturales, el cual han sido categorizadas según el mecanismo que les da origen basados en el marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030.

- **Amenaza biológica:** son de origen orgánico regularmente trasmítidas por vectores biológicos. Ejemplo de este tipo de amenaza se encuentran las bacterias, virus o incluso parásitos, así como animales o agentes causantes de enfermedades.
- **Amenaza ambiental:** incluye amenazas químicas, naturales y biológicas por degradación ambiental o degradación física o química del suelo, aire y agua. Ejemplo de ello son la degradación del suelo, deforestación, pérdida de diversidad biológica, la salinización y el aumento del nivel del mar.
- **Amenaza geológica:** se originan de procesos propiamente internos de la tierra. En este tipo de amenaza se destaca la actividad y las emisiones volcánicas, además de terremotos y los procesos geofísicos.
- **Amenaza hidrometeorológica:** tienen origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico. Se destacan los ciclones tropicales y las inundaciones.
- **Amenazas tecnológicas:** se derivan de condiciones tecnológicas o industriales, procedimientos peligrosos. Por ejemplo, la contaminación industrial, la radiación nuclear, los desechos tóxicos entre otros.<sup>21</sup>

#### 2.2.1.2 Marco de Sendai

El Marco de Sendai es un instrumento adoptado por diversos países con el objetivo de disminuir el impacto de los desastres en las poblaciones afectadas. A partir de estas directrices diversas instituciones han comprendido la importancia de iniciar investigaciones ante estos fenómenos conociendo el riesgo asociado e iniciando acciones para realizar campañas de educación y prevención a fin de preparar a la población para este tipo de situaciones. Estos fenómenos son caracterizados por presentar periodicidad a partir del cual medios estadísticos pueden recrear la recurrencia del evento tanto de erupciones volcánicas como de otros fenómenos.<sup>21</sup>

Un buen reconocimiento del área donde ocurre el fenómeno concurrentemente puede calcular la magnitud y lograr la prevención del evento, sin embargo, la sociedad no calcula riesgos

por lo tanto no invierte en prevención y como consecuencia las repercusiones de este tipo de fenómenos se convierten en calamidades.<sup>22</sup>

#### 2.2.1.3 Base de datos EM-DAT12

Existe una base de datos internacional de desastres naturales denominada EM-DAT12 donde se encuentra información disponible de eventos de calamidad que han sucedido a lo largo del tiempo en todo el mundo; a partir del año 1900 hasta la actualidad. Estos eventos deben cumplir con determinados criterios que los categorizan para esta denominación; entre ellos se mencionan eventos que involucren mínimo 10 muertos, que existan más de 100 personas con daños, que tenga declaración de estado de calamidad y que requiera la solicitud de asistencia internacional.<sup>22</sup>

Datos estadísticos sobre las consecuencias de la erupción del volcán de Fuego en el año 2018 contribuyeron a que se convirtiera en un evento de calamidad en Guatemala.

#### 2.2.2 Volcanes

Los volcanes son definidos como estructuras geológicas que provienen del interior de la tierra y del cual emerge magma que se divide en lava y gases en el exterior. Las erupciones procedentes de estos pueden ser canalizadas bajo dos diferentes puntos importantes; el primero es el aprovechamiento como recurso natural y la generación de energía geotérmica por medio de los vapores. Además, los volcanes son importantes para la vida ya que representan el origen de los océanos y la atmósfera en la que ahora vivimos. Con ello transforman el clima, construyen suelos fértilles y son fuentes de recursos minerales que reconstruyen el ecosistema del mundo.<sup>23</sup>

El segundo punto es la representación como amenaza como se describió anteriormente. Entre las principales amenazas de las erupciones volcánicas se puede mencionar la caída de los piroclásticos, lava o nubes ardientes, colapso de la estructura volcánica, afectación de zonas vecinas y si estas afectaciones se correlacionan con las condiciones climáticas como el viento o la lluvia pueden transportar los materiales a grandes distancias. Estos materiales volcánicos como la ceniza transportada por corrientes de aires pueden llegar a alcanzar grandes kilómetros, e incluso las corrientes de lava terminan contaminando lagos y ríos; también los gases emanados

pueden producir lluvias ácidas. Todo esto representa un peligro que puede evaluarse mediante el estudio de la cronología de sus eventos eruptivos.<sup>23</sup>

#### 2.2.2.1 Clasificación de los volcanes

Existen dos tipos de clasificación de los volcanes, según su estructura y en base al ambiente tectónico que les dio origen. Sin embargo, estas clasificaciones no son específicas para cada uno dado que un mismo volcán puede presentar diferentes tipos.<sup>23</sup>

##### 2.2.2.1.1 Clasificación según su estructura

Por su estructura, los volcanes pueden ser:

- **Estrato de volcán:** es de forma cónica con cráter central, donde la estructura está formada por lava, escoria, arena, ceniza producto de las sucesivas erupciones a lo largo del tiempo, de este tipo son la mayor parte de volcanes en Guatemala entre ellos el volcán de Fuego en Escuintla.
- **Calderas:** nacen por las erupciones violentas de un volcán donde se colapsa el centro de la estructura de dicho volcán y genera un gran cráter o caldera, podemos mencionar; la caldera de Amatitlán y el de Atitlán en Sololá; Guatemala.
- **Escudo:** son montañas con pendientes suaves formadas por superposición de ríos de lava fluidos.
- **Domo de lava:** son de estructura volcánica pequeña respecto a las anteriores por el exceso de lava viscosa. Entre este tipo se destaca el domo del volcán Santiaguito al suroeste del volcán Santa María en Quetzaltenango, Guatemala.
- **Cono de ceniza o escoria:** son de estructura cónica, pequeños formados por el acumulo de ceniza o escoria. Ejemplo de ello son los cerros alineados a la falla de Jalpatagua y de Ipala entre los departamentos de Chiquimula y Jutiapa; Guatemala.<sup>23</sup>

#### 2.2.2.1.2 Clasificación según ambiente tectónico

Los ambientes tectónicos se localizan al límite de las placas tectónicas en el cual ha existido previamente actividad tectónica. De acuerdo con el tipo de ambiente los volcanes se clasifican en:

- **Divergentes o formación de corteza:** tienen características dorsales oceánicas o cordilleras oceánicas, como ejemplo existe la “Dorsal media del Océano Atlántico” que es una cordillera de origen volcánico, sus explosiones son violentas de donde emana gas y lava de las grietas, también los volcanes de Islandia pertenecen a este ambiente.<sup>23</sup>
- **Convergentes o zonas de subducción:** en este tipo dos placas convergen y una se introduce debajo de la otra; con cada erupción ocasionan sismos de gran magnitud. Ejemplo de este tipo de ambiente tectónico lo conforma el Cinturón de Fuego del Pacífico que lo conforma suelo guatemalteco. <sup>23</sup>
- **Puntos calientes:** este no tiene relación con los bordes de cada placa, simplemente son puntos de elevada temperatura localizadas en el manto de lo profundo de la tierra, el magma alcanza la superficie y se forman volcanes, si la placa es sísmica se producen cráteres. Ejemplo de ello son las islas de Hawái.<sup>23</sup>

#### 2.2.2.2 Erupciones volcánicas

Las erupciones volcánicas representan emisiones violentas en la superficie terrestre de materiales procedentes de los volcanes el cual pueden ser caracterizadas por el tipo de lava, la cantidad de gases emanados y por los patrones que sigue la actividad volcánica.

De acuerdo con las características de cada volcán las erupciones se clasifican como:

- **Erupción tipo hawaiano:** se caracteriza por abundante lava, formando ríos de lava, los gases son liberados de forma tranquila y pueden impulsar la lava hasta 500 metros de altura.

- **Erupción tipo estromboliana:** realiza una actividad de explosiones constantes con lava pastosa en estado incandescente; libera gases y edifica conos de escoria con bastante rapidez. En este tipo de actividad volcánica se encuentra el volcán de Pacaya y parte de la actividad del volcán de Fuego.
- **Erupción de tipo vulcaniano:** son erupciones violentas con magma viscoso y difícil liberación de gases, estas erupciones van acompañadas de grandes cantidades de ceniza, rocas y arena que alcanzan gran altitud. Libera la chimenea del volcán y luego tiende a presentar una corriente de lava por el cráter principal o una fisura lateral. Este tipo también representa parte de la actividad volcánica del volcán de Fuego.
- **Erupción peleana:** son muy explosivas con magma viscoso y alto contenido de gases con explosiones de rocas, lateralmente forma flujos piroclásticos. Ejemplo de ello es el volcán Santiaguito.
- **Erupción pliniano:** erupción violenta con grandes columnas de gases, piroclástos y fragmentos de roca a decenas de kilómetros de altura acompañadas del colapso de la parte superior de la estructura volcánica. La erupción en el año 1902 del volcán Santa María representa un ejemplo de este tipo de actividad.
- **Erupción tipo islánido:** en este no existe un cono con cráter central, simplemente tiene grietas de donde emana gases y lava a grandes cantidades lo cual lo convierte en muy peligroso.
- **Erupción tipo límnica:** es el resultado de la acumulación de grandes cantidades de gases tóxicos entre ellos dióxido de carbono y ácido sulfúrico debajo de manantiales o enormes masas de agua como lagos los cuales emergen a la superficie luego de movimientos telúricos, provocando la asfixia de todo ser vivo a su paso. Ejemplo de ello es la erupción del lago Nyos en Camerún África en 1986.
- **Erupción freática:** es el resultado del contacto con aguas subterráneas donde emana vapor de agua y gases, por ejemplo el volcán Tacana en 1986 y Acatenango en 1972. <sup>23</sup>

#### 2.2.2.2.1 Productos de erupción volcánica

Las emisiones violentas de los volcanes producen materiales importantes como lava, piroclásticos y gases volcánicos.

- **Lava:** la lava definida como el magma que emana de la superficie de la tierra tiene diferentes tipos, del cual dependerán de la consistencia viscosa o líquida, del color y la composición de esta. La composición según la cantidad de silicio determina parte de su consistencia; mientras más silicio lo compone más viscoso es la lava. La temperatura también puede variar entre los 900 a 1 200 grados centígrados. En Guatemala los tipos de lavas más fluidas son las del volcán Pacaya, volcán de Fuego y Santiaguito.<sup>23</sup>
- **Piroclásticos:** los piroclásticos responden al nombre genérico de todas las rocas o sólidos fragmentados de distintos tamaños, que son lanzados en una erupción. Dependiendo su contenido se dividen de la siguiente manera:
  - **Bloques:** son fragmentos de roca irregulares que formaban parte de la estructura del volcán, sus dimensiones van desde 64 milímetros en adelante.
  - **Bombas volcánicas:** son masas de lava que al ser expulsadas y con el contacto del aire toman de consistencia plástica de varios centímetros.
  - **Escoria o tefra:** son pedazos de lava porosa solidificada y sucede por la liberación rápida de los gases.
  - **Lapilli:** es lava fragmentada y lanzada violentamente que se solidifica. Sus dimensiones van desde 4 a 32 milímetros.
  - **Ceniza:** término genérico para mencionar al magma fragmentado muy finamente y es transportada a grandes distancias con ayuda de las corrientes de aire.<sup>23</sup>

- **Gases volcánicos:** los gases volcánicos son los gases emanados de las erupciones volcánicas y el cual representa la mayor parte del volumen obtenido. Los principales gases emanados son el vapor de agua en un 90%, dióxido de azufre, monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno. Diversos estudios determinan la composición de estos como por ejemplo en el año 2016 en la isla de Hawái en el cual se publica sobre la contaminación del aire volcánico con de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) en diferentes proporciones según la actividad volcánica de la temporada. El dióxido de azufre junto a otros gases volcánicos incluidos la luz solar reaccionan con el oxígeno, el vapor de agua y el polvo para producir ácidos entre los que destacan el ácido sulfúrico. Estas reacciones químicas por lo tanto quedan predispuestas a las condiciones ambientales, particularmente por la velocidad y dirección del viento; para diseminarse dentro de las comunidades más cercanas o bien las más lejanas. Por lo tanto, las diferencias entre sí, están determinadas por las concentraciones y composiciones de estos según la distribución en la distancia.<sup>24</sup>

#### 2.2.2.3 Alerta volcánica

Con base al tipo de actividad volcánica que genera cada volcán se establece un sistema internacional de alerta de erupciones volcánicas, con lo cual se clasifica el tipo de amenaza que representa cada volcán en actividad. Este sistema a nivel mundial dicta las directrices a desempeñar en situaciones de emergencia, el cual se clasifica de la siguiente manera:

- **Estado de alerta verde:** es un estado de mayor actividad sísmica donde incrementa la temperatura de fumarolas, se interpreta como posible erupción volcánica en los próximos meses y años.
- **Estado de alerta amarillo:** es un estado de mayor actividad sísmica y deformación del terreno, se interpreta como posible erupción volcánica en las próximas semanas y meses.
- **Estado de alerta naranja:** se caracteriza por los mismos fenómenos anteriores con mayor frecuencia y el inicio de la actividad eruptiva, se interpreta como posible erupción volcánica en los próximos días y semanas.

- **Estado de alerta rojo:** estado de fuerte actividad sísmica y erupciones frecuentes, se interpreta como posible erupción volcánica en las próximas horas y días.<sup>23</sup>

La actividad del volcán de Fuego ha requerido el uso de este tipo de directrices; por ejemplo al inicio de su actividad durante los meses de enero y febrero del año 2018, se decretó alerta naranja en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Luego en junio del mismo año; surgió la gran actividad volcánica en el cual se decretó estado de alerta roja en el departamento de Escuintla y naranja a nivel nacional.<sup>23</sup>

### 2.2.3 Volcanes de Guatemala

Guatemala es un país rico en focos eruptivos ya que cuenta con 324 focos los cuales son conos cineríticos y de lava en el sur oriente, distribuidos de la siguiente forma: Jutiapa: 181; Santa Rosa: 42; Jalapa: 31; Chiquimula: 27; Guatemala: 13; Quezaltenango: 11; Sololá: 7; Escuintla: 4; San Marcos: 2; Totonicapán: 2; Chimaltenango: 1, Sacatepéquez: 1; El Progreso: 1 y Zacapa: 1.<sup>25</sup>

Los volcanes más activos son el volcán de Tacana, Santiaguito, Fuego y Pacaya. El volcán de Fuego es el de interés en este estudio el cual en el siglo XX ha presentado más de 60 erupciones desde 1524 caracterizada por ser del tipo vulcaniano; las más violentas ocurrieron en el año 1932, 1971, 1974, 1999, 2003, 2012 y la más reciente en junio del 2018.<sup>25</sup>

#### 2.2.3.1 Volcán de Fuego

El volcán de Fuego con 8 500 años de existencia se considera uno de los volcanes más activos del mundo con 60 erupciones desastrosas dentro de su localidad. Representa uno de los 324 volcanes de Guatemala ubicado en la cadena volcánica del cuaternario aproximadamente a 45 kilómetros en línea recta de la ciudad de Guatemala. Posee una altura de 3 763 msnm.<sup>26</sup>

La montaña de fuego, como le conocían en la época colonial; se clasifica como un estrato volcán con actividad estromboliano-vulcaniano. Esta actividad volcánica tiene dos fases; la primera fase; la erupción vulcaniana el cual es la más intensa, que inicia súbitamente con

columnas sostenidas de gas y cenizas que dependiendo de la magnitud logra alcanzar varios kilómetros de altura. También pueden formarse flujos piroclásticos y tefra durante esta fase el cual tiene una duración corta de horas. La segunda fase; la erupción de tipo estromboliana caracterizada por la emisión de lava y explosiones de escoria y cenizas el cual puede durar de meses a años.<sup>26</sup>

Según los datos petrográficos y geográficos sobre las rocas del volcán de Fuego se evidencia que la composición de estas rocas está representada por el tipo basáltico y el análisis de la composición de las lavas evidencia que más de la mitad del porcentaje corresponde al monóxido de silicio (SiO) con el 55.65%.<sup>26</sup>

Por las características de actividad volcánica; desde el año 1973 se inició el monitoreo del volcán de Fuego a partir de instituciones nacionales en cooperativa con instituciones internacionales; el cual se ha continuado hoy en día por el INSIVUMEH. Se realiza monitoreo visual, actividad sísmica y monitoreo geoquímico; particularmente la evaluación de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) a fin de lograr identificar oportunamente las variabilidades de las emisiones volcánicas.<sup>26</sup>

El volcán de Fuego se ha caracterizado por presentar actividad volcánica variable en los últimos 20 años. En el año 2017 la actividad del volcán de Fuego se inició por primera vez el 3 de enero de este mismo año en el que se reportaron caída de finas partículas de ceniza asociado a retumbos débiles audibles por vecinos cercanos. El domingo 3 de junio del año 2018 presentó una de las más grandes semejante al evento ocurrido en el año 1974; desde horas tempranas de la mañana el INSIVUMEH reportó fuertes erupciones y gruesas columnas de ceniza lanzadas por el volcán iniciando monitoreo estricto de la zona por incremento alarmante de esta actividad.<sup>26</sup>

#### 2.2.4 Efectos a la salud secundarios a erupción volcánica

##### 3.2.4.1 Sistema respiratorio

Las cenizas volcánicas y los gases provenientes de las erupciones volcánicas provocan mecanismos fisiopatológicos similares a los agentes causales de las enfermedades infecciosas y del intersticio pulmonar. A continuación, se mencionan cada una de estas enfermedades desde

el punto de vista médico; asociando las características fisiopatológicas que se relacionan al daño provocado por estos productos volcánicos.<sup>27</sup>

#### 2.2.4.4.1 Sistema respiratorio superior

Las infecciones del tracto respiratorio superior se describen como aquellas que afectan el sistema respiratorio superior tal como nariz, orofaringe, senos paranasales, conductos auditivos, faringe y laringe. Los virus desarrollan el 90% de los casos en los menores de 5 años; además bacterias, hongos y otros irritantes pueden desencadenar mecanismos de respuesta inflamatoria tal como la ceniza y demás productos volcánicos.<sup>28</sup>

Entre las infecciones agudas del tracto respiratorio superior se pueden mencionar la rinofaringitis o resfriado común, sinusitis, faringitis, laringitis, rinitis, otitis media, faringoamigdalitis, sinusitis aguda e influenza. En este apartado se detallan las patologías más frecuentes dentro de esta categoría.<sup>28</sup>

- **Rinofaringitis aguda**

Conocido como resfriado común se considera de origen exclusivamente viral; especialmente los rinovirus que representan del 30-50% de los casos. Las afecciones bacterianas son muy infrecuentes. Según su epidemiología posee prevalencia en diferentes grupos de edad; particularmente en niños menores de edad escolar, no muestra preferencia por sexo y se manifiesta principalmente en temporadas frías y lluviosas. Se transmite por vía aérea; especialmente por partículas generadas al respirar, toser, estornudar o hablar. Estas partículas de aproximadamente 0.05 a 500 µm producidos por personas infectadas se dispersan por vía aérea y por gotas de saliva que ingresan al sistema respiratorio en donde manifiestan la sintomatología característica de la enfermedad.<sup>29</sup>

Similar al contagio que existe de origen infeccioso corresponde al originado por las cenizas de las erupciones volcánicas, que generan partículas de similar tamaño para que facilite la entrada al organismo y provoquen los procesos inflamatorios que llevan implícitos.<sup>29</sup> La sintomatología del resfriado común empieza con malestar general

incluyendo congestión nasal, irritación faríngea, cefalea, fiebre, rinorrea acuosa que se convierte en mucopurulenta conforme va evolucionando el curso de la enfermedad. Habitualmente dura entre 7-10 días. El diagnóstico para este tipo de patología es exclusivamente clínico. El tratamiento de la enfermedad es sintomático con antihistamínicos, expectorantes y antipiréticos a fin de aliviar las molestias provocadas por la rinoftaringitis.<sup>29</sup>

- **Faringoamigdalitis**

Es la inflamación del área faringoamigdalar asociado a un proceso agudo febril ocasionado por infección por microorganismos.<sup>30</sup> La mayor parte de esta patología es a consecuencia de infecciones víricas; más del 80% de los casos. Las infecciones bacterianas, aunque menores, son las que ameritan mayor interés por el riesgo de producir complicaciones supurativas como otitis media aguda-OMA, adenitis o absceso periamigdalino; o complicaciones no supurativas como fiebre reumática y glomerulonefritis.<sup>30</sup>

El estreptococo beta hemolítico del grupo A -EBHGA es causante de la gran mayoría del porcentaje por causa bacteriana. La epidemiología de la enfermedad indica que los casos por EBHGA incrementan en determinadas épocas del año, como en invierno o primavera. Así como también tiene mayor incidencia en la edad de 5-15 años. Muy raramente se evidencia en menores de 2 años. Sin embargo, dependiendo del ambiente en el que se desenvuelven los infantes pueden representar factores de riesgo para desarrollarse a partir de los 18 meses; tales como los niños que asisten a guarderías o que tienen hermanos mayores. Los microorganismos que logran llegar a la vía aérea vencen los mecanismos de defensa del huésped. Por ejemplo, las vibriras y cornetes de las vías nasales capturan los agentes externos y los expulsan por medio de la tos. Sin embargo, los agentes que llegan a alcanzar la orofaringe y se almacenan en esta área generan un mecanismo de defensa del organismo ante el ataque infeccioso al que se ve expuesto.<sup>30</sup>

A partir de evidencias del daño pulmonar en estudios que se han desarrollado; existe un mecanismo fisiopatológico ocasionado por el producto de las erupciones volcánicas tales como las cenizas volcánicas. La cascada de daño pulmonar e inflamación inicia luego de la inhalación de partículas de mayor tamaño las cuales se depositan en los tejidos pulmonares superiores. En la vía aérea superior los mecanismos de limpieza como la tos y el movimiento de barrido de los cilios permiten la remoción de estas partículas, lo que genera la sintomatología característica de este tipo de patología.<sup>30</sup>

Las principales manifestaciones clínicas de la faringoamigdalitis bacteriana son aumento súbito de la temperatura (38-39°C), faringodinia, adenopatía cervical anterior, exudado amigdalar; aunque no es patognomónico de la enfermedad. Puede coexistir cefalea, decaimiento y dolor abdominal. Por el contrario cuando la afectación es de origen viral el paciente puede cursar con sintomatología catarral, fiebre moderada e hiperemia variable en faringe. El diagnóstico en la mayoría de los casos es por exploración física. Sin embargo, puede realizarse frotis faríngeo que corresponde al patrón de oro para realizar el diagnóstico. Dependiendo del agente causal; en las víricas únicamente se requiere tratamiento sintomático con analgésicos y en las faringoamigdalitis de origen bacteriano se utiliza antibióticos y analgesia.<sup>30</sup>

- **Otitis media aguda**

Se define como la presencia de líquido ya sea sangre, pus, exudado o trasudado en el oído medio; cavidad ósea recubierta por mucosa. Se clasifica según la existencia de sintomatología clínica aguda o crónica, así como también los antecedentes de infecciones previas. La otitis media aguda puede ser con exudado asintomático o el otro tipo sintomático el cual puede ser otitis media esporádica u otitis media de repetición. La más frecuente y mayor conocida es la otitis media aguda (OMA).<sup>30</sup> La infección por virus en este tipo de patología es muy infrecuente, prevalecen los microorganismos de origen bacteriano entre ellos el más importante *S. pneumoniae* que representa el 35% de los casos. También pueden intervenir diferentes agentes externos.<sup>30</sup>

La prevalencia de este tipo de patología es mayor en niños menores de 2 años, no muestra preferencia por sexo según su epidemiología. La otitis media representa una de

las complicaciones de la faringoamigdalitis bacteriana; el cual permite el inicio de la enfermedad y su posterior propagación hacia el oído medio.<sup>30</sup>

La ceniza volcánica puede representar un agente causal que desencadena respuestas inflamatorias del huésped, al ingresar directamente al oído externo su posterior propagación al oído medio. Con la llegada de agentes externos dentro del organismo se encapsula el material provocando un proceso infeccioso posterior.<sup>30</sup> Su sintomatología puede ser específica e inespecífica; al representar una enfermedad en la que el diagnóstico está basado en la clínica del paciente. Los síntomas clínicos son hipoacusia, otalgia y secreción procedente del oído medio, estos pueden ir acompañados por fiebre, vómito, diarrea o anorexia el cual representa los síntomas clínicos inespecíficos. Los hallazgos con otoscopio son hiperemia o matidez de la membrana timpánica y evidencia de exudado purulento.<sup>30</sup>

Su diagnóstico es clínico; aunque pueden apoyarse en los hallazgos otoscópicos e incluso exámenes complementarios como otoscopia neumática o timpanometría. El tratamiento para otitis media aguda consiste en antibióticos y analgesia el cual puede llevarse a cabo ambulatoriamente.<sup>30</sup>

#### 2.2.4.1.2 Sistema respiratorio inferior

Se definen como aquellas infecciones agudas del tracto respiratorio inferior más específico a nivel tejido o parénquima pulmonar y bronquios. Entre ellas se puede mencionar la neumonía.<sup>31</sup>

- **Neumonía**

Es una enfermedad infecciosa del parénquima pulmonar. Corresponde a una de las patologías con mayor morbilidad y mortalidad en los extremos de la vida; como en los niños menores de 5 años y los ancianos. La neumonía puede clasificarse dentro de las variantes: neumonía extrahospitalaria, neumonía hospitalaria, neumonía vinculada con el uso de respirador mecánico y neumonía vinculada con la atención de la salud.<sup>31</sup>

Los microorganismos causales de la neumonía extrahospitalaria comprenden bacterias, hongos, virus, protozoos e incluso virus. El germe más común es la bacteria *Streptococcus pneumoniae*, sin embargo, pueden presentarse microorganismos atípicos lo que dificulta el tratamiento a establecer. El agente causal va relacionado con los factores epidemiológicos y de riesgo a la que estén expuestos los pacientes para establecer la etiología de la enfermedad.<sup>31</sup>

Según su epidemiología el 80% de los pacientes pertenecen a afectaciones que pueden tratarse ambulatoria y únicamente el 20% es tratado intrahospitalariamente. La vulnerabilidad de ciertos pacientes como los inmunodeprimidos, alcoholismo, asma o mayores de 70 años los hace más susceptibles a adquirir este tipo de enfermedades. Así también los menores de 5 años corresponden a este grupo vulnerable. La preferencia por sexo femenino o masculino se ha asociado al tipo de microorganismo causante de la patología.<sup>31</sup>

La neumonía como enfermedad infecciosa responde a la proliferación del agente causal; que en su mayoría son microorganismos inhalados desde la orofaringe por gotitas contaminadas que llegan al nivel alveolar y desencadenan una respuesta inflamatoria por parte del hospedador. El cuerpo humano está diseñado para combatir cualquier agente extraño que ingresa, por ejemplo, los cornetes y el mecanismo mucociliar que se encargan de localizar, eliminar y expulsar cualquier agente desconocido. Si estos logran vencer las barreras principales, los macrófagos poseen la capacidad para eliminarlos y destruirlos en los alvéolos pulmonares.<sup>31</sup>

Sin embargo, si no se logra destruir el agente causal con estas barreras de protección, en los alvéolos los macrófagos desencadenan una respuesta inflamatoria que es la causante del cuadro clínico de la neumonía. Por lo tanto, en la vía aérea inferior donde inician los pequeños bronquiolos menores de 2 milímetros de diámetros y no se encuentran ciliados los mecanismos de limpieza pulmonar es a través de macrófagos alveolares y capilares linfáticos.<sup>12</sup>

Los efectos de las erupciones volcánica a nivel de los alvéolos radica en que la exposición crónica a partículas finas menores de 0.1 milímetro ultrafinas no son detectadas por los mecanismos de limpieza y pueden pasar directamente a los capilares pulmonares, provocando una respuesta inflamatoria por medio de los macrófagos alveolares quienes liberan interleucinas IL-1, IL-6, factor de necrosis tumoral (TNF) y factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) estimulando así la respuesta de los polimorfonucleares provocando daño en los tejidos pulmonares a través de la amplificación de la respuesta inflamatoria.<sup>12</sup>

Los signos y síntomas de la neumonía pueden convertirse de leves a letales dependiendo la evolución y la gravedad de la enfermedad. Síntomas como tos, fiebre, frecuencia cardiaca aumentada (taquicardia) son característicos de la enfermedad. El diagnóstico puede establecerse a partir de las manifestaciones clínicas que presenta el paciente, se puede hacer uso de estudios de imagen como radiografía de tórax para evidenciar consolidación pulmonar o derrame pleural.<sup>32</sup> El tratamiento para neumonía consiste en antibioticoterapia ambulatoria e hidratación adecuada, algunos requieren hospitalización según la gravedad de la sintomatología, por lo que ameritan oxigenoterapia o ventilación asistida.<sup>31</sup>

#### 2.2.4.2 Piel

Los efectos de las erupciones volcánicas en la piel han evidenciado el aumento de los casos de dermatitis posteriores a exposiciones las cuales están explicadas por la acidez de las cenizas y otros compuestos como el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Las quemaduras son provocadas por contacto directo con los materiales volcánicos expulsados inmediatamente y otras causadas por manipulación prolongada de estos.<sup>27</sup>

##### 2.2.4.2.1 Dermatitis de contacto

Es la inflamación aguda de la piel ocasionada por agentes irritantes y alérgenos en la superficie de la misma.<sup>32</sup> Puede ser provocada por distintas sustancias químicas o biológicas disolventes, destilados del petróleo, ácidos y álcalis diluidos, jabones y detergentes,

resinas y plásticos o desinfectantes.<sup>27</sup> Las erupciones volcánicas representan sustancias irritantes por la composición de las mismas que provoca este tipo de patología.

Epidemiológicamente afecta a cualquier grupo de edad con antecedentes de exposición y sujetos atópicos. Puede presentar inflamación inespecífica que responde a la exposición de sustancias irritantes o una reacción de hipersensibilidad tipo IV por medio de dos fases; una de sensibilización y otra de respuesta por re exposición.<sup>27</sup> Las manifestaciones clínicas por irritantes se manifiestan con mucho dolor, hinchazón, calor y formación de vesículas delimitadas; la reacción es alérgica se presenta con mucho prurito y puede aparecer en cualquier parte del cuerpo.<sup>32</sup>

El diagnóstico se basa en la evaluación clínica de la piel por especialista y la correlación con historia de la enfermedad. Para tratarla se debe de evitar las irritantes causales, colocar compresas frías y la toma de medicamentos antihistamínicos y corticosteroides tópicos de mediana a alta potencia como la triamcinolona en crema o betametasona.<sup>32</sup>

#### 2.2.4.2.2 Quemaduras

Se definen como lesiones en piel ocurridas por contacto o exposición a calor, sol, radiación y sustancias químicas o biológicas. Ejemplo de ellos son líquido caliente, vapor, corriente eléctrica, radiación, luz solar; sustancias químicas como metales en estado líquido y sustancias biológicas como lava emanada de las erupciones volcánicas. Puede manifestarse en cualquier grupo de edad con antecedentes de exposición. Su mecanismo de daño inicia con pérdida de epidermis, dermis, tejido subcutáneo, músculo y hueso por aumento de temperatura y daño celular.<sup>33</sup>

Las manifestaciones clínicas van de acuerdo con el grado de quemadura y el cual se clasifican de la siguiente manera:

- **Quemadura de primer grado:** afectación de epidermis, causa flacidez, enrojecimiento y dolor.

- **Quemadura de segundo grado:** afectación de epidermis y dermis, puede ser superficial y profunda con presentación de flictenas si es superficial, piel se ve roja o blanca según profundidad.
- **Quemadura de tercer grado:** alcanza tejido subcutáneo, músculo, hueso, nervios, pueden evidenciarse coloración negra, sin sensibilidad.<sup>33</sup>

Para su correcto diagnóstico debe ser evaluado por personal capacitado como médicos u otros profesionales de la salud. El tratamiento depende del grado de quemadura, pero las medidas generales son limpieza de la herida con agua, analgesia, hidratación del paciente, incluso la aplicación de sulfadiazina de plata en el área afectada y vacunación contra tétanos. Además, dependiendo la gravedad puede requerir tratamiento hospitalario que incluye hidratación intravenosa, antibióticos entre otros.<sup>33</sup>

#### 2.2.4.3 Oculares

Los síntomas y signos oculares están causados por los siguientes mecanismos: el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) se descompone por oxidación en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y compuestos de sulfato los cuales irritan los nervios y mucosa de la superficie ocular. El ardor, enrojecimiento, prurito e inyección conjuntival corresponden a las manifestaciones clínicas más frecuentes el cual se deben a la liberación de histamina que provoca vasodilatación por aumento del flujo sanguíneo. La vasodilatación provoca extravasación del plasma provocando la acumulación de líquido debajo de la conjuntiva dando lugar a la quemosis. La inflamación conjuntival provoca una reacción papilar de vasos sanguíneos dilatados o telangiectasias. Las papillas se ven generalmente en la conjuntiva palpebral superior y predisponen al ojo a una sensación de cuerpo extraño.<sup>27</sup>

Las partículas de cenizas de diámetros grandes mayores a  $10 \mu\text{m}$  de diámetro pueden actuar en la conjuntiva como cuerpo extraño, especialmente los cristales de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) que pueden provocar abrasiones e irritación por su acidez a la conjuntiva y córnea. De los síntomas más comunes referidos por pacientes se encuentra la comezón y sensación de cuerpo extraño en el 100%, epifora 96% y ardor 90%.<sup>33</sup> De acuerdo a esto mecanismos de daño se presentan

las manifestaciones clínicas que dan lugar a clasificar cada una de las patologías de la siguiente forma.<sup>27</sup>

#### 2.2.4.3.1 Conjuntivitis

Es la inflamación de la conjuntiva del ojo ocasionada por virus, bacterias, hongos o causas no infecciosas.<sup>34</sup> En las infecciosas las bacterias comunes como neumococo, estafilococo, gonococo; los virus más frecuentes, adenovirus, virus herpes. Para la forma no infecciosa se mencionan agentes físicos, químicos, cuerpo extraño, polvo, humo, ceniza etcétera. Según su epidemiología los niños son los más afectados por esta patología, el tipo infeccioso es muy contagioso y el no infeccioso depende de la exposición.<sup>35</sup>

Por el agente causal se puede clasificar como conjuntivitis infecciosa, conjuntivitis alérgica por tóxicos; el cual puede ser producida por distintas sustancias que activan una respuesta alérgica, o conjuntivitis por irritación que se produce por agentes externos, humo, viento, radiaciones solares entre otros en el cual el ojo no se hidrata correctamente.<sup>35</sup>

La conjuntiva del ojo es una mucosa que se mantiene hidratada constantemente permitiendo el movimiento del ojo en forma natural, al ser afectada por diferentes agentes produce una reacción inflamatoria local en conjuntiva; la córnea.<sup>35</sup>

Las manifestaciones clínicas son muy variadas dependen de los factores causantes de la patología. Las de tipo infeccioso presentan secreciones anormales de tipo purulento presentando inflamación, prurito y ardor; las de tipo alérgico e irritante se presenta con producción de lágrimas aumentada, picor, quemazón y sensación de cuerpo extraño.<sup>35</sup>

El diagnóstico de conjuntivitis se realiza por medio de exploración ocular e historia de la enfermedad y se puede complementar con exámenes de laboratorio. El tratamiento y manejo depende de los factores desencadenantes de la enfermedad; para conjuntivitis de tipo infeccioso se utiliza antibioticoterapia o antimicótico, tratamiento sintomático en el caso de ser viral o aciclovir si se sospecha de herpes virus. Se debe manejar con compresas frías, lavado de ojos, y disminución de la exposición del agente en caso de cuerpo extraño o irritantes.<sup>35</sup>

#### 2.2.4.3.2 Blefaritis

Es la inflamación de los párpados superiores o inferiores que afecta la producción de lágrimas o pestañas. Existen distintos agentes causales entre ellos virus, bacterias o irritantes como estafilococos, neumococos, rinovirus o cuerpos extraños. Es común en pacientes pediátricos con distribución igual en sexo y pacientes con piel grasa. Su mecanismo de daño corresponde al crecimiento de distintas bacterias produciendo la formación de láminas que obstruyen glándulas de aceite en los párpados. Las manifestaciones clínicas son inflamación, irritación, prurito y secreciones aceitosas en los bordes de ambos párpados.<sup>36</sup>

El diagnóstico es clínico por medio de la evaluación oftalmológica con observación de bordes de párpados superiores e inferiores inflamados, eritematosos y prurito. No existe un tratamiento definitivo, únicamente medidas coadyuvantes como compresas con agua tibia, lavado diario de ambos párpados, lágrimas artificiales y antibióticos si se sospecha que la causa es bacteriana, ejemplo cloranfenicol ungüento.<sup>36</sup>

#### 2.2.4.3.3 Abrasión de córnea

Es una raspadura o cortadura de la capa superficial de la córnea. Puede ser ocasionado al frotarse los ojos al contacto con un cuerpo extraño, o el contacto directo de materiales externos como tierra, rocas, maquillaje, ramas entre otros. Afecta a todos los grupos de edad, con la misma distribución de sexo. Su fisiopatología está basada en la existencia de gran cantidad de células nerviosas a nivel de la córnea; los cuerpos extraños o materiales externos producen lesión del tejido incrementando la respuesta inflamatoria.<sup>37</sup>

Las principales manifestaciones clínicas son sensación de cuerpo extraño, dolor, irritación, visión borrosa y dolor a la exposición de la luz. Para diagnosticar y evaluar la gravedad se puede colocar una solución en la córnea del ojo y logrará observar abrasiones a través de una lámpara con luz adecuada o por medio de una cámara de oftalmoscopia especializada con un oftalmólogo experimentado. El tratamiento se establece de acuerdo a la gravedad de la lesión. Si el tipo de lesión es leve bastará con dejar gotas lubricantes y la colocación de un parche para evitar que el paciente parpadee, por el contrario, si es de tipo moderado a grave se puede utilizar gotas que dilaten la pupila para disminuir dolor y profilaxis con antibiótico.<sup>37</sup>

Todas estas enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares detalladas anteriormente son patologías diagnosticadas en sistemas sanitarios que brindan atención primaria en salud el cual corresponde a la asistencia sanitaria por personal capacitado más accesible que posee la población. El sistema de salud de Guatemala genera este tipo de atención en los puestos y centros de salud a nivel nacional en el que se monitorea cada paciente mediante el registro de datos generales, diagnóstico y tratamiento proporcionado en formularios específicos según el servicio de salud que notifica la información y otras características de los pacientes. Estos formularios llamados Sistema de Información Gerencial de Salud o SIGSA llevan implícitos una serie de pasos para que la información pueda ser identificada a nivel nacional y se genere actualización del estado de salud de Guatemala.

#### 2.2.5 Sistema de Información Gerencial de Salud –SIGSA

Corresponden a una metodología en salud integrada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) en Guatemala y aprobada por el acuerdo ministerial número 192-2015.<sup>40</sup> Esta estrategia garantiza la organización y coordinación entre las diferentes instituciones de atención en salud que coordina MSPAS con el objetivo de obtener información unificada del sector salud a nivel nacional y por lo tanto facilite aplicar políticas de gestión.<sup>40</sup> La serie de pasos que lleva implícita el flujo de información para que sean analizados a nivel nacional inicia en los registros de pacientes atendidos en las unidades notificadoras de los servicios de salud tales como puestos y centros de salud. Esta metodología se realiza a partir de diferentes formularios denominados SIGSA que se llenan exhaustivamente para obtener información concisa. Estos formularios se trasladan al nivel inmediato superior; por ejemplo, en el caso de los puestos de salud; el distrito municipal de salud es quien consolida la información, la evalúa y digita diariamente a través de portales web y recursos relacionados a la tecnología de la información para trasladarla al área de salud. La información del área de salud se envía a la unidad central del SIGSA donde se consolida a nivel nacional.<sup>38</sup>

Los formularios SIGSA se clasifican de acuerdo con la unidad notificadora que informa como el puesto o centro de salud; y otras características que les corresponden, como edad, morbilidades, nacimientos, vacunación etc. Por ejemplo, un formulario en el que el puesto de salud notifica los pacientes atendidos se le conoce como SIGSA 3 P/S (registro diario de consulta

y post consulta en puestos de salud). Otro ejemplo corresponde al SIGSA de emergencia donde se registran los pacientes atendidos en situaciones particulares que pone en peligro la salud de los pobladores, tal como el evento ocurrido por la erupción del volcán de Fuego en el año 2018 en el que fueron atendidas miles de personas en los puestos o centros de salud y albergues.<sup>39</sup>

## 2.3 Marco teórico

### 2.3.1 Efectos en el sistema respiratorio

Los efectos a nivel del sistema respiratorio dependen de los niveles de exposición y tiempo a los que se somete la población; así como también de las características del tamaño y composición de las partículas. Estas partículas liberadas de las cenizas por los volcanes como material fino y potencialmente respirable, corresponde de manera alarmante con las explosiones silílicas y basálticas explosivas. Por lo tanto, se ha evidenciado asociación entre el aumento de proporción de enfermedades respiratoria y la exposición a partículas de diferentes tamaños de las cenizas volcánicas; a partir del cual se forma la primera teoría.<sup>40</sup>

- **Teoría de enfermedades respiratorias agudas y crónicas por las partículas de tamaños respirables**

En la evaluación físico química y toxicológica de la ceniza que realizó la Red Internacional de riesgos para la salud volcánica dió origen a dos estudios en Islandia por frecuentes erupciones de los volcanes Eyjafjallajökull y Grímsvötn; se evidenció que las partículas más finas menores de 4 µm de diámetro son las causantes de los daños pulmonares más extensos por ubicarse en el intersticio y alvéolos. Este material a nivel inferior del sistema respiratorio provocó diversas neumoconiosis como silicosis, enfisema, fibrosis y cáncer pulmonar.<sup>40</sup>

Esta teoría indica que las partículas entre los 4-10 µm de diámetro son respirables y se alojan en la tráquea y bronquios provocando tos productiva, opresión torácica, neumonía, exacerbación del asma y bronquitis aguda y crónica en personas susceptibles.

<sup>40</sup> Por contrario partículas de 10-100 µm de diámetro únicamente se alojan en la vía aérea

superior provocando irritación, coriza y secreción nasal, irritación de garganta y tos seca. Además, las personas expuestas son susceptibles a desarrollar otitis, amigdalitis, faringitis, sinusitis aguda y empeoramiento de la sinusitis crónica; enfermedades detalladas anteriormente como infecciones respiratorias agudas superiores (IRAS).<sup>40</sup>

- **Teoría del inflasoma NLRP3 y el silenciante del gen NLP3 murino**

La ceniza volcánica genera un insulto al cuerpo humano con alta toxicidad crónica favorece una respuesta proinflamatoria baja, pero significativa da lugar a inflamación in vivo. La ceniza es un factor importante para la respuesta de los macrófagos, estos a su vez producen una cantidad importante de interleucina IL-1 $\beta$  madura. Esta cantidad producida es independiente de las caspasas 1 y ASC y se puede identificar una vía importante mediada por el inflamasoma y el silenciamiento del gen NLP3 murino como también la inhibición de NLRP3 humano.<sup>41</sup>

La endocitosis y las catepsinas inducen secreción de interleucina 1 lo que produce que el lisosoma de la célula madure y posteriormente produzca una rotura y todos los contenidos dañinos sean esparcidos en el citosol dañando así a la célula, es el primer mecanismo de inflamación inducida por ceniza volcánica in vitro. El inflamasoma NLRP3 es sensible a la ceniza y está relacionado con la fase de la sílice cristalina que puede encontrarse en los componentes de la ceniza y están relacionados con la cronología de las erupciones.<sup>41</sup>

- **Teoría según Monick sobre vía de señalización NF-Kb**

Las partículas de ceniza promueven la infección bacteriana por medio de la señalización NF- $\kappa$ B a través de receptores de reconocimiento lo que logaría un círculo vicioso entre exposición, vulnerabilidad a patógenos y patología. La inflamación de tipo crónico ocasionado por la activación del inflasoma producido por distintas partículas como silicosis y asbestosis resulta por la baja capacidad de las células para digerir o destruir el material ajeno al cuerpo lo que conduce a una vía de apoptosis y reingestión de partículas.<sup>41</sup>

La inflamación crónica resultante de la activación del inflamasoma inducido por partículas, por ejemplo, en silicosis o asbestosis, se deriva de la incapacidad de las células para destruir el material ingerido, lo que lleva a rondas sucesivas de apoptosis y reingestión del material cristalino.

<sup>41</sup>

Existe una diferencia entre la sílice cristalina se reconoce la forma pura como cuarzo que es un mineral compuesto de silice y la cristobalita volcánica, la cantidad de sílice en la cristobalita es poca para activar la respuesta como lo hace la sílice cristalina puro. Se plantea la hipótesis que tras las erupciones es posible las modificaciones de la cristobalita volcánica a su forma pura, logrando ser potencialmente capaces de causar enfermedades intersticiales pulmonares.<sup>41</sup>

### 2.3.2 Efectos sobre piel y conjuntiva ocular

- **Teoría acerca de los síntomas y signos oculares causados por el “vog” según J. Camara y J. Lagunzad**

El dióxido de azufre se oxida a los aerosoles de ácido sulfúrico y compuestos de sulfato que forman partículas de tamaño fino. Estos aerosoles irritan los nervios y la mucosa de la superficie ocular causando desgarros e irritación. El material particulado también puede desencadenar una cascada alérgica, estimulando la liberación de histamina. El enrojecimiento de los ojos y la inyección conjuntival se deben a la vasodilatación y al aumento del flujo sanguíneo.<sup>34</sup>

La quemosis; referente a la acumulación de líquido debajo de la conjuntiva bulbar, resulta de la extravasación de plasma. La inflamación conjuntival da lugar a una reacción papilar, que es un patrón de mosaico fino de vasos sanguíneos telangiectáticos dilatados. Las papillas se ven generalmente en la conjuntiva palpebral superior y predisponen al ojo a una sensación de cuerpo extraño. La hinchazón de los párpados se produce a medida que la inflamación se vuelve más difusa. La acumulación de partículas en el punto contribuye al edema puntual y exacerba el desgarro.<sup>34</sup>

La picazón se debe a la histamina liberada después de que se haya activado la cascada alérgica. Además, se destaca que estos mismos materiales son los responsables

de provocar irritación y prurito en la piel en las personas expuestas a estos y otras partículas volcánicas.<sup>34</sup>

## 2.4 Marco conceptual

- **Amenaza:** proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disruptpciones sociales y económicas o daños ambientales.<sup>21</sup>
- **Amenaza natural:** están asociadas predominantemente a procesos y fenómenos naturales.<sup>21</sup>
- **Blefaritis:** enfermedad ocular que afecta a los párpados y causa inflamación.<sup>36</sup>
- **Neumonía:** inflamación de los alveolos.<sup>31</sup>
- **Conjuntivitis:** inflamación de la conjuntiva del ojo por diferentes virus o bacterias.<sup>36</sup>
- **Dermatitis:** enfermedad cutánea inflamatoria por distintas causas.<sup>32</sup>
- **Edad:** tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.<sup>42</sup>
- **Enfermedad Respiratoria:** las enfermedades respiratorias afectan a las vías respiratorias, incluidas las vías nasales, los bronquios y los pulmones. Incluyen desde infecciones agudas como la neumonía y la bronquitis a enfermedades crónicas como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.<sup>28</sup>
- **Enfermedad dermatológica:** una enfermedad cutánea o dermatológica es una enfermedad de la piel.<sup>27</sup>
- **Enfermedad ocular:** enfermedad en los ojos por cualquier etiología.<sup>27</sup>

- **Faringitis:** inflamación de la mucosa que reviste la faringe.<sup>30</sup>
- **Faringoamigdalitis:** inflamación de la faringe y amígdalas.<sup>30</sup>
- **IRAS:** infecciones respiratorias agudas superiores.<sup>30</sup>
- **Neumonía:** inflamación de los pulmones por multiplicación de virus, bacterias u otros agentes.<sup>31</sup>
- **Otitis media aguda:** infección bacteriana y viral del oído.<sup>30</sup>
- **Procedencia:** punto físico de donde viene alguien, lugar de inicio o nacimiento.<sup>42</sup>
- **Quemadura:** lesión en la piel por calor, sustancias, electricidad, radiación.<sup>33</sup>
- **Riesgo:** contingencia o proximidad de un daño.<sup>21</sup>
- **Riesgo de desastres:** posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños en bienes en un sistema, una sociedad o una comunidad en un período de tiempo concreto, determinados de forma probabilística como una función de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad.<sup>21</sup>
- **Rinofaringitis:** infección de las vías respiratorias faringe y cavidades nasales<sup>29</sup>
- **Sexo:** conjunto de individuos que comparten una condición biológica diferenciándose por sus órganos reproductores.<sup>42</sup>
- **Vulnerabilidad:** condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas.<sup>21</sup>

## 2.5 Marco geográfico

### 2.5.1 Departamento de Escuintla

Ubicado al sur del país, limita al norte con Chimaltenango y Sacatepéquez, al sur con el océano pacífico, al este con Santa Rosa y al oeste con Suchitepéquez. Su extensión territorial es de 4 384 km<sup>2</sup> y su altitud media de 347 metros sobre el nivel del mar y con salida a él. Dividido en 13 municipios, la cabecera departamental es el municipio de Escuintla. El departamento posee cuatro regiones geográficas:

- Territorio Madre Vieja
- Azucarero
- Litoral del Pacífico
- Pacaya

Además, cuenta con 1 540 lugares poblados siendo la división así: 3 ciudades, 17 pueblos, 53 aldeas, 213 caseríos y otros sin número específico como fincas, haciendas, colonias, parcelamientos y microparcelamientos.<sup>48</sup> Se encuentra ubicada en 3 regiones fisiográficas; tierras altas cristalinas, pendiente volcánica reciente y llanura costera del pacífico.<sup>43</sup>

Entre sus principales volcanes esta Pacaya y parte de Fuego además de mantos acuíferos como ríos, lagunas y manantiales. En las faldas y cercanías del volcán de fuego y pacaya se encuentran asentadas aldeas, caseríos, colonias y fincas. Su clima es cálido con temperaturas entre 21°C y 34° C, los municipios de San Vicente Pacaya, Palín y Guanagazapa son la parte fría montañosa con temperaturas entre 15°C y 24°C. Población estimada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) total para el año 2018 de 804 515 habitantes con una densidad poblacional de 183 habitantes por km<sup>2</sup>. Posee grupos indígenas como Poqoman, Mam y otros. Es un departamento compuesto de habitantes jóvenes y niños en su mayoría, predomina sexo femenino con 145 mujeres por cada 100 hombres. El 51.1% de la población vive en el área urbana y el resto en rural.<sup>43</sup>

La CONRED reporta el mayor número de desastres naturales fue durante el año 2010, con 322 eventos siendo tanto tormentas como eventos eruptivos y el año que menos presento fue el 2012 con 21 eventos en su mayoría eruptivos del Volcán de Fuego y Pacaya.<sup>43</sup>

#### 2.5.1.1 Municipio de Escuintla, Escuintla

Es la cabecera departamental, ubicado al norte del departamento su extensión territorial es de 332 km<sup>2</sup> con 346 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con San Juan Alotenango, Suchitepéquez; al sur con Masagua; al este con Palín, San Vicente Pacaya y Guanagazapa; al oeste La Democracia y Siquinalá. Se divide en dos regiones norte y sur.<sup>44</sup>

- **Región norte:** compuesta de área montañosa y volcánica con volcanes activos como el Pacaya y Fuego, cráteres laderas y pendientes donde se asientan diversas comunidades:
  - San Andrés Osuna
  - Ceylán
  - Chuchú
  - Guadalupe El Zapote
  - La Rochela
  - La Trinidad
  - El Rodeo
  - San Felipe
  - Comunidad Maya
  - Don Pancho
  - 46 fincas en dirección a carretera de la Antigua Guatemala
  - 15 fincas en ruta vieja Palín Escuintla
  - 5 fincas dirección autopista Palín- Escuintla
- **Región sur:** en el área urbana y costa del municipio cuenta planicies y llanuras. Compuesta de 5 zonas, 27 lotificaciones y 55 fincas.

El municipio de Escuintla cuenta con clima cálido, con temperaturas mínimas de 21°C y máximas de 34°C. Población total estimada por Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2018 es de 168 277 habitantes con una densidad poblacional de 506 habitantes por km<sup>2</sup>.<sup>44</sup>

Se encuentra con una densidad alta superando a la densidad nacional. Su distribución por géneros es de 50.38% mujeres y 49.62% hombres. Distribuidos así área rural 72.2% y urbano 27.71. La ubicación geográfica del municipio de Escuintla en el área norte es con San Juan Alotenango de Sacatepéquez compartiendo los límites del Volcán de Fuego y la ruta nacional 14 camino a Antigua Guatemala, de la aldea El Rodeo a San Miguel los Lotes área de la tragedia del 3 de junio del año 2018.<sup>44</sup>

#### 2.5.1.2 Municipio de Siquinalá, Escuintla

Ubicado en el noroeste del departamento con una extensión territorial de 170 km<sup>2</sup>, a una altura a nivel del mar de 336 metros, colinda al norte con Santa Lucia Cotzumalguapa y Escuintla, al sur con la Democracia; al este con municipio de Escuintla; oeste con Santa Lucia Contzumalguapa. El municipio de Siquinalá se encuentra compuesto de 3 microrregiones:

- **Microrregión 1 casco urbano este:**

- Colonia Nueva Linda
- Los Cedros
- San Juan las Flores
- Las Violetas

- **Microrregión 2 casco urbano oeste:**

- Colonia el Paraíso
- Santa Marina
- Santa Catalina
- Naranjales I y II
- Colonia Santa Rita

- **Microrregión 3:**

- San Vicente Los Cimentos
- El Níspero
- La Lucerna
- Aldea Belice
- Osuna

Predominan los suelos con declive del pacífico franco arcilloso, franco arenoso, lino y rocoso; desarrollados sobre materiales volcánicos, posee áreas montañosas y peñascos o cerros.<sup>53</sup> Su clima es cálido en las partes bajas y semitemplado en la parte media del territorio, su temperatura mínima es de 16 °C y la máxima alcanza los 32°C. <sup>45</sup>

Población estimada por Instituto Nacional de Estadística (INE) total para el año 2018 es de 27,685 habitantes con una densidad poblacional de 162 habitantes por km<sup>2</sup>. Su distribución por géneros es muy similar. Distribuidos así área rural 36.65% y urbano 63.3%. Predomina la población joven y activa en el municipio.<sup>45</sup> Al colindar con el municipio de Escuintla y contar con puestos y centros de salud más cercanos, con transporte y acceso fácil los pobladores del municipio de Escuintla migran a Siquinalá en busca de atención médica durante la tragedia de junio de 2018 y los días, semanas posteriores al inicio de la actividad volcánica del volcán de Fuego.

#### 2.5.1.3 Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

Ubicado al sur del departamento su extensión territorial es de 432 km<sup>2</sup> con 115 metros sobre el nivel del mar, colinda al sur con la Gomera y Nueva Concepción; este con Siquinalá: oeste con Nueva Concepción y Patulul de Suchitepéquez al norte con San Pedro Yepocapa de Chimaltenango. El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa se encuentra dividido en tres regiones. <sup>46</sup>

- **Región alta:** cercana a las faldas del volcán de Fuego compuesta por:

- Microrregión 1: Comunidades de Rancho Fortaleza, El Naranjo, Montañas Azules, Las Manuelitas y la Floresta.

- Microrregión 2: Los Tarros, Hamburgo, El Baúl, La Maya, Vista Linda, Tarde Linda, San Judas y El Castillo.
- **Región media:**
  - Microrregión 3: Ciudad Santa Lucia, Madre Tierra, San Pedrito, San Sebastián Buena Vista, San Jorge y Victoria.
- **Región baja:**
  - Microrregión 4: El Brillante, Berlín, Las Morenas, El Horizonte, Tehuantepec, Las Playas, El Amatillo y El Jabalí.
  - Microrregión 5: Santa Adelaida, El Socorro, El Retiro, Bethania, El Cajón, Agüero y Conacaste.

El área norte se compone de áreas montañosas y volcánicas próximas al volcán de Fuego, cráteres laderas y pendientes donde se asientan diversas comunidades. En el área sur cuenta planicies, llanuras y vastas áreas de plantación de caña de azúcar. Clima cálido en las partes bajas, en las partes medias es semitemplado, la temperatura va desde 14° C a 32° C. Población total estimada por Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2018 es de 168,277 habitantes con una densidad poblacional de 506 habitantes por km<sup>2</sup>. Su distribución por géneros es de 49% mujeres y 51% hombres. Distribuidos así área rural 42.48% y urbano 57.52%. El grupo etario predominante es joven de 0-24 años, siendo el 60.84%, entre los 25 y 49 años corresponde al 29% de la población.<sup>46</sup>

La ubicación geográfica del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa en el área sur del departamento y cercano al municipio de Escuintla área de la tragedia de junio 2018, con acceso más fácil permitió que muchos de los pobladores evacuados tomaran su camino a este municipio donde se habilitaron albergues oficiales y no oficiales, muchos de los servicios de salud también proporcionaron su atención a los afectados por lo que se consideró necesario tomar en cuenta este municipio para la recolección de datos para el presente estudio.

## **2.6 Marco institucional**

### **2.6.1 Departamento de Escuintla**

El tema de salud se encuentra a cargo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS, por medio del Área de Salud de Escuintla y su red de servicios en sus tres niveles de atención. Divididos de la siguiente forma:

- Primer nivel de atención: 34 puestos de salud, 130 centros comunitarios de convergencia.<sup>43</sup>
- Segundo nivel de atención: 8 Centros de Atención Médica Permanente CAP, 1 Centro de salud para atención de pacientes ambulatorios CENAPA en San Vicente Pacaya, 6 centros de salud tipo B en las cabeceras municipales de Palín, Siquinalá, Tiquisate, Escuintla, Aldea Sipacate y Santa Ana Mixtán, 2 Maternidades Cantonales.<sup>43</sup>
- Tercer nivel de atención: 1 Hospital Distrital de Tiquisate, 1 Hospital Regional de Escuintla. Y 13 ambulancias para todo el departamento.<sup>43</sup>

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS cuenta con 10 establecimientos en total divididos así:

- 4 hospitales: Escuintla, Tiquisate, La Gomera y Santa Lucía Cotzumalguapa.
- 6 consultorios: Masagua, La Democracia, Palín, Puerto San José, Siquinalá y Patulul.
- Servicios privados: 12 hospitales y sanatorios, 96 clínicas particulares y 126 farmacias registradas.<sup>43</sup>

La mayoría de estos servicios públicos presentaron atención médica durante el desastre de flujos piroclásticos del 3 de junio en 2018. Al Hospital Nacional de Escuintla se trasladaron a los más gravemente heridos y quemados, otros hacia el Hospital General San de Dios, Roosevelt e IGGS en la capital. La mayoría de la atención en salud que se brindó durante la tragedia fue

ambulatoria en los campamentos montados cerca del área del desastre y en los albergues instalados oficiales y no oficiales. Sin mencionar aquellos que no acudieron a los servicios de salud y que presentaron afecciones

#### 2.6.1.1 Municipio de Escuintla, Escuintla

Cuenta con los sistemas de Salud del Ministerio de salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) e iniciativas privadas, divididos de la siguiente forma:

- 1 hospital regional de Escuintla
- 1 centro de salud tipo B
- 4 puestos de salud
- 1 hospital IGSS
- 12 sanatorios y hospitales privados<sup>44</sup>

El centro de salud tipo B ubicado en la cabecera municipal, cuenta con médicos generales, especialistas, personal de enfermería, área de laboratorio, encamamiento y área para atender partos e insumos necesarios para atender a gran parte de la población del municipio. Se decidió tomar este centro por encontrarse próximo a la zona del desastre y ser el centro de mayor afluencia de pacientes luego de la erupción del 3 de junio de 2018.<sup>44</sup>

En el año 2017 en el municipio de Escuintla las infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años se presentaron un total de 2 510 pacientes en los diferentes distritos, 5 396 pacientes consultaron al seguro social. Presentando una tasa de 47 casos por cada 1000 habitantes en el año 2017.<sup>44</sup>

#### 2.6.1.2 Municipio de Siquinalá, Escuintla

Cuenta con los sistemas de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) e iniciativas privadas.<sup>48</sup> Sus servicios de salud se encuentran divididos de la siguiente forma:

- 1 centro de salud tipo B
- 9 centros comunitarios de convergencia
- 1 consultorio IGSS <sup>45</sup>

Durante la tragedia de junio de 2018, Siquinalá jugó un papel importante en la atención de salud, debido a la enorme cantidad de afectados se saturaron los servicios de salud en el municipio de Escuintla especialmente el Hospital Nacional y centro de salud. Por lo que la población decidió acudir a Siquinalá en busca de atención médica durante la tragedia y posterior a ella.<sup>45</sup>

En el año 2017 en el municipio de Siquinalá las infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años se presentaron un total de 392 pacientes en los diferentes distritos y 381 pacientes al seguro social. Presentando una tasa de 2.4 casos por cada 1000 habitantes en el año 2017. <sup>45</sup>

#### 2.6.1.3 Municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

Cuenta con los sistemas de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) e iniciativas privadas por medio de la agroindustria azucarera, divididos de la siguiente forma:

- 2 puestos de salud en el Cajón y Jabalí
- 1 centro de atención médica permanente CAP
- 1 consultorio IGSS en la cabecera
- 3 puestos de salud municipales <sup>46</sup>

Durante la tragedia de junio Santa Lucía Cotzumalguapa fue uno de los municipios que albergó a gran parte de los pobladores afectados, además proporcionó atención médica a los pobladores afectados de los municipios de Escuintla y Siquinalá que decidieron acudir a los servicios de salud.

En el año 2017 en el departamento de Escuintla municipio Santa Lucía Cotzumalguapa de las infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años se presentaron un total de 2 349

pacientes a los diferentes distritos, 5 708 pacientes al seguro. Presentando una tasa de 12 casos por cada 1000 habitantes en el año 2017. <sup>46</sup>

## 2.7 Marco legal

### 2.7.1 Acuerdos internacionales

- En el año 2000 Resolución 55/21 Declaración del Milenio: Guatemala y 190 Gobiernos se comprometen alcanzar metas sobre el tema de la pobreza, el sida, la educación y el medio ambiente llamándose objetivos del Milenio, estos están vinculados a vulnerabilidad a distintas amenazas que manifiestan el riesgo de desastre que posee un país. <sup>47</sup>
- En el año 2005 se realizó Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres (CMRD), celebrada en Kobe, Hyogo, Japón: se concesa Guatemala y 167 gobiernos un plan de acción para la reducción de desastres que consiste en actividades para 10 años y lograr orientarlas a un mundo más seguro de las amenazas naturales, recalculo que la reducción de desastres sea un tema prioritario en cada país con bases institucionales. <sup>47</sup>
- En 2006-2015 se crea el Plan Regional de Reducción de Desastres para Centroamérica: se compromete Guatemala y el resto de los países centroamericanos a institucionalizar el instrumento conceptual que ayuda a la reducción de desastres. <sup>47</sup>

### 2.7.2 República de Guatemala

- En el año 1996 Decreto legislativo 109-96 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. El Organismo Legislativo establece que ante un país con cierta posición geográfica y geológica sus riesgos y vulnerabilidades es necesario la creación de una Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). Se integra de sector público y privado orientada a prevenir, mitigar, atender, rehabilitar, y reconstruir daños.<sup>47</sup>

- En el año 2000 se aprueba el Acuerdo Gubernativo 443-2000: el reglamento tiene por fin mejorar el desarrollo de las actividades de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) mediante una estructura administro-financiera y de procedimiento para cumplir la ley anterior en el decreto 109-96.<sup>47</sup>
- En el año 2001 se aprueba Ley de Desarrollo Social: posee dos artículos el 37 y 38 vinculado a la Reducción de Desastres enfatizando en Planificación y Reducción de vulnerabilidad ante una amenaza.<sup>47</sup>
- En el año 2002 se aprueba Política de Desarrollo Social y Población: en sus principales objetivos se encuentra la prevención y reducción de desastres.<sup>47</sup>
- En el 2006 se aprueba el Programa Nacional de Gestión para la Reducción de Riesgo a Desastres en los Procesos de Desarrollo 2007-2012: refleja las actividades de instituciones para reducir los desastres y atención de la emergencia un logro impulsado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) y la secretaría de la CONRED (SE-CONRED).<sup>47</sup>
- En el 2008 se aprueba el Programa Nacional de Prevención y Mitigación ante Desastres 2009-2011: Con distintos procesos de gestión a corto, mediano y largo plazo.<sup>47</sup>
- Decreto 18-2008 Ley Marco de Sistema Nacional de Seguridad, tiene por objeto garantizar jurídica, orgánica y funcionalmente la coordinación y gestión de los Órganos del Estado y de sus instituciones para que, en forma integrada, sistematizada, eficiente y eficaz estén en capacidad de dar respuesta efectiva a amenazas, vulnerabilidades y riesgos, estar preparados para prevenirlos, enfrentarlos y contenerlos.<sup>47</sup>

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 General**

Describir las enfermedades secundarias a la erupción del volcán de Fuego en los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto 2018.

### **3.2 Específicos**

- 3.2.1 Cuantificar la proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares en la población estudiada.
- 3.2.2 Identificar las características epidemiológicas de la población estudiada.
- 3.2.3 Comparar la diferencia en el comportamiento de las enfermedades en la población estudiada respecto al mismo periodo en el año 2017.
- 3.2.4 Identificar el área geográfica más afectada de cada municipio según grupo de enfermedades.



## **4. POBLACIÓN Y MÉTODOS**

### **4.1 Tipo y diseño de la investigación**

Se realizó un estudio descriptivo retrospectivo en los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla durante los meses de junio-agosto 2018.

### **4.2 Unidad de análisis**

#### **4.2.1 Unidad de análisis**

Datos consignados en las boletas de recolección

#### **4.2.2 Unidad de información**

Registros SIGSA 3PS y de emergencia.

### **4.3 Población y muestra**

#### **4.3.1 Población**

- Población diana: pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla en el año 2018.
- Población de estudio: pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla en el periodo junio-agosto 2018.
- Muestra: todos los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión en el periodo junio-agosto 2018.

#### **4.4 Selección de los sujetos de estudio.**

##### **4.4.1 Criterios de inclusión**

- Se tomaron los datos de personas de ambos sexos y todas las edades, que consultaron a los centros de salud de los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla, registrados en los SIGSA 3PS y de emergencia con diagnósticos de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de junio-agosto 2018

##### **4.4.2 Criterios de exclusión**

- Datos incompletos o ilegibles
- SIGSA 3PS y de emergencia dañadas o no autorizadas por el distrito de salud

#### 4.5 Definición y operalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	
Enfermedades respiratorias	Conjunto de enfermedades que afectan al aparato respiratorio en el ser humano, mediante un evento. <sup>29</sup>	Información obtenida de SIGSA 3PS y emergencia de los centros de salud en junio-agosto 2018 respecto a las enfermedades respiratorias.	Categórica policotómica	Nominal	Rinofaringitis Faringoamigdalitis otitis media aguda Neumonía	
Enfermedades dermatológicas	Conjunto de enfermedades que afectan la piel en el ser humano, mediante un evento. <sup>33</sup>	Información obtenida de SIGSA 3PS y emergencia de los centros de salud en junio-agosto 2018 respecto a las enfermedades dermatológicas	Categórica dicotómica	Nominal	Dermatitis por contacto Quemaduras	
Enfermedades oculares	Conjunto de enfermedades que afectan al aparato visual en el ser humano, mediante un evento. <sup>33</sup>	Información obtenida de SIGSA 3PS y emergencia de los centros de salud en junio-agosto 2018 respecto a las enfermedades oculares.	Categórica policotómica	Nominal	Conjuntivitis Blefaritis Abrasiones a la córnea	
Características epidemiológicas	Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento. <sup>45</sup>	Dato de la edad en años encontrado en la SIGSA 3PS y emergencia.	Numérica	Razón	Años
	Sexo	Conjuntivo de individuos que comparten una condición biológica diferenciándose por sus órganos reproductores. <sup>45</sup>	Dato del sexo encontrado en la SIGSA 3PS y emergencia.	Categórica dicotómica	Nominal	Masculino Femenino
	Procedencia	Punto físico de donde viene algo o alguien. Lugar de inicio o nacimiento. <sup>45</sup>	Dato del lugar donde vive el paciente encontrado en la SIGSA 3PS y emergencia.	Categórica policotómica	Nominal	Caserío Aldea Comunidad Zona Municipio

## **4.5 Recolección de datos.**

### **4.6.1 Técnicas**

Se revisaron los registros físicos de los SIGSA 3PS y SIGSA de emergencia de los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla del periodo de tiempo junio-agosto del año 2018 por medio de una boleta elaborada por las investigadoras.

### **4.6.2 Procesos**

- Aprobación de anteproyecto
- Visita y permisos al Área de Salud Escuintla y centros de salud
- Búsqueda de información bibliográfica de fuentes confiables
- Elaboración de protocolo
- Aprobación de protocolo
- Se visitó cada centro de salud en las semanas asignadas para el trabajo de campo.
- Se tomó un municipio por investigadora
- Los días hábiles fueron de lunes a viernes en horario de 08:00 a 15:00 horas con almuerzo de 1 hora. El área física de trabajo fue asignada por el director o coordinador de cada centro de salud.
- Se revisaron los SIGSA 3 PS y SIGSA de emergencia físicos en cada centro de salud.
- Se ordenaron los datos que correspondan al periodo junio-agosto 2018.
- Se llenaron las boletas de recolección con los datos de interés que cumplieron con los criterios de inclusión
- Los datos obtenidos fueron trasladados a una base datos en Microsoft Excel 2010.
- Se tabularon y procesaron los resultados para su posterior análisis.
- Se validó base de datos
- Se elaboró el informe final

#### 4.6.3 Instrumento

El instrumento de recolección de datos se compone de encabezado y dos secciones para la toma de datos presentados de la siguiente forma:

- **Encabezado:** en la esquina superior derecha se muestra el número de correlativo de boleta total y debajo el número de boleta por cada centro de salud. Al centro las leyendas Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Coordinación de Trabajos de Graduación y en mayúsculas resaltado la leyenda (boleta de recolección de datos). Debajo el título de la investigación y subtítulo describiendo el diseño y tipo de investigación con letra arial en tamaño 11. En la esquina superior izquierda se encuentra el escudo tricentenario de la universidad y el escudo nuevo de la facultad de ciencias médicas.

Debajo del encabezado se muestra un diseño de SIGSA modificado para la recolección de los datos de interés, compuesta de dos secciones iniciando con la columna de número de correlativo de los datos totales del estudio y número de registro por cada centro de salud, fecha de consulta en números arábigos al inicio en un total de 20 filas para cada boleta a la par se encuentra dividida en dos secciones. (Anexo 11.1)

- Primera sección: características epidemiológicas las cuales se numeran en 1. edad (años), 2. sexo (femenino o masculino) y 3. procedencia (Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa) donde se marcó con una X para identificar a qué municipio pertenece el paciente, en la casilla del par se colocó escrito el nombre de la comunidad, aldea, finca o zona de dónde consultaba el paciente.
- Segunda sección: enfermedades secundarias, enumeradas en 4. enfermedades respiratorias, la cual se subdivide en IRAS: rinofaringitis aguda, faringoamigdalitis, otitis media aguda e inferiores en neumonía. 5. Enfermedades dermatológicas, la cual se subdivide en dermatitis y quemaduras. 6. Enfermedades oculares, la cual se subdivide en conjuntivitis, blefaritis y abrasiones a la córnea.

## 4.7 Procesamiento y análisis de datos

### 4.7.1 Procesamiento de datos

- Al finalizar la recolección de los datos en cada centro de salud se archivaron las boletas por orden correlativo y número de boleta por municipio.
- Los datos obtenidos fueron trasladados a una base de datos en Microsoft Excel 2010 según la codificación asignada.
- Se tabuló la cantidad de patologías respiratorias, dermatológicas y oculares, totales y clasificadas.
- Los datos se filtraron para tabular los resultados.
- Luego de la tabulación de los resultados se procedió a la operación y análisis de cada una de las variables.
- La codificación de variables enfermedades se realizó por medio de códigos numéricos, la codificación de las variables epidemiológicas se realizó por códigos numéricos de la siguiente forma:

**Tabla 4.1** Codificación de las enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de los pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto de 2018.

Variable	Codificación	Categoría	Código
Enfermedades respiratorias	Enf Res	Rinofaringitis	1
		Faringoamigdalitis	2
		Otitis media aguda	3
		Neumonía	4
		Ninguno	0
Enfermedades dermatológicas	Enf Der	Quemaduras	1
		Dermatitis por contacto	2
		Ninauno	0
Enfermedades oculares	Enf Ocu	Conjuntivitis	1
		Blefaritis	2
		Abrasiones a la córnea	3
		Ninguno	0

**Tabla 4.2** Codificación de las características epidemiológicas de los pacientes que consultaron a los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto de 2018.

Variable	Codificación	Categoría	Código
Edad	Edad	Lactante $0 \leq 1$ año	1
		Pre escolar $2 \leq 6$ años	2
		Escolar de $7 \leq 11$ años	3
		Adolescente $12 \leq 18$ años	4
		Adulto joven $19 < 40$ años	5
		Aduldez $40 \leq 60$ años	6
		Adulto mayor $>60$ años	7
Sexo	Sexo	Masculino	1
		Femenino	2
Procedencia	Proce	Región norte Escuintla	1
		Región sur Escuintla	2
		Microrregión 1 casco urbano este Siquinalá	3
		Microrregión 2 casco urbano oeste Siquinalá	4
		Microrregión 3 Siquinalá	5
		Región alta Santa Lucía Cotzumalguapa	6
		Región media Santa Lucía Cotzumalguapa	7
		Región baja Santa Lucía Cotzumalguapa	8

#### 4.7.2 Análisis de datos

Todas las boletas se ingresaron a la base de datos de Microsoft Excel 2010, en orden de correlativo de la boleta para el total general y total por cada municipio iniciando con Escuintla, continuando con Siquinalá y finalizando con Santa Lucía Cotzumalguapa. En la misma base de datos por medio de la codificación de cada variable se filtraron datos para obtener frecuencias totales.

Para el análisis del objetivo número 1: se cuantificó la proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares en la población estudiada, se utilizó la siguiente fórmula para obtener la proporción de cada patología:

$$\frac{\text{no. de casos por enfermedad } x \text{ en Escuintla}}{\text{población atendida centro de salud Escuintla en el periodo}}$$

$$\frac{\text{no. de casos por enfermedad } x \text{ en Siquinalá}}{\text{población atendida centro de salud Siquinalá en el periodo}}$$

$$\frac{\text{no. de casos por enfermedad } x \text{ en Santa Lucía Cotzumalguapa}}{\text{población atendida centro de salud Santa Lucía Cotzumalguapa en el periodo}}$$

Para el análisis del objetivo número 2: se identificaron las características epidemiológicas de la población estudiada, se categorizó la variable edad según grupos etarios definidos por la Organización Mundial de la Salud OMS de la siguiente manera: lactante  $0 \leq 1$  año, pre escolar  $2 \leq 6$  años, escolar de  $7 \leq 11$  años, adolescente  $12 \leq 18$  años, adulto joven  $19 < 40$  años, adulterz  $40 \leq 60$  años, adulto mayor  $>60$  años. La variable sexo se presentó en frecuencia y porcentaje. La variable procedencia se presentó por el municipio con la mayor frecuencia de consultantes.

Para el análisis del objetivo 3: se comparó la diferencia en el comportamiento de las enfermedades en la población estudiada respecto al mismo periodo en el año 2017 se estableció la varianza por cada grupo de enfermedad y municipio con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{total casos meses junio – agosto 2018} - \text{total de casos meses junio – agosto 2017}}{\text{total de casos meses junio – agosto 2017}} * 100$$

Para el análisis del objetivo 4: se identificó el área geográfica más afectada de cada municipio según grupo de enfermedades: se agrupó por regiones y microrregiones según lo establecido por los planes de desarrollo municipal (SEGEPLAN) de la siguiente manera: municipio de Escuintla: región norte y región sur, municipio de Siquinalá: microrregión 1, microrregión 2, microrregión 3, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa: región alta, región media, región baja, indicando la frecuencia mayor por grupo de enfermedades en cada región de los municipios.

El análisis de los datos fue descriptivo univariado para los objetivos número 1, 2, 4 y descriptivo bivariante para el objetivo 3.

#### **4.8 Alcances y límites de la investigación**

##### **4.8.1 Obstáculos**

La investigación se limitó por los siguientes aspectos:

- Falta de registros SIGSA 3PS y SIGSA de emergencia.
- Archivo desordenado.
- Registros dañados.
- Falta de cooperación de los estadígrafos encargados de los documentos.
- Vacaciones del personal encargado de archivo.
- Cambio de autoridades de las instituciones.

#### 4.8.2 Alcances

Se logró realizar un estudio descriptivo retrospectivo en los centros de salud de los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucia Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla. Acerca de las enfermedades secundarias a la erupción del volcán de Fuego en pobladores de comunidades aledañas.

### 4.9 Aspectos éticos de la investigación

La investigación fue presentada y avalada por el comité de bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizó de acuerdo con los principios éticos básicos y las pautas internacionales para la investigación relacionadas con la salud:

#### 4.9.1 Principios éticos

- Autonomía: Se resguardo la salud de los pacientes mediante el contacto indirecto con ellos al obtener la información registrada en los SIGSA. Se contempló el principio de autonomía mediante el aval del acceso a la información por el comité de bioética de la Facultad de Ciencias Médicas y con la autorización de las autoridades de los centros de salud en el estudio.
- Beneficencia: al realizar el estudio se buscó beneficiar a los pacientes de quienes se obtuvieron datos y demás pobladores al proporcionar información y datos reales acerca de la situación de salud luego de la erupción volcánica para las autoridades encargadas, quienes pueden tomar medidas en un futuro por lo que el principio de beneficencia se respeta en el estudio.
- Justicia: el estudio fue justo ya que se tomaron datos de todos los pacientes en los registros SIGSA, no se discriminó sexo, edad, procedencia. Todos los registros tuvieron la oportunidad de ser tomados para el estudio.

- No maleficencia: el estudio no busca hacer daño en los pacientes ya que no se obtuvo contacto con ellos solo se tomaron los datos necesarios del registro sin realizar daños o perjurio en las instituciones de donde se obtuvieron los datos.

Todos los resultados obtenidos en la investigación fueron divulgados a sus respectivas áreas de salud para la toma de medidas inmediatas logrando la mayor beneficencia de los pacientes.

#### 4.9.2 Pautas internacionales para la investigación relacionadas con la salud.

En esta investigación se tomaron las pautas del Consejo de Organizadores Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS): pautas internacionales para la investigación relacionadas con la salud con seres humanos. Aplicando las siguientes pautas para este estudio.<sup>48</sup>

- **Pauta 1 denominada valor social, científico y respeto a los derechos:** el estudio tiene valor social por su pertinencia en el impacto en una emergencia nacional por fenómenos naturales, su calidad de datos está sujetas a la unidad de análisis primaria el SIGSA 3PS y sobre todo en la contribución de la formulación de intervenciones por el área de salud para la rama de salud pública y gestión de riesgos.<sup>48</sup>
- **Pauta 2 denominada investigación en entornos de escasos recursos:** el estudio se realizó en áreas de escasos recursos generando información y datos confiables con la colaboración de las autoridades de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa para poder realizar intervenciones en el área. Además de generar conocimiento del tema para estar a disposición de la población o la comunidad.<sup>48</sup>
- **Pauta 3 denominada distribución equitativa de beneficios y cargas en la selección de individuos y grupos participantes en una investigación:** la investigación seleccionó las áreas más afectadas por la erupción volcánica en el departamento de Escuintla tomando en cuenta cercanía con el coloso, número de pobladores afectados y servicios de salud disponibles en el área para poder generar datos y conocimientos que puedan ser

utilizados por las autoridades de salud del departamento y que se distribuyan mejor los servicios de salud ante nuevos desastres.<sup>48</sup>

- **Pauta 10 denominada modificaciones y dispensas del consentimiento informado:** al realizar una revisión de los registros SIGSA sin conocimiento de los pacientes y presentar los datos de forma anónima se recurrió al comité de bioética de la Facultad de Ciencias Médicas para la exención del consentimiento informado.<sup>48</sup>
- **Pauta 15 Investigación con personas y grupos vulnerables:** se recolectó la información de pacientes directamente afectados por la erupción en junio del 2018 y de pobladores en riesgo al vivir en las faldas del volcán de Fuego.<sup>48</sup>
- **Pauta 20 Investigación en situación de desastre y brotes de enfermedades:** la investigación se aseguró de responder a las necesidades o prioridades de salud de los municipios de afectados contribuyendo a la investigación en situación de desastres.<sup>48</sup>

#### 4.9.2 Categoría de clasificación

El estudio mostró una categoría I (sin riesgo) ya que comprende un estudio descriptivo con técnicas de observación no se realizó ninguna intervención o modificación en las variables, se revisaron SIGSA 3PS y SIGSA de emergencia de los centros de salud de comunidades afectadas.<sup>49</sup>

## 5. RESULTADOS

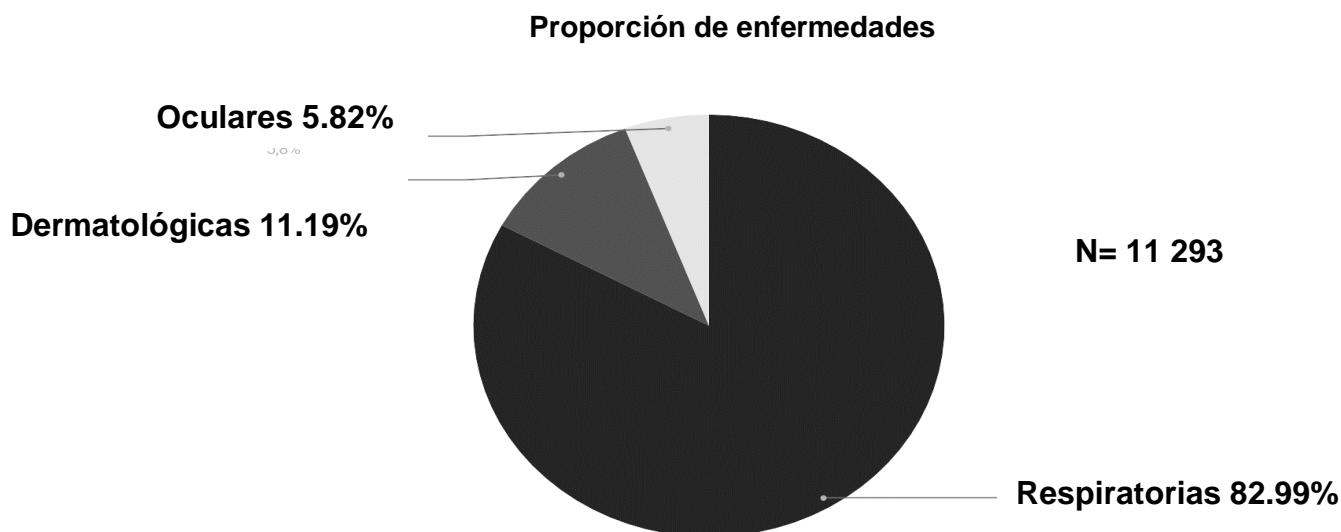
A continuación, se presentarán los resultados de 11 293 datos de los pacientes que acudieron a los centros de salud de los municipios de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucia Cotzumalguapa luego de la erupción del volcán de Fuego en junio de 2018 al mes de agosto, registrados en los SIGSA 3 PS y emergencia.

Los datos se presentarán en el siguiente orden:

- Proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares en la población estudiada.
- Características epidemiológicas de la población estudiada.
- Diferencia en el comportamiento de las enfermedades en el año 2017 y 2018.
- Área geográfica más afectada de cada municipio por grupo de enfermedades.

### 5.1 Proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares en la población estudiada

**Gráfico 5.1** Proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de la población.



Fuente: tabla 11.1 anexo 11.2

## 5.2 Características epidemiológicas de la población estudiada.

**Tabla 5.1** Características epidemiológicas de la población.

N=11 293

Variable	f	%
<b>Edad</b>		
0 ≤ 1	2 441	21.62
2 ≤ 6	2 500	22.14
7 ≤ 11	1 500	13.28
12 ≤ 18	968	8.57
19 < 40	2 401	21.26
40 ≤ 60	919	8.14
>60	564	4.99
<b>Sexo</b>		
Masculino	5 173	45.81
Femenino	6 120	54.19
<b>Procedencia</b>		
Región norte Escuintla	5 895	52.20
Región sur Escuintla	1 326	11.74
Microrregión 1 Siquinalá	671	5.94
Microrregión 2 Siquinalá	299	2.65
Microrregión 3 Siquinalá	219	1.94
Región alta Santa Lucía C.	656	5.81
Región media Santa Lucía C.	1 587	14.05
Región baja Santa Lucía C.	640	5.67

El 43.76% (4 941) pacientes eran menores de 6 años.

El 63.94% (7 221) corresponde pacientes procedentes del municipio de Escuintla.

5.3 Diferencia en el comportamiento de las enfermedades en el año 2017 y 2018.

**Tabla 5.2** Variación de enfermedades respiratorias en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses de junio-agosto año 2017 y 2018.

<b>Municipio</b>	<b>No. casos</b>		<b>Variación de valores absolutos</b>	<b>Porcentaje de variación</b>
	<b>2017</b>	<b>2018</b>		
Escuintla	2 510	5 981	3 471	138.29
Siquinalá	202	1 099	897	444.06
Santa Lucia C.	1 181	2 292	1 111	94.07
<b>Total</b>	<b>3 893</b>	<b>9 372</b>	<b>5 479</b>	<b>140.74</b>

**Tabla 5.3** Variación de enfermedades dermatológicas en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses de junio-agosto año 2017 y 2018.

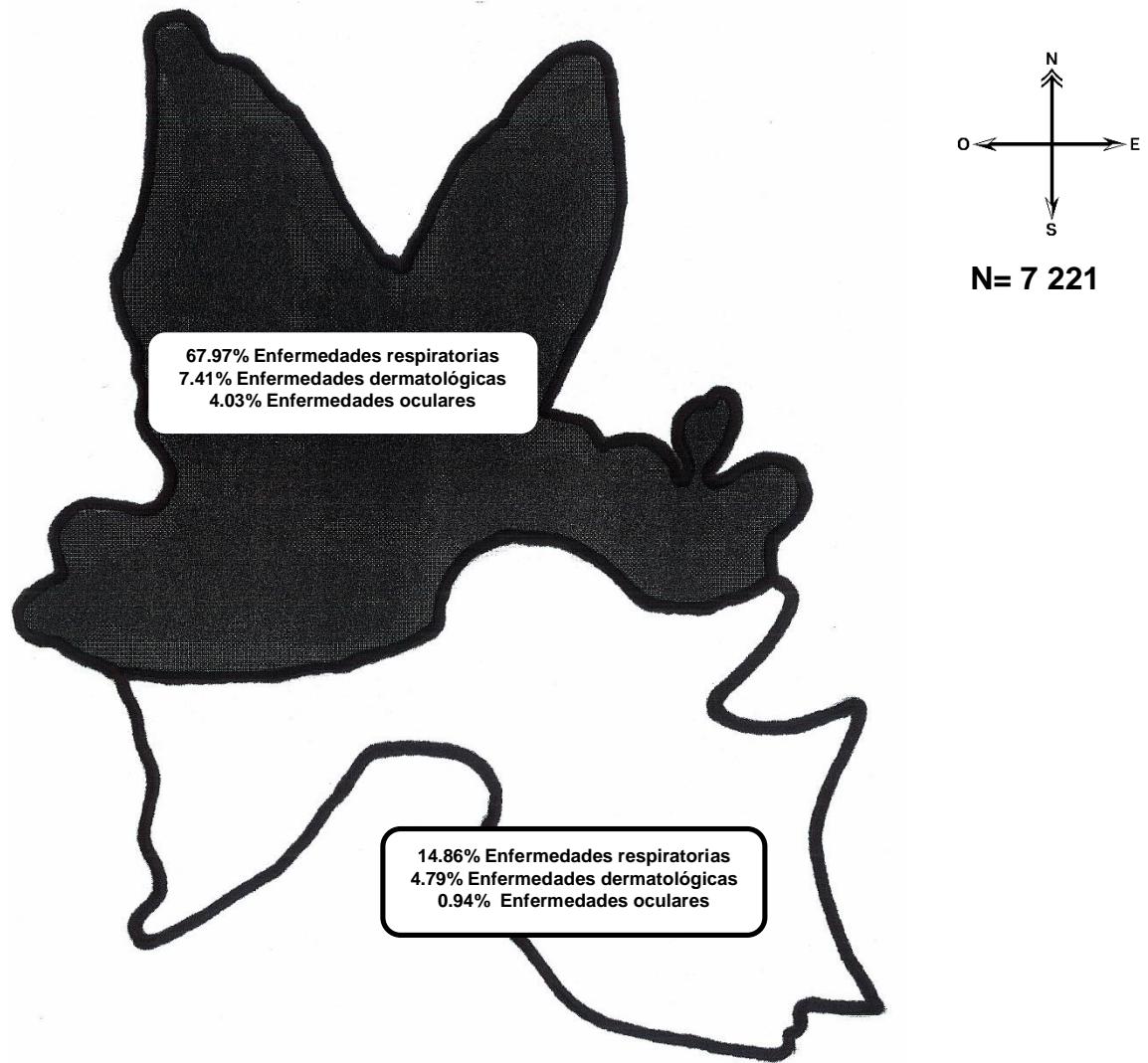
<b>Municipio</b>	<b>No. casos</b>		<b>Variación de valores absolutos</b>	<b>Porcentaje de variación</b>
	<b>2017</b>	<b>2018</b>		
Escuintla	579	881	302	52.16
Siquinalá	47	6	-41	-87.23
Santa Lucia C	179	377	198	110.61
<b>Total</b>	<b>805</b>	<b>1 264</b>	<b>459</b>	<b>57.02</b>

**Tabla 5.4** Variación de enfermedades oculares en Escuintla, Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa en los meses de junio-agosto año 2017 y 2018.

<b>Municipio</b>	<b>No. Casos</b>		<b>Variación de valores absolutos</b>	<b>Porcentaje de variación</b>
	<b>2017</b>	<b>2018</b>		
Escuintla	138	359	221	160.14
Siquinalá	29	84	55	189.65
Santa Lucia C	95	214	119	125.26
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>657</b>	<b>395</b>	<b>150.76</b>

#### 5.4 Área geográfica más afectada de cada municipio por grupo de enfermedades.

**Imagen 5.1** División por regiones del municipio de Escuintla y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018.



Fuente: tabla 11.2 anexo 11.2

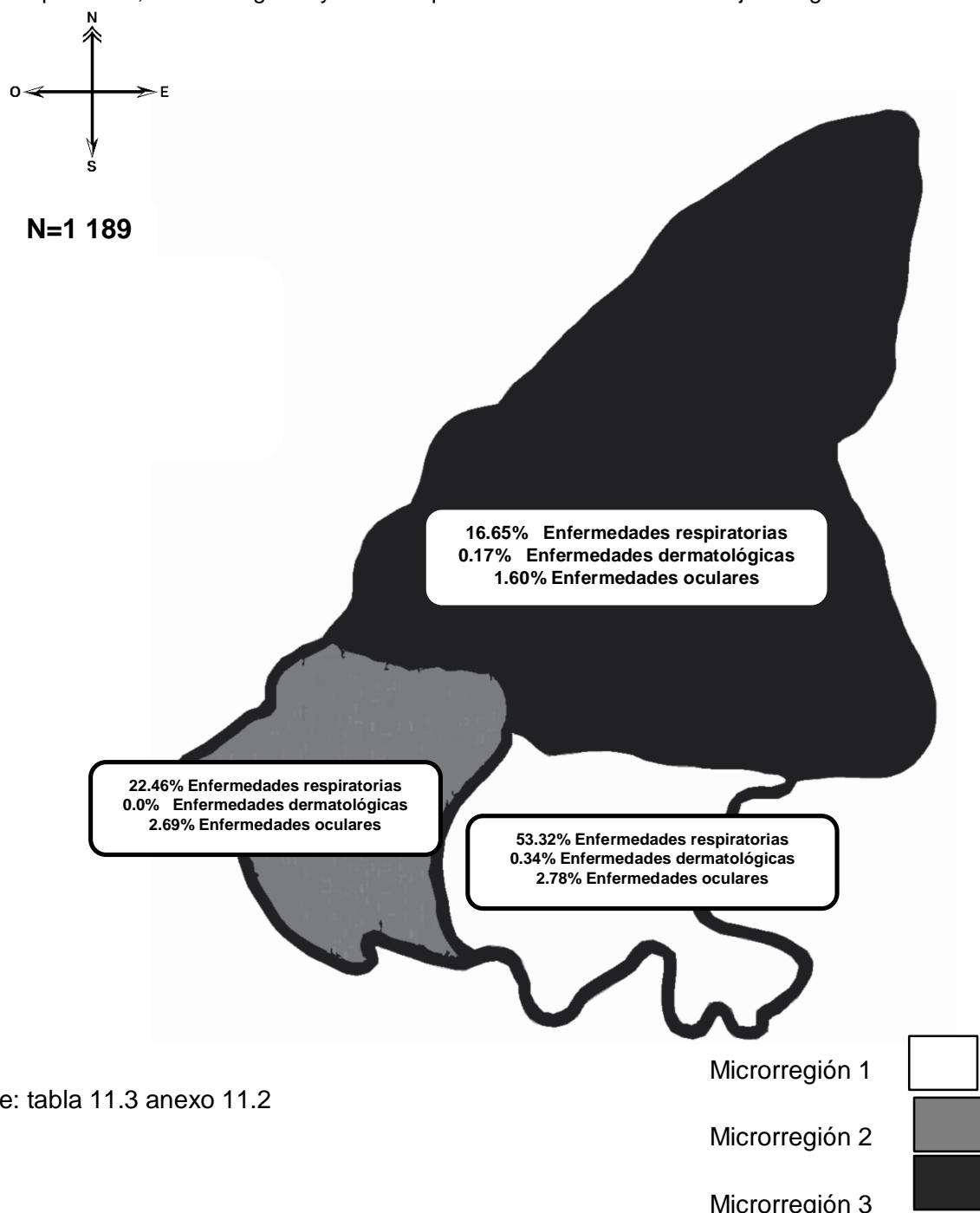
Región norte



Región sur

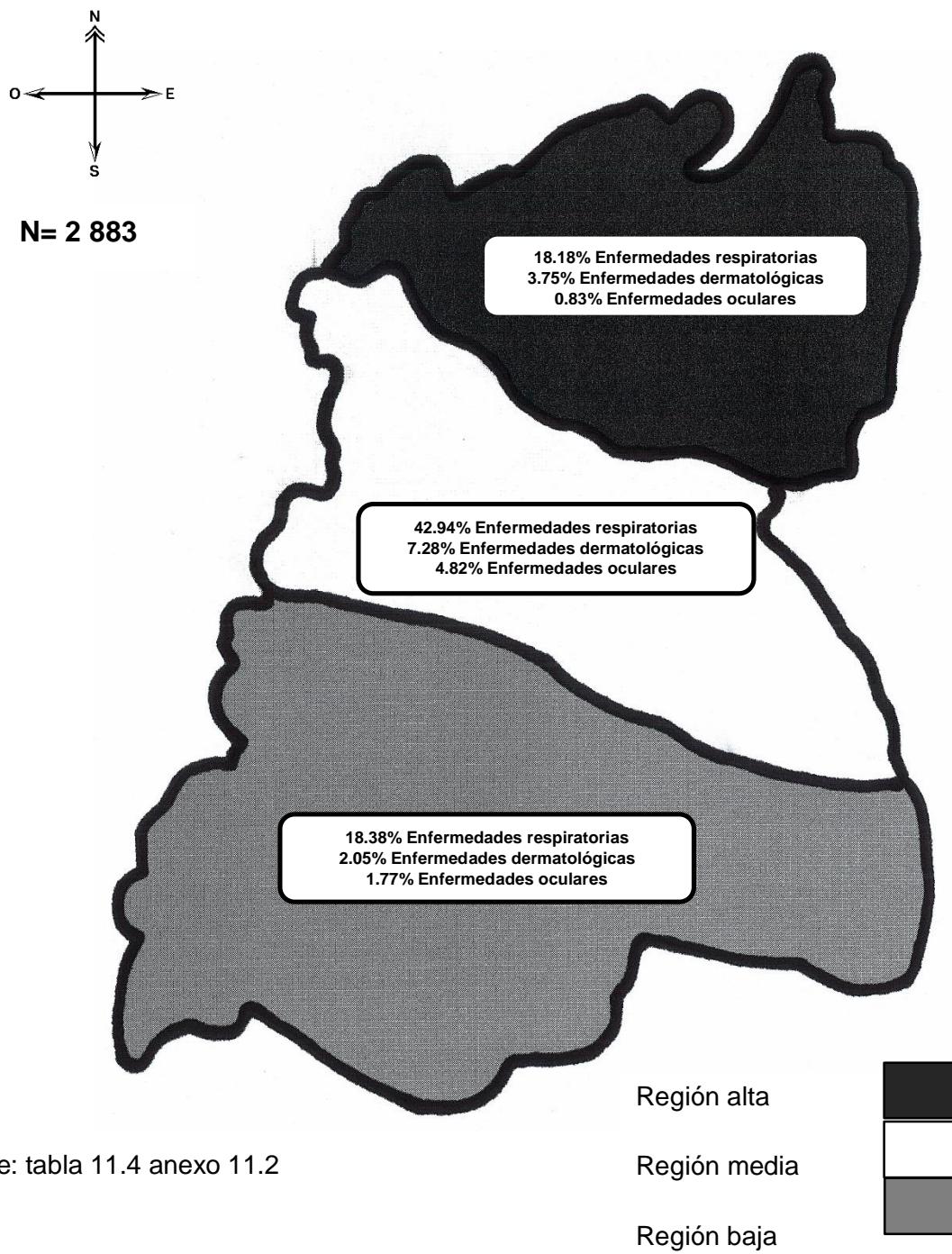


**Imagen 5.2** División por regiones del municipio de Siquinalá y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018.



Fuente: tabla 11.3 anexo 11.2

**Imagen 5.3** División por regiones del municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa y porcentaje por grupo de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares presentadas en los meses de junio-agosto de 2018



Fuente: tabla 11.4 anexo 11.2



## **6. DISCUSIÓN**

La proporción de enfermedades respiratorias es de 82.99% (9 372), resultados similares a los obtenidos en estudios previos, por ejemplo en el año 2006 se realizó la prevalencia de enfermedades respiratorias secundarias a la erupción del volcán de Pacaya en Guatemala donde se evidenció que luego de la erupción, la prevalencia de enfermedades respiratorias aumentó de un 12%-18% a un 32%.<sup>2</sup> En el año 2012 se publicó el estudio de la Universidad de Kagoshima en Japón donde se expone el aumento de la mortalidad por enfermedades respiratorias y el aumento de la incidencia de cáncer de pulmón en los pobladores que estuvieron expuestos a los materiales volcánicos por largo tiempo, luego de las erupciones volcánicas del Monte Sakurajima en la década de 1980 a 1990.<sup>4</sup> Los resultados anteriores son explicados en diversas investigaciones donde se ha determinado que los materiales volcánicos en especial las cenizas con diámetros menores de 2 milímetros son de fácil inhalación al interior del árbol respiratorio donde se depositan e inician procesos inflamatorios y desencadenan diversos mecanismos de daño agudo y crónico.<sup>5,6</sup>

La proporción de enfermedades dermatológicas presentó un 11.19% (1 264) y enfermedades oculares un 5.82% (657) mayores a los datos de años anteriores. Aumento descrito también en estudios anteriores como el estudio de la Universidad Católica de Ecuador en el 2011 donde se menciona el aumento de lesiones traumáticas, quemaduras, casos de conjuntivitis, lesiones a la córnea y secuelas psicológicas en los pobladores que habitaban cercanos al volcán Tungurahua en las erupciones de los años 2003-2010.<sup>14</sup> Debido que los materiales volcánicos como piedras, cenizas, gases y lava pueden causar quemaduras, traumas e irritaciones a la dermis. Las partículas finas pueden funcionar como agentes corrosivos en la conjuntiva corneal, tejido palpebral y piel.

Del total de enfermedades respiratorias en el municipio de Escuintla presentó 63.82% (5 981) dato obtenido ya que el centro de salud de Escuintla se encuentra en la cabecera departamental y es de fácil acceso, cuenta con mayor capacidad de atención y médicos.<sup>44</sup> La población que atiende es mayor y muchos de los pobladores afectados luego de la tragedia consultaron en este centro. (ver en tabla 11.1 anexo 11.2)

El 43.76% (4 941) fueron menores de 6 años. Datos similares a los presentados por los pobladores de Hawái que habitan cercanos al volcán Kilauea el cual inicio su etapa eruptiva más fuerte y prolongada a inicios del 2018, donde han sido evacuados aproximadamente 10 000 pobladores y se ha reportado el aumento de casos en menores de 5 años con afecciones de tipo respiratorio, conjuntivitis y dermatitis que ha obligado a la suspensión de clases y traslado de los pobladores a tierras altas.<sup>5</sup> La epidemiología muestra que la población menor a 5 años siempre será la más afectada en casos de desastres naturales como: inundaciones, terremotos, deslaves erupciones etc. Debido a que en su mayoría representan la mayor población en países subdesarrollados como Guatemala y son más susceptibles ante los riesgos.

Un 54.19% (6 120) corresponden al sexo femenino y 45.81% (5 173) al sexo masculino. Las mujeres usualmente consultan más que los hombres por disposición de tiempo, por ser el sexo en mayor proporción en muchas poblaciones y rangos de edad.<sup>43</sup> Además en la cultura guatemalteca el hombre siempre resiste más y teme de ser criticado por acudir al médico en áreas del interior del país como Escuintla.

Los pobladores que más acudieron en busca de servicios de salud son del municipio de Escuintla con 63.94% (7 221) de este total 52.20% (5 895) representa la región norte del municipio de Escuintla y región sur con 11.74% (1 326), habitantes que se encuentran cercanos a las faldas y paso de laharos del volcán de Fuego, por lo tanto son la población más expuesta a los desechos y caída de cenizas volcánicas.<sup>10</sup> Es importante mencionar que muchos de estos pobladores no poseen el hábito de usar protección como mascarilla, lentes y normas de higiene deficiente lo que los vuelve más susceptibles de enfermar.

Las enfermedades respiratorias variaron en 140.74% (5 479), enfermedades dermatológicas variaron en 57.02% (459) y las enfermedades oculares 150.76% (395) respecto a los datos del año 2017. Lo que se puede comparar con el estudio del volcán Monte Sakurajima donde se realizaron las tasas de mortalidad estandarizadas durante el periodo de 1968-2002, concluyendo que la tasa de mortalidad por enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón fueron mayores en comparación con otras causas de muertes. Debido que la población expuesta cercana al Monte Sakurajima paso décadas inhalando las partículas y cenizas liberadas por el coloso, las cuales iniciaron procesos citotóxicos y exacerbaron problemas pulmonares previos en la población lo que los llevo a la muerte en su mayoría por cáncer pulmonar.<sup>4</sup> En Guatemala no

se cuenta con estudios previos para realizar la comparación pero en base a datos y estudios internacionales esperamos los mismos resultados a futuro en los pobladores que aún habitan en las faldas de volcanes activos como el volcán de Fuego.

Las patologías respiratorias se presentaron con mayor frecuencia en la región norte de Escuintla con un 67.97% (4 908), la microrregión 1 de Siquinalá con 53.32% (634) y la región media de Santa Lucía Cotzumalguapa con un 42.94% (1 238). Las patologías dermatológicas se presentaron con mayor frecuencia en la región norte de Escuintla con un 7.41% (535), la microrregión 1 de Siquinalá con 0.34% (4) y la región media de Santa Lucía Cotzumalguapa con un 7.28% (210). Las patologías oculares se presentaron con mayor frecuencia en la región norte de Escuintla con un 4.03% (291), la microrregión 1 de Siquinalá con 2.78% (33) y la región media de Santa Lucía Cotzumalguapa con un 4.82% (139).

Las regiones son próximas a las faldas del volcán de Fuego en especial la región norte del municipio de Escuintla que alberga a las comunidades de El Rodeo, San Felipe, La Trinidad, La Rochela, Guadalupe, Chuchú y San Andrés Osuna.<sup>43, 44</sup> Comunidades que fueron afectadas físicamente por la erupción del 3 de junio del 2018, muchos de sus habitantes albergados y cientos más en constante peligro de desastre, además de estar en contacto con materiales volcánicos e inhalación de cenizas volcánicas.



## **7. CONCLUSIONES**

- 7.1 La proporción de enfermedades respiratorias es de 82.99%, enfermedades dermatológicas 11.19% y enfermedades oculares 5.82% en la población que acudió a los servicios de salud luego de la erupción del volcán de Fuego.
- 7.2 Los pacientes más afectados fueron menores de 6 años, de sexo femenino y procedentes del municipio de Escuintla.
- 7.3 Los tres grupos de enfermedades presentan aumento en la variación porcentual, siendo más evidentes las enfermedades respiratorias y oculares.
- 7.4 En los tres grupos de enfermedades las regiones más afectadas fueron: región norte de Escuintla, la microrregión 1 de Siquinalá y la región media de Santa Lucía Cotzumalguapa.



## **8. RECOMENDACIONES**

**A los centros de salud de los municipios de Escuintla, Siquinala y Santa Lucía Cotzumalguapa:**

- 8.1 Mantener la vigilancia en cuanto al incremento de patologías respiratorias.
- 8.2 Tener mejor control en personal digitador.
- 8.3 Mantener el orden en el manejo de los archivos SIGSA.
- 8.4 Hacer uso exclusivo de SIGSA autorizados.

**Al área de salud del departamento de Escuintla:**

- 8.5 Realizar gestiones interinstitucionales con autoridades como CONRED e INSIVUMEH, para el fortalecimiento adecuado en gestiones de riesgos y mitigación de daños.



## **9. APORTES**

### **Al Área de Salud de Escuintla y centros de salud:**

- 9.1 Los resultados serán entregados en el Área de Salud de Escuintla y los centros de salud, a fin de que se conozca los datos y se conduzca a la toma de decisiones para mejorar la atención en eventos futuros

### **Al centro de salud de Escuintla:**

- 9.2 Se realizará una reunión con las autoridades para exponer los resultados obtenidos, enfatizando el grupo de edad más afectado y sexo; para que puedan ampliar las acciones en cobertura y vigilancia de salud.

### **A la Facultad de Ciencias Médicas de la Tricentenaria Universidad San Carlos de Guatemala.**

- 9.3 Se entregará la base de datos a la Coordinación de la Trabajos de Graduación (COTRAG) para que puedan ser utilizados o comparados en futuras investigaciones.



## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Cooperation Developed [en línea] Brussels; European Comission; 2016 [actualizado 18 Jul 2019; accesado 21 Ene 2019]; Refuerzo de la presa, la construcción de una vía de acceso y el plan de reasentamiento en la región del lago Nyos, en Camerún; [aprox 2 pant]. Disponible en: [https://ec.europa.eu/europeaid/case-studies/refuerzo-de-la-presa-la-construccion-de-una-de-acceso-y-el-plan-de-reasentamiento-en-la\\_es](https://ec.europa.eu/europeaid/case-studies/refuerzo-de-la-presa-la-construccion-de-una-de-acceso-y-el-plan-de-reasentamiento-en-la_es)
2. Palma y Palma F M. Prevalencia e incidencia de las patologías respiratorias secundarias a un evento de tipo eruptivo en poblaciones vecinas al volcán de Pacaya abril-agosto 2016. [tesis Medico y Cirujano en línea]. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. 2006 [accesado 24 Ene 2019] Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_1745.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_1745.pdf)
3. Lara L, Amigo A, Silva C, Orozco G, Bertin B. La erupción 2011-2012 del Cordón del Caulle; antecedentes generales y rasgos notables de una erupción en curso [en línea] Chile: Programa de riesgos volcánico, Servicio Nacional de Geología; 2012 [accesado 4 Ene 2019] Disponible en: [https://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/14127\\_pp\\_531\\_533.pdf](https://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/14127_pp_531_533.pdf)
4. Higuchi K, Koriyama C, Akiba S. Increased mortality of respiratory diseases, including lung cancer, in the area with largo amount of asfall from Mount Sakurajima Volcano. J Environ Health [en línea] 2012 [accesado 8 Ene 2019] 2012:1-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3321449/>
5. BBC News Mundo [en línea]. Gran Bretaña: News Mundo; 2018 [actualizado 18 Jul 2018; accesado 1 Feb 2019]; Por qué continúa la erupción del volcán Kilauea en Hawái y por qué los científicos no saben cuándo terminara; [aprox 3 pant]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44802853>
6. Sierra M. Las cenizas, gases volcánicos y la salud respiratoria. Rev Neumol Cir Torax [en línea] 2012 [accesado 6 Feb 2019] 71(2): 132-138. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2012/nt122a.pdf>
7. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Boletín especial volcán de Fuego semana de 2 a 8 febrero. [en línea]. Guatemala: Insivumeh [accesado 9 Feb 2019] Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/vulcanologia/fuego/SEMANAL/febrero/VFS1FEB2019.pdf>

8. Instituto privado de investigación sobre cambio climático [en línea]. Guatemala: Grupo interstat; 2018 [actualizado 5 Jun 2018, accesado 6 Feb 2019]; Boletín informativo por erupción del volcán de Fuego; [aprox. 4 pant]. Disponible en: <https://icc.org.gt/es/boletin-informatico-por-erupcion-del-volcan-de-fuego/>
9. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Pronóstico meteorológico para el domingo 03 de junio de 2018 [en línea] Guatemala: Insivumeh [accesado 1 Feb 2019] Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/3733/>
10. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Boletín especial volcán de Fuego semana de 2 a 8 febrero. [en línea]. Guatemala: Insivumeh [accesado 9 Feb 2019] Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/vulcanologia/fuego/SEMANAL/febrero/VFS1FEB2019.pdf>
11. Fano V, Cernigilaro A, Scondotto S, Perruci C, Forastiere F. The fear of volcano: short-term health effects after Mount Etna's eruption in 2002. *Eur Respir J* [en línea]. 2010 [accesado 22 Dic 2018] 36(5): 1216-1218. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/36/5/1216>
12. Grob E, Oyarzun M, Cavieres I, Zarest P, Bustamante G. ¿Son las cenizas volcánicas un riesgo para la salud respiratoria? *Rev Chil Enf Respir* [en línea] 2012. [accesado 29 Ene 2019] 28(4):294-302. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v28n4/art05.pdf>
13. Haro A, Evaluación del impacto ambiental en los pastizales producidos por el proceso eruptivo del volcán de Tungurahua en la hacienda Chonglontus. Riobamba Ecuador 2011. [tesis Ingeniero Zootecnista en línea] Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo Facultad de ciencias pecuarias [accesado 22 Ene 2019]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1020/1/17T01045.pdf>
14. Paladines J, Zamora C, Impacto provocado por el volcán Tungurahua en la salud de los pobladores de Penipe durante el periodo eruptivo comprendido entre el año 2003-2010. [tesis de maestría en línea] Ecuador: Pontificia Universidad Católica de Ecuador [accesado 22 Ene 2019] Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4447/TESIS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
15. Benítez S, Sobrino E, Calandrell M, Gutierrez L, Irazola V, Rubinstein A. Efectos de la ceniza volcánica sobre la función pulmonar en una cohorte de personas mayores de 45 años en Bariloche Argentina. Instituto de efectividad clínica y

- sanitaria. Rev Ame Med Respir [en línea] 2014 [accesado 22 Ene 2019] 14(4):411-416 Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ramer/v14n4/v14n4a09.pdf>
16. León Ramírez A. Evaluación de la vulnerabilidad asociada a la amenaza del volcán de Fuego en la aldea Panimaché enero 2012. [tesis de maestría en línea] Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura 2012 [accesado 22 Ene 2019] Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3433.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3433.pdf)
17. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Reporte preliminar, erupciones 19, 20, 21, 25,26 de mayo, 11 junio 2012: Volcán de Fuego 1402-09 [en línea]. Guatemala: Insivumeh; 2012 [accesado 10 Ene 2019] Disponible: <http://www.insivumeh.gob.gt/folletos/INFORME%20PRELIMINAR%20FUEGO%202012%20OK.pdf>
18. Arrecis M. Volcán de Fuego: la tragedia del 3 de junio de 2018. Revista análisis de la realidad nacional INPUSAC [en línea] 2018. [accesado 22 Dic 2018] 143:19-41 Disponible en: <http://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2018/06/IPN-RD-143.pdf>
19. Capacci A, Mangano S. Las catástrofes naturales. Rev Colomb Geogr [en línea]. 2015 [accesado 9 Feb 2019]; 24(2):35-51. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/50206>
20. Euston96.com, Accidentes geográficos [en línea]. Panamá: Briceño G; 2019 [accesado 12 Abr 2019]. Disponible en: <https://www.euston96.com/accidentes-geograficos/>
21. Organización de las naciones Unidas. Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres. Ginebra: ONU; 2016. 71(644) Disponible en: [https://www.preventionweb.net/files/50683\\_oiewgreportspanish.pdf](https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf)
22. Vos F, Rodriguez J, Below R, Guha-Sapir D. Annual disaster statistical review 2009: The numbers and trends centre for research on the epidemiology of disaster [en línea]. Brussels; 2010 [accesado 9 Feb 2019] Disponible en: [https://www.who.int/hac/techguidance/ems/annual\\_disaster\\_statistical\\_review\\_2009.pdf?ua=1](https://www.who.int/hac/techguidance/ems/annual_disaster_statistical_review_2009.pdf?ua=1)
23. Guatemala. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e hidrología [en línea]. Guatemala: INSIVUMEH; [actualizado 2018; accesado 9 Feb

- 2019]; Vulcanología General; [aprox. 8 pant.]. Disponible en:  
<http://www.insivumeh.gob.gt/vulcanologia-general/>
24. Tam E, Miike R, Labrenz S, Sutton A, Elias T, Davis T, et al. Volcanic air pollution over the island of Hawai: emissions, dispersal, and composition. Association with respiratory symptoms and lung function in Hawai'i island school children. *Rev Environ Int* [en línea]. 2016 [accesado 02 Feb 2019]; 92-93: 543-552. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016301052?via%3Dihub#s0005>.
25. Guatemala, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e hidrología:Volcanes de Guatemala [en línea]. Guatemala: INSIVUMEH;2017 [actualizado 2018; accesado 9 Feb 2019]; [aprox. 8 pant.]. Disponible en:  
<http://www.insivumeh.gob.gt/volcanes-de-guatemala/>
26. Guatemala, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Unidad de Vulcanología: Volcán de Fuego [en línea].Guatemala: INSIVUMEH;2012 [actualizado 2012; accesado 9 Feb 2019]; [aprox. 8 pant.]. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/vulcanologia-de-guatemala/>
27. Volcanic shfall impact working group [en línea]. Estados Unidos: Volcanic Ash and mitigation; 2018 [actualizado 14 Dic 2014; accesado 11 Feb 2019] Impactos y mitigación de las cenizas volcánicas: Efectos; [aprox. 1 pant]. . Disponible en:  
[https://volcanoes.usgs.gov/volcanic\\_ash/respiratory\\_effects.html](https://volcanoes.usgs.gov/volcanic_ash/respiratory_effects.html)
28. Zeng L, Zhang L, Hu Z, Ehle EA, Chen Y, Liu L, et al. Systematic review of evidence-based guidelines on medication therapy for upper respiratory tract infection in children with AGREE instrument. *PLOS ONE* [en línea]. 2014 [accesado 02 Feb 2019];9(2):e87711. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24586287>
29. Berrueta T. Resfriado común (rinofaringitis) [en línea]. México: UNAM; Facultad de Medicina, Departamento de Microbiología y Parasitología, 2015 [accesado 13 Abr 2019]. Disponible en:  
<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/virologia/resfriado-comun.html>
30. Montequi S, Santos J. Protocolos de enfermedades infecciosas infecciones bacterianas de vías altas: otitis, amigdalitis. *Bol Pediatr* [en línea]. 2006 [accesado 13 Abr 2019]; 46(2):294-303. Disponible en:  
[https://www.sccalp.org/boletin/46\\_supl2/BolPediatr2006\\_46\\_supl2\\_294-303.pdf](https://www.sccalp.org/boletin/46_supl2/BolPediatr2006_46_supl2_294-303.pdf)

31. Mandell L, Wunderink R. Neumonía En: Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J, et al editores. Harrison principios de medicina interna 19 ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2016: vol. 2 p. 803-810.
32. Gonzales M. Manual MSD versión para profesionales [en línea]. Nueva Yersey: Merck Sharp & Dohme Corp; 2018 [actualizado Ene 2018; accesado 13 Abr 2019]. Dermatitis de las manos y pies [aprox. 3 pant]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/trastornos-cut%C3%A1neos/dermatitis/dermatitis-de-contacto>
33. Mayo Foundation for Medical Education and Research [en línea]. Arizona: Mayo clinic;2018 [actualizado 15 Ene 2019; accesado 13 Abr 2019]; Quemaduras Síntomas y causas; [aprox. 4 pant]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/burns/symptoms-causes/syc-20370539>
34. Camara JG, Lagunzad JKD. Ocular findings in volcanic fog induced conjunctivitis. Rev Hawaii Med J [en línea]. 2011 [accesado 13 de abril de 2019] 70(12):262-5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22187513>
35. Rodelgo T, En femenino network [en línea]. Madrid: Onmeda; 2015 [actualizado 15 Abr 2015; accesado 13 Abr 2019] Conjuntivitis bacteriana y conjuntivitis vírica; [aprox. 2 pant]. Disponible en: [enfermedades/conjuntivitis-tratamiento-1203-8](https://enfermedades/conjuntivitis-tratamiento-1203-8)
36. Academia Americana de Oftalmología [en línea]. Madrid: Jiménez E;2019 [actualizado 21 Feb 2019; accesado 13 Abr 2019]. ¿Qué es la blefaritis?; [aprox. 2 pant]. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-la-blefaritis>
37. Academia Americana de Oftalmología [en línea]. Madrid: Jiménez E; 2019 [actualizado 9 Abr 2019; accesado 13 Abr 2019]. ¿Qué es la abrasión corneal?; [aprox. 4 pant]. Disponible en: <https://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/abrasion-de-la-cornea>
38. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Acuerdo Ministerial No. 192-2015, establece la aprobación del manual de organización y funciones de la unidad del Sistema de Información Gerencial en Salud [en línea]. Guatemala: MSPAS; 2015. [accesado 02 Feb 2019]. Disponible en: <https://sigsa.mspas.gob.gt/descargas/ACUERDOMINISTERIAL192-2015.pdf>

39. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Manual para el llenado de formularios SIGSA [en línea]. Guatemala: MSPAS; 2018. [accesado 03 Feb 2019]; Disponible en: <https://sigsa.mspas.gob.gt/component/jdownloads/send/14-sigsa-web/94-manual-para-el-llenado-de-formularios-sigsa>
40. Damby DE, Horwell CJ, Larsen G, Thordarson T, Tomatis M, Fubini B, et al. Assessment of the potential respiratory hazard of volcanic ash from future Icelandic eruptions: a study of archived basaltic to rhyolitic ash samples. *Rev Environ Health* [en línea]. 2017 [accesado 9 Feb 2019];16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5594494/>
41. Damby DE, Horwell CJ, Baxter PJ, Kueppers U, Schnurr M, Dingwell DB, et al. Volcanic ash activates the NLRP3 inflammasome in murine and human macrophages. *Rev Front Immunol* [en línea]. 2018 [accesado 9 Feb 2019];8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5786523/>
42. Real Academia Española [en línea]. España: RAE; 2019 [accesado 18 Mar 2019]. Disponible en: <http://dle.rae.es/>
43. Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Plan de desarrollo departamental de Escuintla 2011-2025. Guatemala: SEGEPLAN; 2011
44. Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Plan de desarrollo municipal de Escuintla 2011-2025. Guatemala: SEGEPLAN; 2011
45. Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Plan de desarrollo municipal de Siquinalá 2011-2025. Guatemala: SEGEPLAN; 2010
46. Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Plan de desarrollo municipal Santa Lucia Cotzumalguapa 2011-2025. Guatemala: SEGEPLAN; 2011
47. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. Ley y Reglamento de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres [en línea]. Guatemala: CONRED;2016 Disponible en: [https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=safehospitalslegislation&alias=1776-ley-sobre-conred-1996&Itemid=1179&lang=en](https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=safehospitalslegislation&alias=1776-ley-sobre-conred-1996&Itemid=1179&lang=en)

48. Organización Panamericana de la Salud y Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas. Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos, 4 ed. Ginebra: CIOMS; 2016.
49. García C. Barrera A. Reyes A. Valdez H. de la Roca L. Perdomo A. et al Guía para elaborar el protocolo del trabajo de graduación 2018. [en línea] Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas 2018 [accesado 25 Mar 19] Disponible en: <https://virtual.usac.edu.gt/fcm/mod/folder/view.php?id=1457>





## **11. ANEXOS**

## **Anexo 11.1 Boleta de recolección de datos**

**Correlativo**  
**Boleta** \_\_\_\_\_  
**No. Boleta** \_\_\_\_\_

Universidad San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Médicas  
Coordinación de Trabajos de Graduación



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>\*\*</sup>ENFERMEDADES SECUNDARIAS A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO EN POBLADORES DE COMUNIDADES ALEMANAS 2018<sup>\*\*</sup>

## Anexo 11.2

**Tabla 11.1** Proporción de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares de la población de los centros de salud de Escuintla, Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa en el departamento de Escuintla en los meses de junio-agosto 2018.

Enfermedades	Escuintla		Siquinalá		Santa Lucía Cotzumalguapa		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Respiratorias	5 981	63.82	1 099	11.73	2 292	24.45	9 372	82.9
Dermatológicas	881	69.70	6	0.47	377	29.83	1 264	11.19
Oculares	359	54.64	84	12.79	214	32.57	657	5.82
<b>Total</b>	<b>7 221</b>	<b>63.94</b>	<b>1 189</b>	<b>10.53</b>	<b>2 883</b>	<b>25.53</b>	<b>11 293</b>	<b>100</b>

**Tabla 11.2** Región geográfica afectada del municipio de Escuintla por grupo de enfermedad

Regiones	Respiratorias		Dermatológicas		Oculares		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Norte	4 908	67.97	535	7.41	291	4.03	5 734	79.41
Sur	1 073	14.86	346	4.79	68	0.94	1 487	20.59
<b>Total</b>	<b>5 981</b>	<b>82.83</b>	<b>881</b>	<b>12.20</b>	<b>359</b>	<b>4.97</b>	<b>7 221</b>	<b>100</b>

**Tabla 11.3** Región geográfica afectada del municipio de Siquinalá por grupo de enfermedad

Regiones	Respiratorias		Dermatológicas		Oculares		Total	
	f	%	f	%	f	%	F	%
Microrregión 1	634	53.32	4	0.34	33	2.78	671	56.43
Microrregión 2	267	22.46	0	0.00	32	2.69	299	25.15
Microrregión 3	198	16.65	2	0.17	19	1.60	219	18.42
<b>Total</b>	<b>1 099</b>	<b>92.43</b>	<b>6</b>	<b>0.51</b>	<b>84</b>	<b>7.06</b>	<b>1 189</b>	<b>100</b>

**Tabla 11.4** Región geográfica afectada del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa por grupo de enfermedad

Regiones	Respiratorias		Dermatológicas		Oculares		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Región alta	524	18.18	108	3.75	24	0.83	656	22.75
Región media	1 238	42.94	210	7.28	139	4.82	1 587	55.05
Región baja	530	18.38	59	2.05	51	1.77	640	22.20
<b>Total</b>	<b>2 292</b>	<b>79.50</b>	<b>377</b>	<b>13.08</b>	<b>214</b>	<b>7.42</b>	<b>2 883</b>	<b>100</b>